



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

IMPLEMENTACIÓN DE MOLDES DE POLI-CARBONATO EN EL PROCESO DE LLENADO EN UNA FÁBRICA DE VELAS DE PARAFINA

ERWIN ULISES LÓPEZ PIVARAL

Asesorado por el Ing. Harry Milton Oxom Paredes

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE MOLDES DE POLI-CARBONATO
EN EL PROCESO DE LLENADO EN UNA FÁBRICA DE
VELAS DE PARAFINA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ERWIN ULISES LÓPEZ PIVARAL

ASESORADO POR EL INGENIERO HARRY MILTON OXOM PAREDES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Ing. Victor Hugo García Roque
SECRETARIO	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE MOLDES DE POLI-CARBONATO, EN EL PROCESO DE LLENADO EN UNA FÁBRICA DE VELAS DE PARAFINA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 3 de noviembre de 2004.



Erwin Ulises Lopez Pivaral

Guatemala 16 de Agosto de 2,006

Ingeniero
Francisco Gómez
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Gómez

Respetuosamente me dirijo a usted, con el propósito de informarle que después de haber revisado el trabajo de graduación titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE MOLDES DE POLI-CARBONATO EN EL PROCESO DE LLENADO, EN UNA FÁBRICA DE VELAS DE PARAFINA"**, el cual fue presentado por el estudiante universitario Erwin Ulises López Pivaral, y después de haberle realizado las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que en mi opinión, dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser sometido a su discusión en su Examen General Público y recomiendo su aceptación para tal efecto.

Atentamente,



Ing. Harry Milton Okorn Paredes
Asesor
Colegiado No. 4958

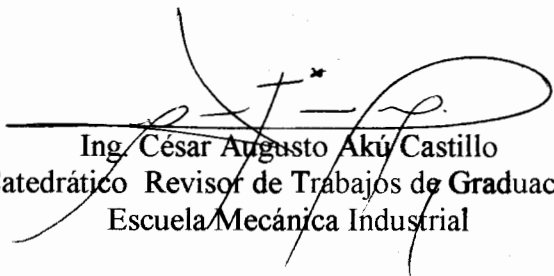
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE MOLDES DE POLI-CARBONATO EN EL PROCESO DE LLENADO EN UNA FÁBRICA DE VELAS DE PARAFINA**, presentada por el estudiante universitario **Erwin Ulises López Pivaral**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Augusto Akú Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala octubre de 2006

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE MOLDES DE POLI-CARBONATO EN EL PROCESO DE LLENADO EN UNA FÁBRICA DE VELAS DE PARAFINA**, presentado por el estudiante universitario **Erwin Ulises López Pivaral**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2006.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE MOLDES DE POLI-CARBONATO, EN EL PROCESO DE LLENADO EN UNA FÁBRICA DE VELAS DE PARAFINA**, presentado por el estudiante universitario **Erwin Ulises López Pivaral**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Palz Recinos
DECANO

Guatemala, Octubre 23 de 2006

/gdech

Todo por ti, Carolingia Mía
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

AGRADECIMIENTO A

DIOS	Por derramar sus ricas y abundantes bendiciones sobre mi, proveyéndome de fuerza y sabiduría para alcanzar esta meta.
MIS PADRES	Como una muestra de amor, respeto y recompensa por los esfuerzos realizados en beneficio de mi superación. Los Amo.
MI ESPOSA E HIJAS	Las amo, deseo que este logro sea un ejemplo de perseverancia y dedicación para alcanzar sus metas.
MIS HERMANAS	Por darme su apoyo y saber que siempre cuento con ustedes.
FAMILIARES	Con cariño sincero por su apoyo incondicional, especialmente a mis abuelitas.
FACULTAD DE INGENIERÍA	Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Tipo de empresa	1
1.2 Ubicación de la empresa	1
1.3 Organización	1
1.4 Misión	1
1.5 Visión	2
1.6 Valores	2
1.6.1 Respeto	2
1.6.2 Responsabilidad	2
1.6.3 Satisfacción del cliente	2
1.6.4 Ética	2
1.7 Infraestructura de la empresa	3
1.7.1 Oficinas	3
1.7.2 Planta de producción	3
1.7.3 Equipo	3
1.8 Proceso de mezclado	4
1.8.1 Verificación de orden de carga	4
1.8.2 Verificar que el tanque coincida con la orden	5

1.8.3	Solicitar materias primas	5
1.8.4	Aprobación de limpieza de tanque	5
1.8.5	Verificar válvula de descarga	5
1.8.6	Graduar el regulador de temperatura	6
1.8.7	Cargar parafinas	6
1.8.8	Verificar temperatura del tanque	6
1.8.9	Poner agitación	6
1.8.10	Verificar ingredientes	7
1.8.11	Traslado de materiales	7
1.8.12	Agregar aditivos	7
1.8.13	Esperar agitación	7
1.8.14	Agregar colorantes	8
1.8.15	Toma de muestra	8
1.8.16	Ajuste de color	8
1.8.17	Agregar fragancia	8
1.8.18	Aprobación de la mezcla	9
1.8.19	Identificación del tanque	9
1.9	Proceso de llenado	10
1.9.1	Verificación del tanque	10
1.9.2	Activar ventiladores	11
1.9.3	Identificación del producto a llenar	11
1.9.4	Ensamble de accesorios	11
1.9.5	Colocación de filtro	11
1.9.6	Activar velocidad de banda de llenado	12
1.9.7	Activar horno de calentamiento de moldes	12
1.9.8	Colocar los moldes sobre la banda	12
1.9.9	Activar recolectora de rebalse	12
1.9.10	Llenado de moldes	13
1.9.11	Identificación de la banda	13

1.9.12	Establecer punto de relleno	13
1.9.13	Rellenado de moldes	13
1.10	Proceso de enfriamiento	14
1.11	Proceso de desmolde	15
1.11.1	Verificar existencia de estándares	15
1.11.2	Extracción de la vela	16
1.11.3	Verificación de la calidad	16
1.11.4	Llenar identificación	16
1.11.5	Traslado de producto	16
2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE LLENADO	19
2.1	Definición del proceso actual	19
2.1.1	Color aprobado	21
2.1.2	Temperatura de la mezcla	21
2.1.3	Mezcla en reposo	21
2.1.4	Temperatura del molde	22
2.2	Moldes usados actualmente	22
2.2.1	Definición de molde	22
2.2.2	Clasificación de los moldes	23
2.2.2.1	Moldes tipo A	23
2.2.2.2	Moldes tipo B	23
2.2.2.3	Moldes tipo C	23
2.3	Características que determinan la calidad del molde de aluminio	24
2.4	Clasificación de defectos	24
2.4.1	La vela no desmolda	24
2.4.2	Vela rayada	26

2.4.3	Vela deformada	26
2.5	Manejo y almacenamiento	27
2.5.1	Cajones	28
2.5.2	Entrega a bodega y almacenamiento de moldes	28
2.5.3	Ubicación dentro de bodega	29
2.5.4	Descripción del flujo de recepción de moldes en bodega	29
2.5.4.1	Recibir documento de entrega	29
2.5.4.2	Verificar información física	30
2.5.4.3	Llenar formato de recepción	30
2.5.4.4	Etiquetar el cajón	30
2.5.4.5	Asignar el espacio en bodega	30
2.5.4.6	Ubicación en bodega	31
2.5.4.7	Actualizar registros	31
2.5.4.8	Archivar documento	31
2.6	Condiciones de uso del molde de aluminio	32
2.7	Ventajas y desventajas del uso de moldes de aluminio	32
2.7.1	Tormenta de ideas	33
2.7.2	Diagrama de Causa y Efecto, (Ishikawa)	34
2.7.3	Diagrama de Pareto	35
2.8	Limpieza del molde de aluminio	37
2.9	Pruebas de resistencia al impacto en moldes de aluminio, ensayo de derribo	38
2.9.1	Deformación leve	39
2.9.2	Deformación crítica	39
2.10	Pruebas de resistencia a compresión en moldes de aluminio	41
2.11	Estimación del tiempo de vida útil del molde de aluminio	44

2.11.1	Indicador	44
2.11.2	Índice de moldes dañados por semana	44
2.11.3	Indicador de moldes dañados por línea de producción	45
2.11.4	Indicador de moldes dañados por zona afectada	46
3.	PROPUESTA DE USO DE MOLDES DE POLICARBONATO	51
3.1	Poli-carbonato	51
3.2	Características que determinan la calidad del molde de poli-carbonato	52
3.3	Clasificación de defectos	53
3.3.1	Vela no desmolda	53
3.3.2	Vela rayada	54
3.4	Manejo y almacenamiento	54
3.4.1	Descripción del flujo de manejo de moldes	55
3.4.1.1	Solicitar moldes a bodega	55
3.4.1.2	Traslado de cajón a área de desmolde	55
3.4.1.3	Quitar cobertor del cajón	55
3.4.1.4	Sacar moldes del cajón	56
3.4.1.5	Colocar los moldes sobre la banda de transporte	56
3.4.1.6	Traslado de banda de transporte a banda de llenado	56
3.4.1.7	Llenado de moldes	56
3.4.1.8	Voltear el molde y extraer la vela	56
3.4.1.9	Colocar boca abajo dentro del cajón	57
3.4.1.10	Ordenar filas y columnas	57
3.4.1.11	Colocar lámina de corrugado entre camas	57

3.4.1.12	Cubrir con wrapper el cajón	57
3.4.1.13	Trasladar el cajón a bodega	57
3.4.1.14	Hacer entrega a bodega	58
3.5	Condiciones del proceso de fabricación	59
3.6	Ventajas y desventajas del molde de poli-carbonato	61
3.7	Métodos de enfriamiento de la mezcla en molde de poli-carbonato	62
3.7.1	Separación entre filas	62
3.7.2	Distribución de ventiladores	63
3.7.3	Acondicionamiento del túnel de enfriamiento	63
3.8	Análisis y pruebas de contaminación del molde de poli-carbonato	64
3.8.1	Tintas líquidas	64
3.8.2	Colorantes sólidos	64
3.8.3	Pigmentos sólidos	64
3.8.4	Pigmentos	65
3.9	Determinación de la limpieza del molde	66
3.10	Pruebas de precalentamiento	67
3.11	Curvas comparativas (Aluminio –Poli carbonato) de precalentamiento	68
3.12	Curvas comparativas (Aluminio –Poli carbonato) de enfriamiento	70
3.13	Pruebas de resistencia al impacto en molde de poli-carbonato, ensayo de derribo	72
3.13.1	Deformación leve	73
3.13.2	Deformación crítica	73
3.14	Pruebas de resistencia a compresión en moldes de poli-carbonato	75
3.15	Pruebas de reciclaje de poli-carbonato	77

3.16	Estimación del tiempo de vida útil del molde de poli-carbonato	78
4.	IMPLEMENTACIÓN DE MOLDES DE POLICARBONATO	79
4.1	Solicitud de parafina para prueba de desmolde	79
4.2	Solicitud de un lote de 200 moldes de poli-carbonato para muestreo	79
4.3	Prueba de llenado con parafina pura con desmoldante	80
4.4	Prueba de llenado con parafina pura sin desmoldante	80
4.5	Solicitud de mezcla para prueba de producción	81
4.6	Carga de mezcla para prueba de producción	81
4.7	Primera corrida del proceso de llenado	81
4.8	Desmolde y determinación de defectos	82
4.9	Carga de reproceso	82
4.10	Segunda corrida del proceso de llenado	83
4.11	Desmolde y determinación de defectos	83
4.12	Comparación de acabados entre mezcla virgen y mezcla reproceso	84
4.13	Comparación entre el llenado en aluminio y el llenado en poli-carbonato	84
4.14	Costo inicial	85
4.15	Costo de operación	85
4.16	Costos de reparación	86
5.	MEJORAS CONTINUAS PARA MANTENER EN BUEN ESTADO LOS MOLDES DE POLICARBONATO	87
5.1	Retroalimentación	87
5.2	Inspección periódica	87

5.3	Propuesta en el método de desmolde	88
5.4	Manejo y ubicación en bodega	88
5.5	Formatos para operatoria en bodega	89
5.6	Normas para ingreso y salida de moldes de bodega	89
CONCLUSIONES		91
RECOMENDACIONES		93
BIBLIOGRAFÍA		95
APÉNDICE		97
ANEXOS		107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Diagrama de flujo del proceso de mezclado	10
2	Diagrama de flujo del proceso de llenado	14
3	Diagrama de flujo del proceso de desmolde	17
4	Diagrama de flujo de recepción de moldes	31
5	Diagrama de Causa y Efecto	35
6	Diagrama de Pareto, causas de desperdicio de moldes de aluminio	36
7	Índice de moldes dañados por semana	45
8	Indicador de moldes dañados por línea de producción	46
9	Indicador de moldes dañados por zona afectada	47
10	Diagrama de flujo de manejo de moldes	58
11	Curva de precalentamiento, moldes de aluminio	69
12	Curva de precalentamiento, moldes de poli-carbonato	69
13	Curva de enfriamiento, moldes de aluminio	71
14	Curva de enfriamiento, moldes de poli-carbonato	72
15	Organigrama Dirección de Manufactura	97
16	Solicitud de carga para prueba de desmolde	99
17	Solicitud de carga para corrida de producción	101
18	Formato de ingreso de moldes a bodega	103
19	Formato de salida de moldes de bodega	105

TABLAS

I	Datos físicos de moldes de aluminio a ensayar (Prueba de impacto)	39
II	Ensayo de derribo aluminio vacío	40
III	Resumen prueba de resistencia al impacto, moldes aluminio vacío	40
IV	Ensayo de derribo aluminio con mezcla	40
V	Resumen prueba de resistencia al impacto, aluminio con mezcla	41
VI	Datos físicos de moldes de aluminio a ensayar (prueba compresión)	42
VII	Resumen de resultados de la prueba de compresión Moldes de aluminio, posición boca arriba	42
VIII	Moldes de aluminio, posición boca abajo	43
IX	Moldes de aluminio, posición horizontal o lateral	43
X	Entrega de moldes dañados a bodega	48
XI	Número de moldes contaminados primera limpieza	65
XII	Número de moldes contaminados, segunda limpieza	66
XIII	Temperaturas de precalentamiento de moldes	68
XIV	Lectura de temperatura en moldes de aluminio	70
XV	Lectura de temperatura en moldes de poli-carbonato	71
XVI	Datos físicos de los moldes poli-carbonato a ensayar (Prueba de impacto)	74
XVII	Resumen prueba de resistencia al impacto, moldes poli-carbonato vacío	74
XVIII	Resumen prueba de resistencia al impacto, Poli-carbonato con mezcla	75
XIX	Datos físicos de los moldes de poli-carbonato (Prueba de compresión)	76
XX	Moldes de poli-carbonato, posición boca arriba	76

XXI	Moldes de poli-carbonato, posición boca abajo	76
XXII	Moldes de poli-carbonato, posición horizontal o lateral	77
XXIII	Entrega de moldes poli-carbonato dañados a bodega	78
XXIV	Resultados prueba de llenado con desmoldante	80
XXV	Resultados prueba de llenado sin desmoldante	80
XXVI	Resultados de desmolde primera corrida de llenado	82
XXVII	Resultados de desmolde segunda corrida de llenado	83

LISTA DE SÍMBOLOS

CMC	Carga máxima de compresión
Cm	Centímetros
Def.	Deformación
D.	Diámetro
Ext.	Externo
° C	Grados centígrados
gr	Gramos
Int.	Interno
Kg	Kilogramos
Mt	Metros
Mt2	Metros cuadrados
Mm	Milímetros
%	Porcentaje
“	Pulgadas
Sem.	Semana
Temp.	Temperatura
UV	Ultra violeta
Unid.	Unidad

GLOSARIO

Caño	Se llama caño al dispositivo usado para servir la mezcla dentro de los moldes, éste está formado por un tubo de aluminio de un metro de largo y $\frac{3}{4}$ " de diámetro, en ambos extremos cuenta con acoples para adaptar la manguera térmica y el filtro de salida. Cuenta con asa de manipulación para evitar que los operadores sufran quemaduras en las manos.
Cuarto de cargas	Departamento encargado del suministro de materias primas a planta de producción.
Desmoldante	Producto químico que se adhiere a las paredes del molde, formando sello donde existe porosidad.
Maquinado	Proceso de corte y perforado, en el que se dan las dimensiones finales a la vela, por medio de sierra y barreno.
Número de lote	Número correspondiente al correlativo en secuencia del producto a fabricar en determinado día, el cual identifica todos los documentos de registro y archivo.
Orden de carga	Documento extendido por el departamento de Producción para requerir materias primas y asignar al personal responsable del proceso de fabricación.

Polímero	Resina granulada, transparente y rígida, utilizada para fabricar productos de plástico.
Pre calentamiento	Proceso de calentar el molde antes de depositar la mezcla dentro del mismo.
Recolectora de rebalse	Bandeja que recupera la mezcla que rebalsa de los moldes al momento de llenar.
Reproceso	Materia prima generada como excedente o sobrante de un proceso de fabricación, el cual puede volverse a procesar una segunda vez.
UV	Luz solar ultra violeta
Wrapper	Plástico termo-encogible que se usa para cubrir los cajones de moldes.

RESUMEN

El estudio se realiza en una fábrica de velas de parafina, la cual presenta el problema que los moldes usados en la actualidad, reportan altos niveles de desperdicio por deformación de los mismos, haciendo el proceso de fabricación de velas cada vez más lento y difícil.

Los moldes usados actualmente son fabricados de aluminio, el cual es un excelente material para el proceso de fabricación de velas, pero tiene algunas desventajas con relación a la forma interna de operar de la planta de producción.

Se describen los procesos de fabricación, en los cuales intervienen los moldes, así como las condiciones a las que son sometidos, tomando en cuenta las ventajas y desventajas que ofrecen ante tales situaciones.

Al considerar un material que cumpla con las características necesarias para la fabricación de velas de parafina y que se ajuste a las condiciones actuales, se propone el uso de poli-carbonato, el cual es un material compuesto con características especiales de los polímeros.

Se presenta una comparación entre las propiedades mecánicas de ambos materiales, aluminio y poli-carbonato, y se llega a la conclusión que el poli-carbonato es un material capaz de sustituir al aluminio en este tipo de proceso.

OBJETIVOS

General

Implementar el uso de moldes de poli-carbonato en el proceso de llenado en una fábrica de velas de parafina, mediante el establecimiento de las condiciones ideales para dicho material, sin descuidar los requisitos de calidad de la vela.

Específicos

1. Demostrar que el poli-carbonato sí cumple con los requisitos necesarios para fabricar velas.
2. Hacer una comparación entre moldes de aluminio y moldes de poli-carbonato, ventajas y desventajas.
3. Determinar las condiciones en las cuales se debe trabajar el proceso de llenado con moldes de poli-carbonato.
4. Determinar las condiciones de enfriamiento para que la candela no se deforme.
5. Establecer el procedimiento con el cual se limpiará el molde de poli-carbonato.
6. Demostrar que el tiempo de vida útil del poli-carbonato, es más prolongado que el aluminio.
7. Hacer una comparación de costos de operación entre moldes de aluminio y moldes de poli-carbonato.

INTRODUCCIÓN

La fabricación de velas, por años, estuvo basada en procesos manuales o artesanales, los cuales consistían en sumergir una mecha durante repetidas veces dentro de un recipiente que contenía parafina fundida. Otro método es hacer caer de forma vertical, sobre una mecha, un goteo constante de parafina líquida, la cual se adhería a la mecha hasta lograr un diámetro aceptable en la parte inferior, según lo deseara el artesano.

El vidrio vino a convertirse en un elemento importante para hacer velas, se usa como recipiente de depósito, el cual hace una buena combinación con la parafina, puede dar diferentes formas, tamaños y da buena vista al quemado. Por lo práctico que es, hasta la fecha, es una de las formas más fáciles de hacer velas, pero su mayor desventaja es ser muy frágil y sólo se puede hacer una vela por recipiente.

Hoy en día la fabricación de velas se ha orientado a competir con productos decorativos, aromáticos y curiosos, ya no tanto a proporcionar una lumbre como el concepto original, por lo mismo, la demanda del mercado ha ido en crecimiento, por lo cual es necesario lograr que la producción cumpla con dicha demanda.

Los volúmenes requeridos por el mercado han llevado a que los procesos de fabricación sean cada vez más acelerados. Para lograr producciones en masa, es necesario el uso de moldes que permitan fabricar series de velas de un mismo tamaño, diámetro o forma, dichos moldes deben permitir que se cumpla con varios aspectos que requiere trabajar con la parafina, tales como:

trabajo a altas temperaturas, capaz de soportar choque térmico, fácil para desmoldar en cuanto la parafina ha solidificado, acabado superficial de la vela, entre otros.

En nuestro medio, los moldes más comunes en fabricación de velas son de aluminio, este material cumple con todos los requisitos necesarios para dicho proceso, pero también cuenta con una gran desventaja, es altamente sensible a niveles bajos de compresión e impacto, fácilmente deformable, lo que hasta cierto punto lo hace ser desechable.

Lo anterior nos da la oportunidad de investigar una nueva opción en función de material, así como proponer otra alternativa que permita la fabricación de velas, cumpliendo con todas las características y requisitos de calidad, el polí-carbonato es un material con el que puede trabajarse tanto a altas como a bajas temperaturas sin sufrir deformación, por su elasticidad se considera que cuenta con propiedades que lo hacen más resistente a compresión e impacto; se evaluará qué tanto puede reducir los niveles de rechazo, proporcionar una vida útil más prolongada y por lo mismo, reducir los costos de producción por compra o reparación de moldes.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Tipo de empresa

Fábrica de manufactura, dedicada al diseño, producción, venta y distribución de velas de parafina.

1.2 Ubicación de la empresa

Se encuentra en el complejo industrial Liztex Mixco Slgnc, ubicado en la colonia La Brigada, zona 7 del Municipio de Mixco, de Guatemala.

1.3 Organización

En su estructura organizacional se refleja la división de actividades, y la relación con las diferentes funciones, indica además los niveles jerárquicos, de autoridad y subordinación. *

1.4 Misión

Ser una empresa fabricante de velas de parafina en crecimiento, confiable y dinámica. Contar con un equipo humano comprometido, pro-activo, innovador y calificado. Buscar permanentemente superar las expectativas de nuestros clientes y accionistas en alianza con nuestros proveedores.

* Apéndice 1

1.5 Visión

Ser la empresa productora de velas de parafina más grande de América Latina, en expansión a mercados mundiales, comprometida a satisfacer y superar las expectativas de nuestros clientes, con los más altos estándares de calidad mundial.

1.6 Valores

Respeto, responsabilidad, satisfacción del cliente, ética.

1.6.1 Respeto

Consideramos altamente a nuestros colaboradores, clientes y consumidores, proveedores, acreedores y a las leyes de nuestro país.

1.6.2 Responsabilidad

Respondemos por las implicaciones de las decisiones que se adoptan de forma individual como de empresa.

1.6.3 Satisfacción del cliente

Buscamos satisfacer las necesidades reales de nuestros clientes por medio de productos y atención de excelencia.

1.6.4 Ética

Es nuestro compromiso actuar de acuerdo a la cultura de la empresa.

1.7 Infraestructura de la empresa

1.7.1 Oficinas

Cuenta con área de oficinas cuya estructura es de concreto y block en sus lozas y paredes principales, sus divisiones internas están construidas por tabiques y paneles modulares.

1.7.2 Planta de producción

La planta cuenta con un área aproximada de 12200mt², en la cual el piso de concreto cemento, las columnas y vigas sobre las que descansa el techo son de hierro, el techo de lámina galvanizada a una altura de 12 metros sobre el nivel del piso.

1.7.3 Equipo

En la parte del proceso de mezclado se cuenta con 6 tanques fundidores, estos con capacidad de 5000 kg de mezcla cada uno, en ellos se convierte la parafina de tabletas a líquido, para la elaboración de las mezclas destinadas para la fabricación de producto (velas), se tienen 18 tanques mezcladores con capacidad de 1400 kg de mezcla cada uno, cada tanque cuenta con un agitador para batir la mezcla, el cual es movido de forma neumática, a su vez los tanques cuentan con un controlador de temperatura y presión de vapor.

El área de llenado consta de 10 bandas de transporte cuya estructura es de acero inoxidable, sus dimensiones son 120 pies de largo por 4 pies de ancho y 3 pies de alto.

Al inicio de cada banda se sitúa la zona de llenado y al final la zona de desmolde, en su parte intermedia la zona de enfriamiento. Estas bandas son accionadas por motores eléctricos, los cuales cuentan con un regulador de velocidad.

Posterior al área de desmolde se encuentra la zona de maquinado, cada línea de producción cuenta con una sierra de corte de acuerdo al tamaño y tipo de vela que se esté trabajando, un barreno de perforación ajustable al tamaño de vela en proceso el cual perfora el agujero donde será introducido el pabito o mecha de la vela.

Para finalizar está el área de empaque que cuenta con tres bandas de transporte sobre las cuales se da limpieza a las velas y se agregan los materiales de empaque según el requerimiento, se cuenta con horno para cuando se necesite aplicar calor a material termo-encogible.

1.8 Proceso de Mezclado

Es el conjunto de operaciones que permiten transformar las materias primas en una mezcla homogénea, usando para ello equipo de alta temperatura, como tanques a vapor o marmitas eléctricas, agitadores de revolución y dispositivos de filtración.

1.8.1 Verificación de orden de carga

Al recibir la orden de carga el mezclador debe verificar que tenga asignado un número de lote, y un tanque específico en el cual se hará la mezcla, éste debe coincidir con la línea asignada para no alterar el ordenamiento de los productos.

1.8.2 Verificar que el tanque coincida con la orden

Se debe verificar que el tanque especificado en la orden de carga, esté libre de mezcla en el horario en que se programó hacer la carga.

1.8.3 Solicitar materias primas

Entregar la orden de carga al jefe de cuarto de cargas, para que luego de verificar la existencia de los materiales proceda a aprobar dicha solicitud. Con esta orden el personal de cuarto de cargas hace el pesaje de las materias primas que requiere la orden y las entregas al personal de mezclado.

1.8.4 Aprobación de limpieza de tanque

Como parte del procedimiento de mezclado, el mezclador debe hacerle limpieza interna al tanque asignado, luego debe solicitar la aprobación de limpieza firmada por control de calidad, éste debe estar limpio y vacío, también debe revisar que la hélice del agitador esté en condiciones adecuadas para su uso.

1.8.5 Verificar válvula de descarga

Antes de cargar se debe revisar que la válvula de descarga del tanque se encuentre cerrada, de lo contrario al momento de agregar las materias primas se provocará derramamiento de las mismas.

1.8.6 Graduar el regulador de temperatura

Colocar el controlador de temperatura del tanque a la temperatura adecuada para la mezcla que se va hacer, dicha temperatura viene especificada en la orden de carga.

1.8.7 Cargar parafinas

Para hacer la carga de parafinas en tanques mezcladores, es necesario trasegarla desde los tanques fundidores con tubería térmica, cada tanque cuenta con una escala métrica la cual tiene una equivalencia en kilos de mezcla, el mezclador debe basarse en ello para cargar las cantidades solicitadas en la orden de carga.

1.8.8 Verificar temperatura del tanque

Una vez cargadas las parafinas es necesario que la temperatura esté como lo especifica la orden de carga, ya que de lo contrario seguir con el procedimiento provocará que la temperatura baje y se salga del rango permitido para continuar agregando materiales a la mezcla.

1.8.9 Poner agitación

Se debe abrir la válvula de aire comprimido para poner en agitación la parafina cargada en el tanque, esto con el objetivo de que al agregar los materiales no tiendan a irse directamente hasta el fondo del mismo.

1.8.10 Verificar ingredientes

Verificar que los ingredientes que se van a agregar al tanque son los especificados en la orden de carga, las etiquetas de cada uno de ellos debe coincidir con el número de lote y los pesos establecidos en la orden de carga. Si todo está correcto se reciben los materiales de cuarto de cargas, de lo contrario es preciso dar aviso para que se vuelva a hacer la operatoria de pesaje. Si el pesaje es incorrecto la fórmula original se pierde.

1.8.11 Traslado de materiales

Una vez recibidos los materiales, el mezclador debe trasladarlos cuidadosamente hacia el tanque, de preferencia en el orden en que deben agregarse a la mezcla.

1.8.12 Agregar aditivos

Los aditivos son materiales que dan consistencia a la mezcla, el orden en que se añadan a la mezcla no afecta.

1.8.13 Esperar agitación

Se debe esperar como mínimo 15 minutos, a que el tanque en agitación disuelva los aditivos agregados y dé tiempo a que se estabilice la temperatura.

1.8.14 Agregar colorantes

Inicialmente se agrega el 70% de los colorantes y se debe esperar 15 minutos de agitación, se considera este porcentaje debido a que hay pigmentos que reaccionan al momento de agregar la fragancia, provocando variación de la tonalidad esperada.

1.8.15 Toma de muestra

Tomar una muestra de 1 kilo de la mezcla y llevarla al departamento de control de calidad, aquí definirán el ajuste de color necesario en función de la fragancia si es que lo lleva la fórmula.

1.8.16 Ajuste de color

Una vez hecha la prueba de color con fragancia, en 1 kilo de mezcla, se agrega la cantidad de colorantes definida por control de calidad para ajustar el color final a todo el tanque.

1.8.17 Agregar fragancia

Si dentro de la fórmula existe fragancia, ésta debe ser agregada al tanque hasta que esté definido el color. Al agregar la fragancia es necesario dar un tiempo entre 15 a 20 minutos para que toda la mezcla sea homogénea.

1.8.18 Aprobación de la mezcla

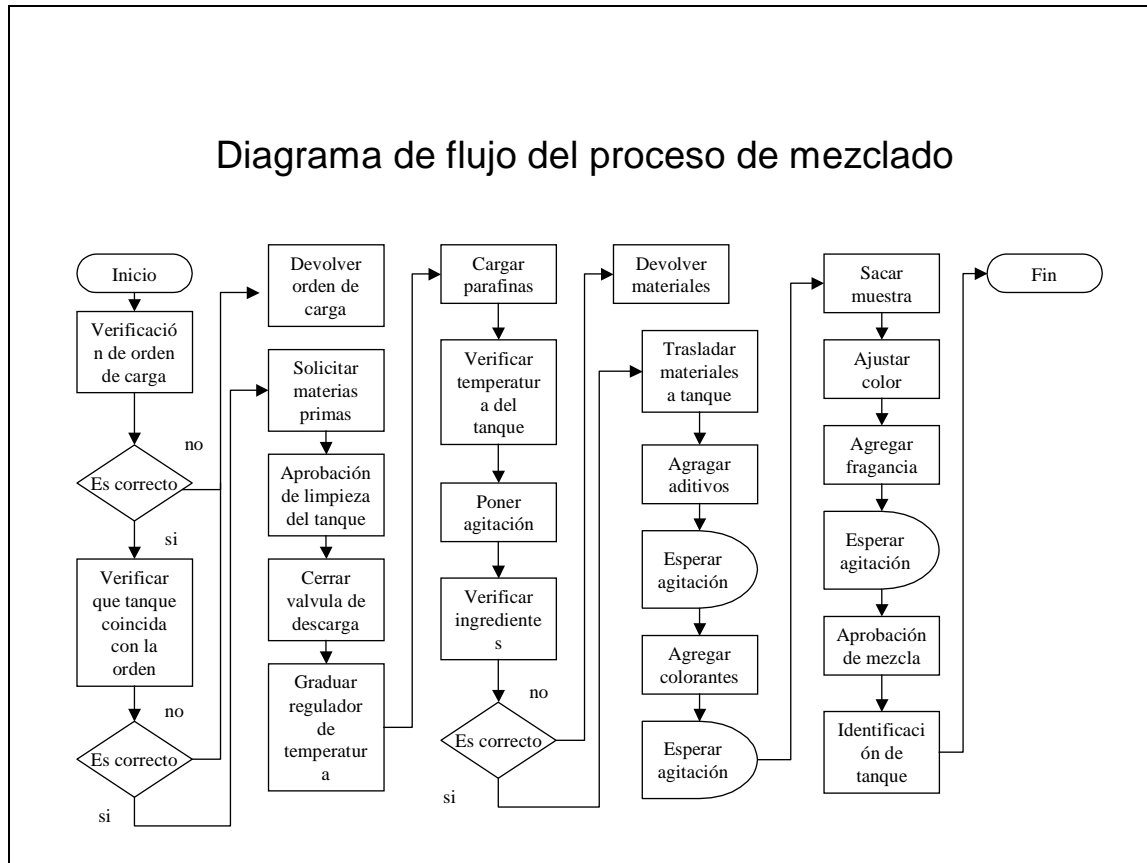
Luego de haber agregado todos los materiales indicados en la fórmula, se procede a sacar una muestra de la mezcla final y se lleva a control de calidad para que sea aprobado el tanque.

1.8.19 Identificación del tanque

Una vez aprobada la mezcla, se coloca una hoja donde se identifica el producto que contiene el tanque y la hora en que fué aprobado por control de calidad, esto con el objetivo de que el personal de llenado tenga a la vista la disponibilidad de la mezcla.

Al estar aprobado el tanque por control de calidad se debe suspender la agitación, luego es preciso dar 30 minutos de reposo a la mezcla para que expulse la espuma que pudo generar la agitación, después de esto la mezcla puede ser llenada en los moldes.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de mezclado



1.9 Proceso de llenado

Consiste en trasladar la mezcla de parafina, desde el tanque mezclador o marmita a los moldes en los cuales se fabricarán las velas.

1.9.1 Verificación del tanque

El jefe de llenado debe verificar que el tanque o marmita este aprobado, la orden de carga debe también estar aprobada por control de calidad. Debe asegurarse que el tanque contenga fragancia si la fórmula así lo especifica.

1.9.2 Activar ventiladores

Antes de empezar el proceso de llenado, deben activarse los ventiladores necesarios según la vela a fabricar y verificar que estén funcionando correctamente.

1.9.3 Identificación del producto a llenar

Para información del personal se debe llenar la hoja de identificación de llenado, con número de lote, producto, tamaño, cantidad de kilos del tanque, número de orden de producción.

1.9.4 Ensamble de accesorios

El jefe de llenado debe revisar que los accesorios estén debidamente ensamblados entre sí, la manguera térmica al filtro del tanque, el filtro del tanque a la válvula de salida del tanque y la manguera al caño de sujeción, con el objetivo de no provocar fugas y derramamiento de mezcla.

1.9.5 Colocación de filtro

En el extremo del caño de sujeción o salida de mezcla hacia los moldes, debe colocarse un filtro de lana para impedir el paso de partículas o basuras contaminantes.

1.9.6 Activar velocidad de banda de llenado

De acuerdo al tamaño de la vela a fabricar, así se gradúa la velocidad de banda de llenado, la banda cuenta con un dispositivo electrónico de variación de velocidad.

1.9.7 Activar horno de calentamiento de moldes

El horno eléctrico que se usa para calentar los moldes, debe ser activado antes de empezar el llenado para que llegue a la temperatura adecuada, ésta temperatura está en función del tamaño del molde y de la velocidad de la banda.

1.9.8 Colocar los moldes sobre la banda

Los moldes deben ser colocados sobre la banda de llenado sin dejar espacio entre ellos, para reducir la rugosidad de las paredes de los moldes de aluminio es necesario agregar desmoldante antes de proceder al llenado. Si la mezcla no lleva fragancia es indispensable la aplicación de desmoldante, de lo contrario la vela no desmoldará.

1.9.9 Activar recolectora de rebalse

Colocar la plancha recolectora de mezcla de rebalse, en el punto de llenado y activarla a la temperatura adecuada según la velocidad de banda, esta plancha permite recuperar lo que se derrama de los moldes.

1.9.10 Llenado de moldes

El llenado se hace colocando el extremo del caño con filtro de lana sobre los moldes, los moldes se llenan por filas uno a la vez hasta el borde superior, el rebalse se recoge con la plancha recolectora y se usa para relleno o nivelación de mezcla en la vela.

1.9.11 Identificación de la banda

Para información del personal se coloca una hoja de identificación en los primeros moldes llenos, aquí se indica el producto llenado, el número de lote, número de orden de carga y el número de tanque o marmita de donde se está tomando la mezcla.

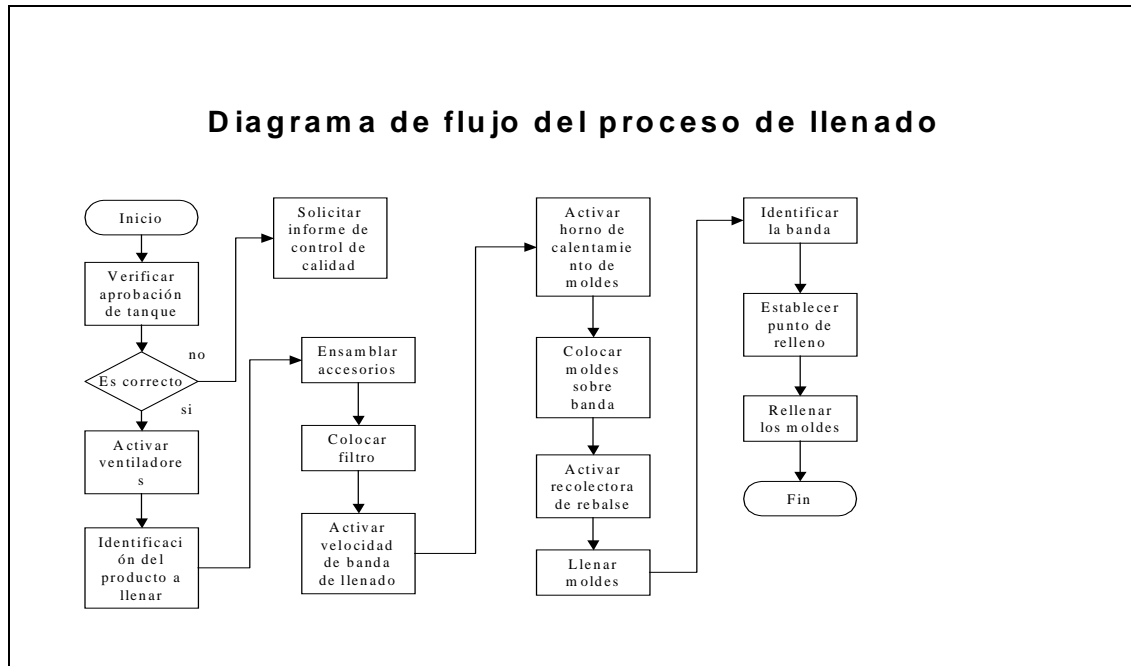
1.9.12 Establecer punto de relleno

El jefe de línea debe establecer el punto de relleno de la vela y trasladar la mezcla de rebalse en marmita, la marmita también debe ser identificada con la mezcla para evitar confusiones.

1.9.13 Rellenado de moldes

Una vez establecido el punto de relleno, al llegar la vela a ese punto se procede a rellenarla lo mas próximo al borde, de tal forma que no se derrame la mezcla.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de llenado



1.10 Proceso de enfriamiento

El proceso de enfriamiento empieza desde el momento en que termina de ser llenado el molde. En parte la velocidad de banda ayuda y permite que el molde libere calor a lo largo de la misma. Dependiendo del tamaño del molde y de la velocidad de la banda se usan ventiladores de piso, los cuales ventilan hacia arriba y ventiladores aéreos los cuales ventilan hacia abajo. La posición y la separación entre ellos lo define el tamaño del molde en proceso.

La función de los ventiladores de piso es solidificar la parte superior de la vela, o la piscina y la pared del molde.

La función de los ventiladores aéreos es solidificar la mezcla interna a las paredes de la vela. La ventilación aérea no puede ser excesiva ya que golpea directamente la mezcla dentro de los moldes, si se excede puede provocar deformaciones internas a la pared de la vela, como por ejemplo formar cavidades internas.

La última parte del proceso de enfriamiento es hacer pasar la vela por un túnel de aire acondicionado el cual varía la temperatura entre 9 y 16° C.

1.11 Proceso de desmolde

Consiste en la extracción de la vela del molde, éste se efectúa únicamente cuando la mezcla ha solidificado y enfriado totalmente, de lo contrario existirán áreas pequeñas de la superficie de la vela que estarán pegadas a la pared del molde, impidiendo un desmolde fácil. Cuando la mezcla está totalmente sólida, con el sólo hecho de darle vuelta al molde, automáticamente sale la vela.

Una vez desmoldada la vela debe ser comparada con los estándares de calidad, las velas que cumplan con los requerimientos de calidad se trasladan directamente al siguiente proceso, las que no estén dentro de los rangos de aceptación, se apartan y se sacan del proceso para volver a fundirlo como mezcla de reproceso.

1.11.1 Verificar existencia de estándares

Antes de iniciar el desmolde de las velas, se debe verificar que se cuente con los estándares de calidad del producto que se va a desmoldar, para tener con que comparar desde el inicio.

1.11.2 Extracción de la vela

Al salir los moldes del túnel de enfriamiento, se les da vuelta y se extrae la candela.

1.11.3 Verificación de la calidad

Verificar que las velas desmoldadas estén en buen estado y según los estándares de calidad, separar las velas que no cumplen con las características del estándar.

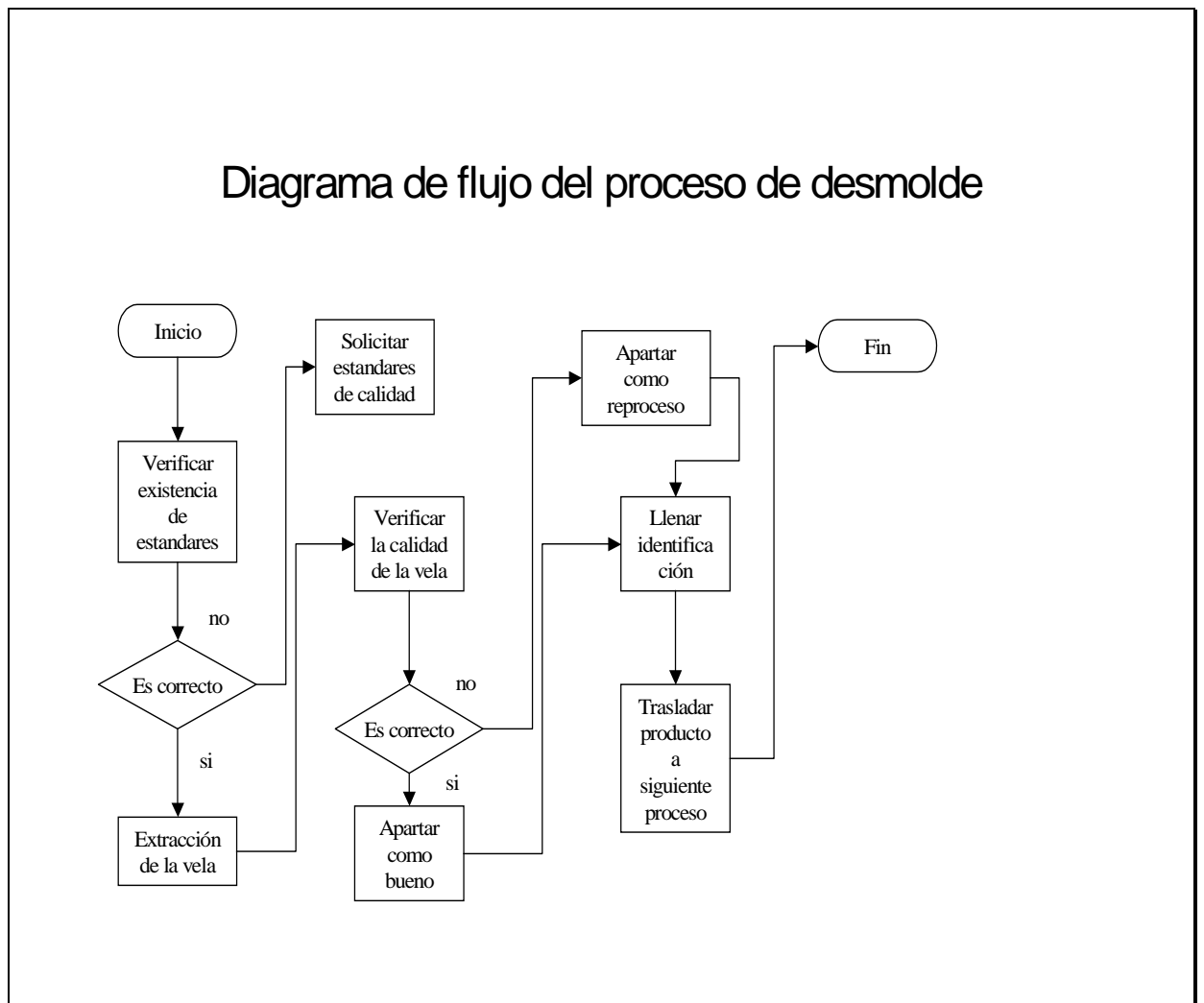
1.11.4 Llenar identificación

Con las primeras velas desmoldadas debe llenarse la hoja de identificación de producto con número de lote, número de orden de producción y nombre del producto, esto para información del personal.

1.11.5 Traslado de producto

Se solicita al personal de control de calidad que verifique la calidad de la vela desmoldada. Como muestra de aprobación firma la hoja de identificación y el producto es entregado al personal encargado del siguiente proceso.

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de desmolde



2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE LLENADO

2.1 Definición del proceso actual

Para iniciar el proceso de llenado se debe contar con lo siguiente: La mezcla debe estar aprobada dentro de las características óptimas, esto es, color dentro del estándar, temperatura adecuada, estar en reposo y no agitada. Se debe contar con los moldes en los cuales se llenará la mezcla y los accesorios y utensilios necesarios para realizar el llenado, estos debidamente limpios para evitar contaminación, los accesorios incluye válvula adaptador a la salida del tanque de mezcla, manguera térmica para trasegar la mezcla, caño de sujeción manual, válvula de salida, dispensador, filtro adaptable al dispensador. También se debe contar con una plancha u horno térmico para el precalentamiento de los moldes y el espacio físico o banda de transporte donde puedan colocarse los moldes.

Se realiza el llenado una vez la mezcla y los moldes tienen la temperatura adecuada para que no exista ninguna reacción entre ambos, de lo contrario la apariencia externa de la vela puede variar a lo esperado. Los moldes son colocados sobre la banda de llenado, formando filas y columnas compactas para aprovechar el espacio, el operador gradúa la válvula de salida de tal forma que le permita llenar toda la fila sin que se le pase la zona de precalentamiento de moldes, debe controlar que la mezcla que se derrame no sea excesiva para aprovechar la bandeja recolectora al máximo.

La velocidad de banda está relacionada al tamaño del molde y a la temperatura del horno de calentamiento de moldes, si la velocidad de la banda es muy alta o la temperatura del horno es muy baja los moldes llegarán fríos al punto de llenado, lo ideal es que los moldes alcancen una temperatura entre 78 y 83° C sin importar su tamaño, por ejemplo para moldes de 3" de diámetro por 3.5" de alto, la velocidad de banda promedio es de 5" por minuto y la temperatura promedio del horno es de 185° C.

Después de haber sido llenadas las filas de moldes, empieza el proceso de enfriamiento. El aluminio es un material que tiende a liberar calor, aún así los moldes estén estrechamente pegados.

Para enfriar la vela se usan dos sistemas, uno es a través de ventilación y el otro por medio de aire acondicionado.

En la zona de ventilación se usan tres ventiladores de piso los cuales están separados cada diecinueve pies después del punto de llenado, adicional a eso se usan dos ventiladores aéreos los cuales deben estar separados cada veintiocho pies después del punto de llenado, la ubicación es intercalada para que no existan vientos encontrados por ventiladores en sentidos contrarios. Después del último ventilador de piso hay una distancia de diez pies antes de llegar al túnel de aire frío.

La zona de aire acondicionado es un túnel cerrado en donde circula aire frío, este es graduado de acuerdo al tamaño de molde en proceso y a la velocidad de la banda, el frío puede variar entre nueve y dieciséis grados centígrados, la longitud del túnel de enfriamiento es de 33.5 pie, equivalente a 10 metros.

2.1.1 Color aprobado

La mezcla es aprobada de color después de hacer una comparación entre una muestra sólida del tanque cargado y las velas definidas como estándares por parte del cliente. Estas velas son almacenadas durante un período de seis meses, ya que por el proceso de degradación de color después de este tiempo la tonalidad del color varía.

2.1.2 Temperatura de la mezcla

La temperatura de la mezcla al momento de empezar el llenado debe ser lo más estable posible, ya que si existe variación brusca puede cambiar las condiciones de color de la misma, o bien si la mezcla contiene fragancia podría oxidar la fragancia lo cual cambia de manera irreversible la tonalidad del color.

La temperatura promedio apropiada para la mayoría de las fragancias está en un rango de 85 a 90° C.

Se dice que una fragancia se oxida cuando por efecto de ser sometida a una alta temperatura, arriba de 95° C, la tonalidad de la fragancia tiende a hacerse más amarillenta de lo normal, por lo que cambia la tonalidad de la mezcla.

2.1.3 Mezcla en reposo

El objetivo de darle tiempo a la mezcla para que entre en un estado de reposo, es permitir que el oxígeno atrapado mediante la agitación sea liberado y reduzca la posibilidad de generar burbujas en la vela.

2.1.4 Temperatura del molde

Es importante calentar el molde antes de llenarlo, esto para que exista una relación entre la temperatura de la mezcla y el molde, evita un cambio brusco en la temperatura de la mezcla al depositarse dentro del molde y reduce la probabilidad de defectos superficiales en la vela.

La temperatura del molde promedio apropiada para la mayoría de las fragancias está en un rango de 78 a 83° C.

2.2 Moldes usados actualmente

Los moldes usados actualmente en este proceso son moldes de aluminio. El aluminio ofrece varias ventajas para la elaboración o fabricación de velas, es un material que se adapta perfectamente a las variaciones de temperaturas que sufre el proceso de fabricación de velas, sin ningún comportamiento anormal, este material permite ser sometido a temperaturas hasta 350° C y bajo 0° C, sin sufrir deformación, su color es blanco plateado el cual permite visualizar su grado de limpieza o contaminación y suciedad, es un material estable al aire, no necesita de protección especial, las superficies pueden ser tan bien pulidas que el acabado permite una separación fácil entre la mezcla sólida y el molde al solo voltearlo.

2.2.1 Definición de molde

Es el recipiente que almacena la mezcla líquida por un período de tiempo en el que permite la solidificación de la misma, dando la forma que posee el recipiente. De aquí que la mezcla líquida al solidificar se ajusta al molde del recipiente que la almacenó.

2.2.2 Clasificación de los moldes

- a. Moldes tipo A
- b. Moldes tipo B
- c. Moldes tipo C

2.2.2.1 Moldes tipo A

Son los moldes que se usan con más frecuencia, para producciones voluminosas, estos moldes regularmente son usados por lo menos en tres o cuatro líneas de producción de forma continua. Dentro de estos moldes están los usados para velas pilar de 3x3.5, 3x4.5, 3x5.5 y 3x6.5, estos moldes cuentan con hundimiento en la parte superior de la vela llamado piscina.

2.2.2.2 Moldes tipo B

Son moldes que se usan dos o tres veces por semana en producciones medianas no continuas. Dentro de estos moldes están los usados para velas pilar de 3x3.5, 3x5.5 y 3x6.5, con la parte superior de la vela de forma plana.

2.2.2.3 Moldes tipo C

Estos moldes son los usados para pedidos especiales, son producciones que pueden ser voluminosas pero no frecuentes, los mismos se usaran dos o tres veces al mes, cuentan con formas como por ejemplo, cubos, hexágonos, pilares de cinco a ocho pulgadas de diámetro, etc.

2.3 Características que determinan la calidad del molde de aluminio

Las dimensiones del molde deben ser exactamente a las especificadas por control de calidad y de acuerdo a lo estipulado por el cliente.

La adquisición de moldes se hace por lotes, por lo que todos los lotes deben cumplir de forma uniforme con las mismas dimensiones, tanto internas como externas, las dimensiones más importantes son las internas, ya que estas definen las dimensiones de la vela. Dentro de lo más importante a considerar son las medidas de la parte interna del fondo y de la boca del molde, ya que estas deben presentar forma cónica, también la profundidad del molde debe cumplir con el margen necesario para permitir el corte exacto a la vela. Las paredes laterales o perímetro deben ser pulidas y lisas mayormente en la parte interna, sin rugosidades ni abolladuras. La parte del fondo o piscina y la parte superior o boca del molde deben estar niveladas. El espesor de la pared debe ser uniforme en todo el lote.

2.4 Clasificación de defectos

Dentro de los defectos más comunes observados debido a moldes fuera de especificaciones podemos encontrar:

2.4.1 La vela no desmolda

Este defecto se observa al momento de voltear el molde y querer desmoldar la vela, la cual se pega a las paredes o encuentra algo que le obstruye la salida del molde.

- a) Falta de conicidad

En la parte interna del molde debe existir diferencia entre el diámetro interno del fondo del molde y el diámetro interno de la boca del molde, la variación debe ser como mínimo de 1/16 de pulgada. Si el diámetro interno es igual tanto en el fondo como en la boca del molde difícilmente se logrará desmoldar la vela.

b) Rugosidad en las paredes del molde

Cuando la pared del molde tiene una especie de rugosidad o espuma propia del mismo material, la mezcla tiende a pegarse en esa parte evitando el desmolde.

c) Abolladuras laterales

Las abolladuras laterales se forman cuando el molde es lastimado externamente en su pared, provocando hundimiento, esto impide el desmolde de la vela formando un tope.

d) Residuos de aluminio pegado a las paredes del molde

Esto ocurre con mayor frecuencia en moldes nuevos, en el proceso de fabricación del molde quedan adheridos residuos o partículas de aluminio, las cuales al querer desmoldar la vela forman tope impidiendo la extracción de la misma.

e) Boca del molde lastimada

Cuando la boca del molde a sido lastimada de tal forma que se pierde la circunferencia del mismo, se hace imposible desmoldar la vela.

2.4.2 Vela rayada

Este defecto se observa después de desmoldar la vela, puede ser detectado tanto en la parte superior o piscina de la vela como en su perímetro lateral.

a) Pared con rayón

Cuando el molde no aparenta ningún defecto externo y la vela sale rayada, es porque en su parte interna tiene un rayón que pudo ser ocasionado desde su fabricación o por descuido al momento de limpiarlo o lavarlo.

b) Boca del molde con rebaba

Si por alguna razón el molde tiene exceso de material o rebaba en la boca, la vela siempre saldrá rayada.

c) Boca del molde lastimada

Este defecto se da cuando por alguna razón se golpea o lastima la boca del molde, puede que no sea visible pero la vela saldrá rayada.

2.4.3 Vela deformada

a) Piscina del molde con abolladuras

Cuando el molde tiene abolladura en la parte de la piscina, no existe problema para desmoldar, pero la vela sale deformada, con hundimientos en la parte superior o piscina.

b) Abolladuras laterales en el molde

Existen abolladuras laterales que por el proceso de enfriamiento, al contraerse la mezcla permite desmoldar la vela, pero se observa el hundimiento en la parte afectada.

c) Molde ovalado

Se observa éste defecto, cuando por alguna razón, la parte del fondo o piscina del molde fue prensada, de tal forma que permite desmoldar la vela, pero al verificar dimensiones el diámetro no es uniforme.

2.5 Manejo y almacenamiento

Los moldes son almacenados manualmente dentro de cajones de madera, a su vez deben ser separados entre camas por láminas de cartón corrugado, para evitar el contacto entre una cama y otra, por ninguna razón deben mezclarse moldes de diferentes dimensiones, es importante el no permitir que los moldes salgan fuera del borde del cajón y proteger la última cama con una lámina de cartón corrugado. Para evitar filtración de partículas contaminantes se protege el cajón con wrapper.

En la planta de producción los encargados de sacar y almacenar los moldes en los cajones, son los operarios del área de llenado, si en el proceso se detecta algún problema con los moldes, estos deben ser apartados y reportados como defectuosos al momento de devolverlos a bodega.

Cada cajón debe ser debidamente identificado con la cantidad exacta, las dimensiones y las condiciones en las que es devuelto, sucio o limpio. Si el molde es devuelto a bodega como sucio, debe especificarse el color y la fragancia de la última mezcla trabajada.

El traslado de los cajones de moldes de un lugar a otro se hace con montacargas, de tal forma que no exista movimiento brusco ni contacto entre sí, ya que esto podría ocasionar defectos en los mismos.

2.5.1 Cajones

Los cajones utilizados para almacenar los moldes son hechos de madera de pino, forman un cubo con capacidad de resistir hasta 1500 Kilos de peso. Sus dimensiones son 40" de ancho x 45" de largo x 45" de profundidad.

2.5.2 Entrega a bodega y almacenamiento de moldes

Una persona del departamento de bodega debe hacer la recepción de los cajones con moldes que se le entregan, debe anotar en el formato de recepción el tamaño del molde, cantidad, último producto trabajado en el mismo, estado de entrega (sucio o limpio), fecha, hora, nombre de quien entrega.

El personal de bodega procede a almacenar los cajones en la bodega de moldes, ubicándolos según el tipo.

Para evitar confusión y desorden por ninguna razón se deben estibar cajones de diferentes tipos de molde o diferentes tamaños de molde, los cajones no deben llevar moldes por arriba del borde superior, esto para que al momento de estibar, no haga contacto la parte inferior del cajón que se va a sobreponer, sobre los moldes que salen del borde del cajón de abajo. La estiba que se utiliza dentro de la bodega es de seis cajones máximo por columna para que los cajones no se deformen o quiebren con el peso.

2.5.3 Ubicación dentro de bodega

Cuando los moldes ingresan a bodega, se ubican en el espacio disponible siempre y cuando corresponda a su tipo y tamaño.

Los cajones de moldes limpios son etiquetados de color blanco y los cajones de moldes sucios son etiquetados de color celeste.

Existe un espacio definido para moldes defectuosos, dañados en el proceso. En esta área son puestos todos los moldes en mal estado con su debida clasificación, esto para que al cierre del mes se haga un cuadro entre lo reportado y lo físico.

2.5.4 Descripción del flujo de recepción de moldes en bodega

2.5.4.1 Recibir documento de entrega

El encargado de bodega de moldes recibe el documento de devolución de moldes por parte de personal de producción.

2.5.4.2 Verificar información física

El encargado de bodega de moldes verifica que la información descrita en el documento, coincida con lo que está recibiendo físicamente, esto es tipo de molde, tamaño, cantidad, estado en el que se encuentra, etc.

2.5.4.3 Llenar formato de recepción

El encargado de bodega llena el formato de recepción de moldes, esto para identificar de que línea de producción procede la entrega y las condiciones de entrega del producto.

2.5.4.4 Etiquetar el cajón

El cajón debe ser etiquetado de acuerdo a las condiciones de entrega del molde, si el molde es devuelto sucio debe colocarse una etiqueta celeste, si es limpio la etiqueta debe ser blanca. Lo anterior con el objeto de que cuando sea necesario usarlo, no ocasione atrasos por falta de conocimiento del estado de los moldes.

2.5.4.5 Asignar el espacio en bodega

El encargado de bodega debe asignar un espacio de acuerdo al tipo de molde, tamaño y cantidad de cajones recibidos.

2.5.4.6 Ubicación en bodega

Los moldes deben ubicarse en el espacio asignado por el encargado de bodega, tomando en cuenta que moldes limpios no pueden estar con moldes sucios.

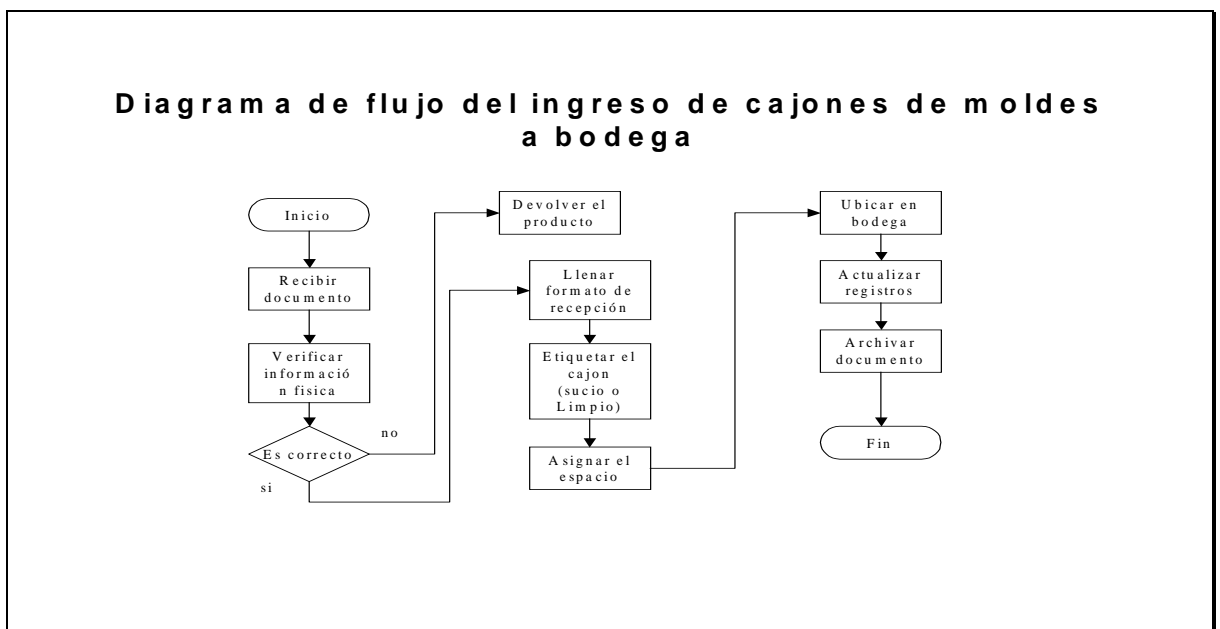
2.5.4.7 Actualizar registros

Los registros de egresos e ingresos deben ser actualizados por el encargado de bodega.

2.5.4.8 Archivar documento

Los documentos de recepción deben ser archivados en el orden de número correlativo, impreso en la parte superior derecha de los mismos.

Figura 4. Diagrama de flujo de recepción de moldes



2.6 Condiciones de uso del molde de aluminio

Dentro de la planta de producción los moldes son tratados manualmente. Cuando se lleva un cajón de moldes a la línea de llenado, estos se sacan del cajón y se colocan boca abajo sobre una banda de transporte que los lleva desde el área de desmolde hacia el lugar de llenado, esta banda gira a una velocidad constante de 21 pulgadas por minuto y su altura es de 3 pies, por lo que es importante darle una distancia prudencial entre cada molde para que no se tope uno con otro y evitar riesgo de caída. Si por alguna razón se cae un molde de la banda es casi seguro que sufrirá deformación. Al llegar al extremo de la banda de transporte los moldes son tomados por un operario quién los traslada a la banda de llenado, la cual mide 4 Pies de ancho por 110 Pies de largo y 3 Pies de alto, esta banda puede variar su velocidad entre 3 y 30 pulgadas por minuto, el requerimiento de velocidad dependerá del tamaño del molde en uso.

Durante el proceso los moldes son sometidos a temperaturas entre 65 a 115 ° C en la estación de llenado y entre 9 a 14 ° C en la estación de enfriamiento y desmolde.

2.7 Ventajas y desventajas del uso de moldes de aluminio

Para la definición de las ventajas y desventajas de los moldes se contó con la ayuda de un grupo del personal operativo, con el fin de enlistar la mayoría de opiniones posibles.

2.7.1 Tormenta de ideas

Esta técnica nos ayuda generando ideas que plantean problemas y causas de los mismos, son ideas originadas por personas relacionadas con el problema en sí.

Cada idea generada debe tomarse en cuenta ya que al terminar la etapa de planteamiento, se hace una depuración de ideas y se arman las ideas básicas y simples.

a) Ventajas:

Fácil desmolde.

Las temperaturas a las que se trabaja la vela no le afectan.

No altera las condiciones de la mezcla.

El material ayuda al enfriamiento.

El material no es corrosivo.

Los moldes no son pesados, son livianos y fáciles de manipular.

b) Desventaja:

Alto nivel de desperdicio de moldes.

El acabado no es parejo en el mismo lote de moldes.

Hay moldes que vienen rayados de fábrica.

El molde se ve bien pero al desmoldar está ovalado.

Si se cae ya no sirve, el material es muy débil.

Son desechables.

Hay que cuidar que no se golpeen de la boca.

Son muy delicados y el proceso muy manual.

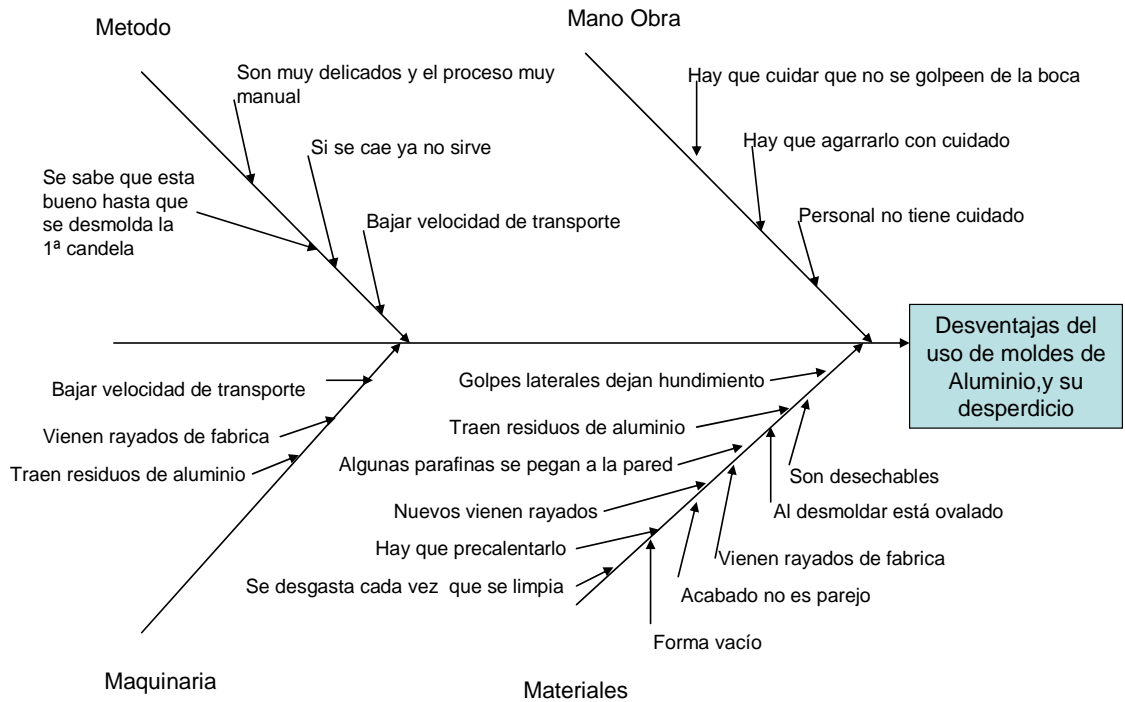
Los golpes laterales les dejan hundimiento.
Hay que tomarlo con cuidado.
Habría que bajar la velocidad de las transportadoras.
El personal no siempre tiene cuidado.
A veces traen rayones estando nuevos.
Cuando son nuevos hay que limpiar los residuos antes de producir.
Algunos tipos de parafina se quedan pegadas a la pared.
A veces forma vacío
Solo se sabe si está bueno hasta que se desmolda la primera candela.
Hay que precalentarlo para evitar defectos en la vela.
Se desgasta cada vez que se limpia.
No aguanta peso.

2.7.2 Diagrama de Causa y Efecto, (Ishikawa)

Este diagrama nos ayuda identificando las causas que se originaron en la tormenta de ideas, las evalúa y enfoca en cuatro áreas diferentes, estas son: Maquinaria y equipo, métodos y procedimientos, mano de obra (personal) y materiales. Permite visualizar de forma más amplia el problema, o para prever consecuencias de nuestros actos.

Se desarrolla un diagrama de causa y efecto, para definir con mayor claridad las causas del desperdicio de moldes de aluminio con las desventajas que este ofrece y establecer hacia que área se inclina la mayoría de causas.

Figura 5. Diagrama de Causa y Efecto



2.7.3 Diagrama de Pareto

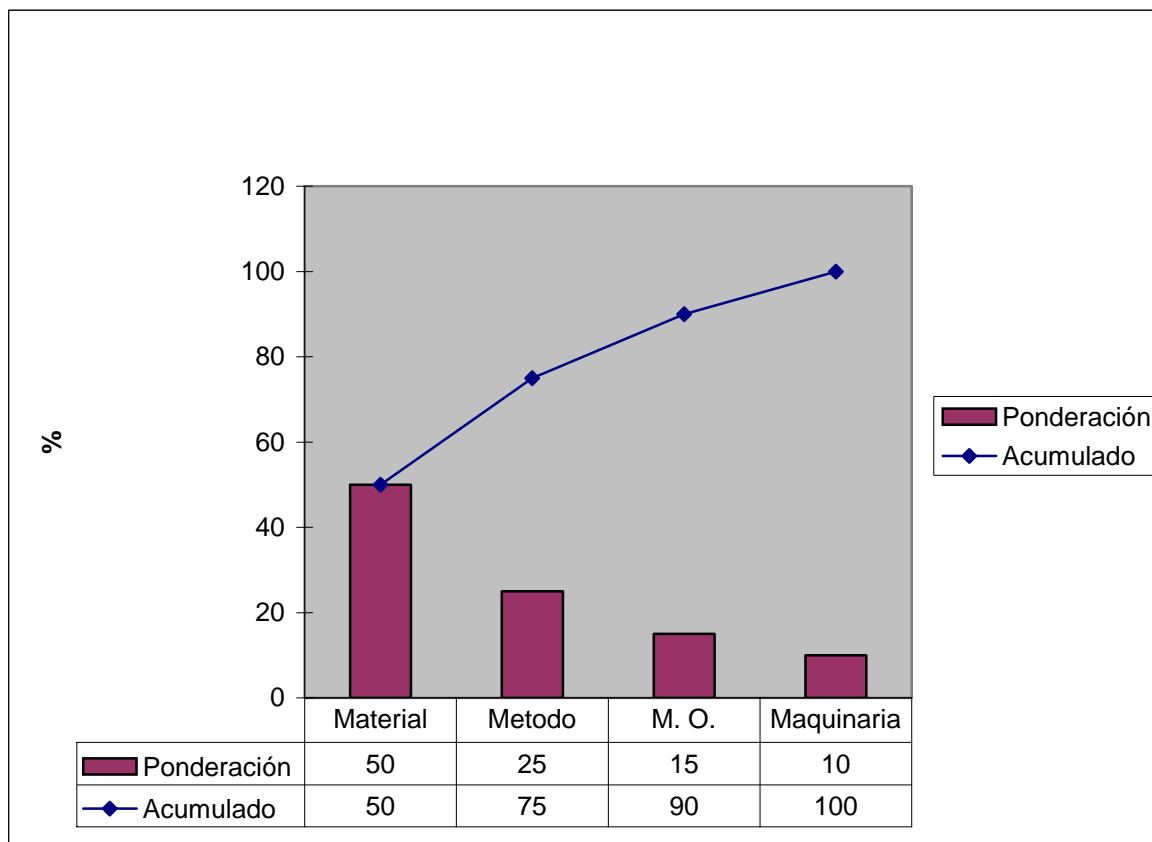
El principio de Pareto establece que cuando hay muchos elementos que intervienen en un resultado, la minoría de estos elementos son los que en mayor porcentaje contribuyen en el resultado.

De acuerdo al diagrama de causa y efecto se pueden replantear las desventajas de usar aluminio, con esto se establece con mayor certeza la conveniencia de buscar un mejor material para moldes.

Ponderación:

El Aluminio es muy sensible a golpes	50%
Falta un sistema de inspección antes de usar los moldes	25%
Capacitar al personal sobre la manipulación de los moldes	15%
Mejorar las condiciones de transporte	10%

Figura 6. Diagrama de Pareto, causas de desperdicio de moldes de aluminio



En base al gráfico podemos ver que el 75% del problema es ocasionado por el 50% de las causas, o también, que el 50% del problema es ocasionado por el 25% de las causas de las desventajas del uso de moldes aluminio.

En base a lo anterior se podría sugerir alternativas de solución que incluyan, el establecimiento de un sistema o método riguroso de control de calidad al recibir un lote de moldes nuevos o inclusive inspeccionar los moldes antes de ser usados en el proceso de llenado.

Sería aconsejable invertir en seminarios de capacitación y entrenamiento para operadores, con el fin de que tomen conciencia en el trato de los moldes y los beneficios que dejaría para la empresa la reducción de costos por desperdicio de moldes dañados.

Modificar los sistemas de transporte y hacerlos más seguros ayudaría en gran manera.

En este caso se observa que lo ideal es buscar una alternativa de solución orientada a un tipo de material que permita reducir ese 50% directo de las causas encontradas.

2.8 Limpieza del molde de aluminio

Para limpiar el molde de aluminio se pueden emplear varias formas, dependiendo de los pigmentos usados en la mezcla del último llenado.

Si los pigmentos fueron suaves y claros la limpieza se hace con un trapo con aceite. Si los pigmentos fueron fuertes y oscuros, se hacen pasar los moldes bajo una plancha u horno de calentamiento y luego se limpian con trapo con aceite. En el caso de colores rojos fuertes es necesario hacer el proceso de fabricación de vela (Llenado a Desmolde), con una mezcla clara tipo reproceso, con el objetivo que esta mezcla asimile la contaminación del último llenado.

Si persistiera la contaminación se deben sumergir los moldes dentro de una marmita con mezcla tipo reproceso claro, dentro de un rango de temperatura entre 80° C y 95° C, durante un período de 30 Minutos, luego pasarlo bajo una plancha u horno de calentamiento y limpiarlo con trapo con aceite.

2.9 Pruebas de resistencia al impacto en moldes de aluminio, ensayo de derribo

Para la realización de esta prueba se tomó una muestra de 15 moldes de aluminio de 3" de diámetro y 3.5" de alto, pared de 0.6 milímetros de espesor y masa de 45 gramos, datos promediados. Estos moldes son los de mayor uso en la planta de producción. Antes de proceder a la prueba o ensayo, se verifica que los moldes estén en perfectas condiciones, para que sea fácil detectar al momento de producirse deformación.

La prueba consiste en suspender una cinta o regla métrica de forma vertical, la cual nos servirá para medir las alturas a las cuales se dejará caer, o derribará el molde en evaluación, se suspende el molde en la posición a evaluar y se eleva a la altura de ensayo, una vez definida la altura se suelta, luego de caer se observa y se palpa para establecer si se produjo deformación, en cada ensayo debe observarse el grado de deformación que se registra, como leve o crítico, en el caso de deformación leve el molde aún es funcional, en el caso de deformación crítico el molde es no funcional o desechable.

2.9.1 Deformación leve

La deformación leve es aquella en la que se afecta la parte externa del molde, formando en la parte de impacto un aplastamiento que no trasciende a la parte interna, esto quiere decir que si se usa éste molde para fabricar velas, no se detectará defecto en las mismas.

2.9.2 Deformación crítica

La deformación crítica se da cuando en el punto de impacto se deforma el molde formando abolladura, esta puede ser visible o palpable en la parte interna, al fabricar velas con este molde será notorio el defecto en las mismas.

El análisis se divide en dos ensayos, el primero se hace con moldes vacíos y el segundo con moldes llenos de mezcla sólida.

- a. 5 moldes se dejan caer boca abajo o piscina hacia arriba, a diferentes alturas, hasta registrar defecto crítico.
- b. 5 moldes se dejan caer boca arriba o piscina hacia abajo, a diferentes alturas, hasta registrar defecto crítico.
- c. 5 moldes se dejan caer de forma horizontal o lateral, a diferentes alturas, hasta registrar defecto crítico.

Tabla I Datos físicos de moldes de aluminio a ensayar (Prueba de impacto)

Probeta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio
Masa gr.	44.6	44.34	44.85	45.4	46.22	44.19	43.46	45.1	44.2	45.36	45.6	44.56	44.42	45.7	44.85	44.8567
D. Int. Boca mm	77.13	76.65	77.17	76.38	76.91	77.03	76.95	76.57	76.77	77.08	77.19	76.95	76.84	77.12	76.75	76.8993
D. Ext. Boca mm	77.9	78.14	78.08	78.33	78.12	78.32	78.05	78.22	78.14	78.29	78.1	78.35	78.08	77.95	78.2	78.1513
D. Ext. Piscina mm	77.84	77.71	77.59	77.52	77.6	77.65	77.7	77.63	77.57	77.47	77.72	77.78	77.86	77.64	77.81	77.6727
Espesor mm	0.55	0.56	0.58	0.58	0.61	0.61	0.58	0.63	0.53	0.61	0.6	0.59	0.61	0.57	0.62	0.58867

Tabla II Ensayo de derribo aluminio vacío

Identificación Aluminio vacío	Altura de fallo en cm					Promedio
Boca abajo	58	62	60	61	59	60
Boca arriba	48	50	50	53	49	50
Horizontal	71	72	72	73	72	72

Tabla III Resumen prueba de resistencia al impacto, moldes aluminio vacío

Resumen de Prueba de resistencia al Impacto por derribo en moldes de aluminio de 3 x 3.5", pared 0.6mm. Vacío.	
Posición de impacto	Altura promedio de fallo en Centímetros
Boca abajo/Piscina arriba	60
Boca arriba/Piscina abajo	50
Horizontal/Lateral	72

Tabla IV Ensayo derribo aluminio con mezcla

Identificación Aluminio lleno	Altura de fallo en cm					Promedio
Boca arriba	35	37	39	38	36	37
Boca abajo	42	40	41	40	42	41
Horizontal	35	36	36	34	34	35

Tabla V Resumen prueba de resistencia al impacto, aluminio con mezcla

Resumen de Prueba de resistencia al Impacto por derribo en moldes de aluminio de 3 x 3.5", pared 0.6mm. Conteniendo mezcla.	
Posición de impacto	Altura promedio de fallo en Centímetros
Boca abajo/Piscina arriba	41
Boca arriba/Piscina abajo	37
Horizontal/Lateral	35

Según la información obtenida se puede observar que el aluminio es un material altamente sensible al impacto, las alturas de fallo registradas indican que se debe contar con una forma o manera especial de manipular estos moldes. Si comparamos estas alturas con las alturas a las cuales están instaladas las bandas de transporte y llenado, es razonable que al caerse un molde de las mismas quedará inservible.

2.10 Pruebas de resistencia a compresión en moldes de aluminio

Esta prueba nos ayuda a determinar que tan resistente es el molde a ser prensado, a soportar peso sobre sí.

En diferentes oportunidades se ha observado que por alguna razón se coloca sobre los cajones con moldes, recipientes o cajas conteniendo materiales que ejercen peso sobre los moldes, los cuales al sacarlos de los cajones, algunos de ellos están averiados por haber soportado la mayor proporción del peso, o por haber sido prensados contra la pared del cajón o contra otro molde. Para ello se somete a prueba moldes de 3" de diámetro por 3.5" de altura.

El ensayo de compresión en moldes de aluminio se divide de la siguiente forma:

1. 3 moldes son sometidos a carga de compresión con la boca hacia arriba.
2. 3 moldes son sometidos a carga de compresión con la boca hacia abajo.
3. 3 moldes son sometidos a carga de compresión de forma horizontal.

Tabla VI Datos físicos de moldes de aluminio a ensayar (prueba de compresión)

Probeta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Masa gr.	45.12	44.42	44.19	45.36	44.34	44.85	44.6	45.4	45.7	43.46	44.744
D. Int. Boca mm	76.59	76.84	77.03	77.08	76.65	76.75	77.13	76.38	77.12	76.95	76.852
D. Ext. Boca mm	78.24	78.08	78.32	78.29	78.14	78.2	77.9	78.33	77.95	78.05	78.15
D. Ext. Piscina mm	77.63	77.86	77.65	77.47	77.71	77.81	77.84	77.52	77.64	77.7	77.683
Espesor mm	0.63	0.61	0.61	0.61	0.56	0.62	0.55	0.58	0.57	0.58	0.592

Tabla VII Resumen de resultados de la prueba de compresión Moldes de aluminio, posición boca arriba

Carga kg	Probeta	100	200	300
Def. cm	1	0.0762	0.1524	0.17526
Def. cm	2	0.05842	0.14224	0.1651
Def. cm	3	0.05842	0.13462	0.15748
Promedio		0.06435	0.14309	0.16595

Tabla VIII Moldes de aluminio, posición boca abajo

Carga kg	Probeta	100	200	300
Def. cm	1	0.0508	0.1524	0.1905
Def. cm	2	0.05842	0.14478	0.18542
Def. cm	3	0.04572	0.14478	0.1778
Promedio		0.05165	0.14732	0.18457

Tabla IX Moldes de aluminio, posición horizontal o lateral

Carga kg	Probeta	25	50	75
Def. cm	1	0.127	0.2794	0.4318
Def. cm	2	0.1524	0.3175	0.508
Def. cm	3	0.2286	0.1524	0.508
Promedio		0.16933	0.24977	0.48260

En base a los resultados de los ensayos de compresión, podemos ver que así como existe variación en los espesores de la pared de los moldes, en los diámetros y en las masas, también las deformaciones son variables. Para verlo de una mejor forma, se calcula el dato promedio de deformación.

Las deformaciones promedio registradas en los ensayos tanto boca arriba como boca abajo, aplicando una carga de compresión de 100 kilogramos están por arriba de 0.5 milímetros, lo cual en una superficie lisa puede apreciarse a simple vista. De igual forma en el ensayo lateral, es suficiente aplicar 25 kilogramos de carga de compresión para deformar este tipo de moldes en más de 1.5 milímetros.

En ambos casos se puede decir que un molde con este tipo de deformación es obsoleto.

2.11 Estimación del tiempo de vida útil del molde de aluminio

Para hacer el cálculo del tiempo promedio de vida útil, nos basamos en los datos obtenidos de los indicadores actuales de desperdicio de moldes.

El jefe de bodega de moldes hace un cálculo semana a semana de cuantos moldes defectuosos le devuelve la planta de producción, este dato lo obtiene de la papelería de ingreso de moldes defectuosos a bodega.

2.11.1 Indicador

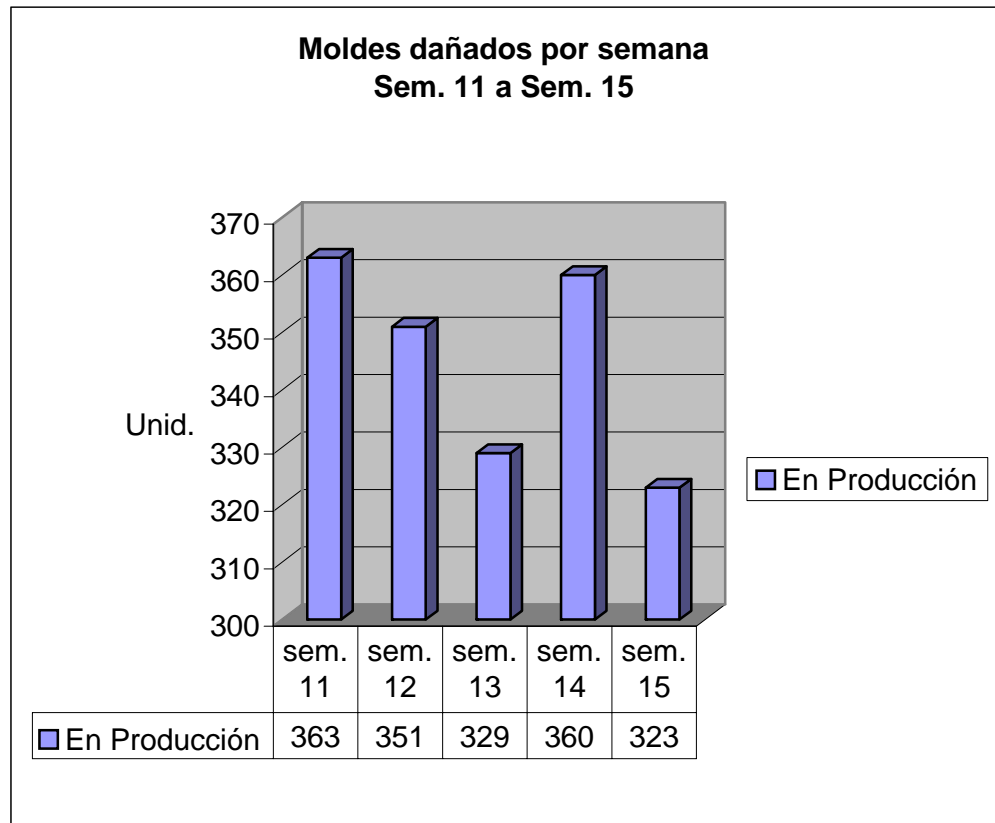
El indicador nos sirve como una herramienta para medir los cambios ocurridos a través del tiempo, en una característica cualitativa o cuantitativa en estudio.

2.11.2 Índice de moldes dañados por semana

El indicador de moldes dañados refleja cuantos moldes defectuosos son devueltos a bodega, cada semana, por la planta de producción.

En este caso se han considerado los indicadores para moldes tipo A, tamaño 3 x 3.5", que son los de mayor uso.

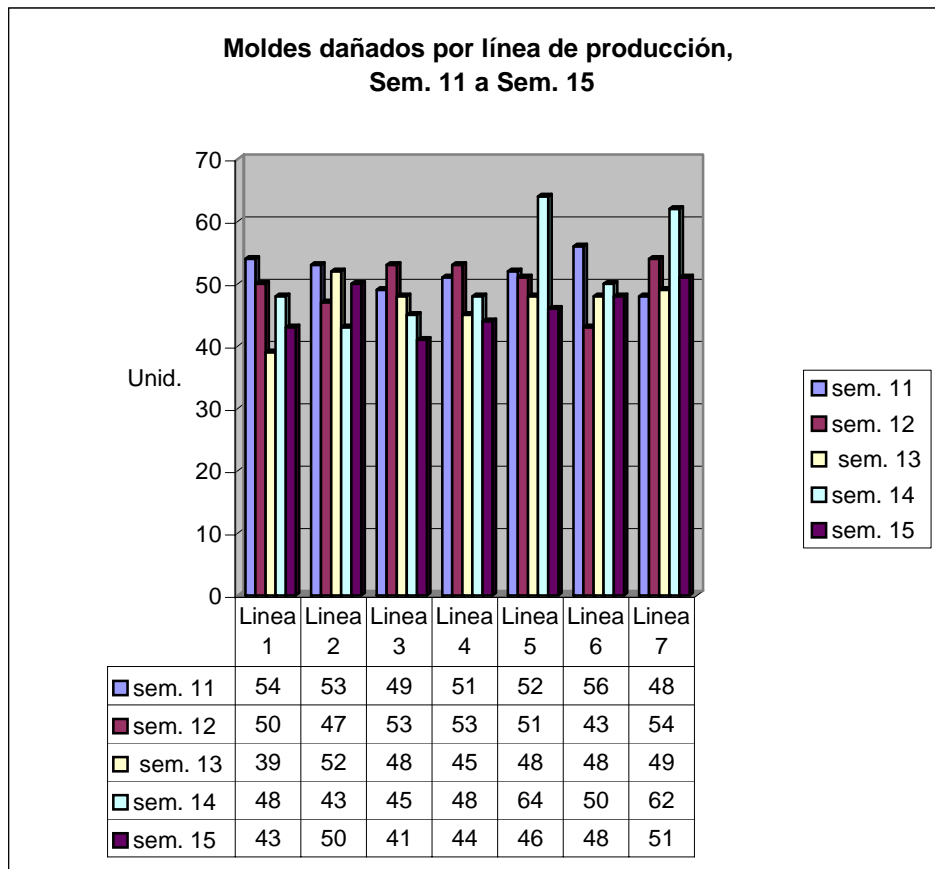
Figura 7. Índice de moldes dañados por semana



2.11.3 Indicador de moldes dañados por línea de producción

Este índice nos permite visualizar el comportamiento semana a semana, del desperdicio generado por cada línea de producción.

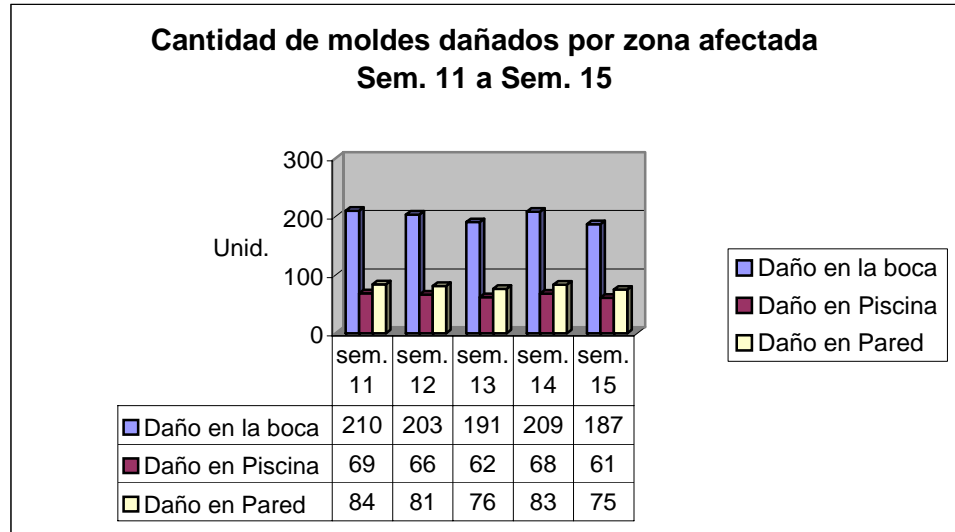
Figura 8. indicador de moldes dañados por línea de producción



2.11.4 Indicador de moldes dañados por zona afectada

La información que proporciona este indicador nos permite saber, que parte o zona de los moldes es la que se reporta con mayor cantidad de defectos, es un control que también se lleva semanalmente.

Figura 9. Indicador de moldes dañados por zona afectada



Del indicador de moldes dañados por línea de producción, obtenemos que el promedio de moldes devueltos a bodega en mal estado, por una línea de producción, es de 49.32 moldes semanales, esto indica que se devuelven 8.22 moldes dañados por día.

Esto quiere decir que el tiempo de vida útil de un lote de moldes, depende de la cantidad del lote. Ejemplo: un lote de 3500 moldes tendrá un total de 438 días de disponibilidad, equivalente a 14 meses y 18 días.

Planteado de otra manera, si en el año se trabajan 312 días efectivos, en un año efectivo de fabricación de velas, se estarían desperdiciando 2565 moldes de aluminio.

Otra forma de calcular la vida útil de los moldes de aluminio es la siguiente:

Se toma una muestra de un lote de moldes de 3500 unidades, los cuales son marcados en la parte de la piscina para que no se confundan, esto se hace sin notificarle a las personas que estarán encargadas de usarlos, luego se procede a entregarlo a una línea de producción. Para que la prueba sea fiel, se establece con el planificador de la producción, que esta línea debe mantener en uso el mismo tamaño y tipo de molde por un periodo de cuatro semanas o más, el objetivo es establecer cuantos moldes se reportan como defectuosos en un período establecido de tiempo.

Luego de cuatro semanas continuas del uso del molde en producción se obtuvo la siguiente información:

Tabla X Entrega de moldes dañados a bodega

Semana	Reportados dañados
17	33
18	42
19	62
20	51

La sumatoria de los moldes reportados como dañados en éste período de cuatro semanas es de 188, lo que en promedio da 47 moldes dañados semanalmente. Si se sabe que la semana laboral consta de 6 días de trabajo, podemos definir que diariamente se echan a perder 7.8 moldes por día. Esto quiere decir que un lote de 3500 unidades tardará 447 días de vida útil, lo cual es equivalente a 14 meses y 27 días.

Visto de otra forma, en un año efectivo de trabajo de 312 días, se estará reportando un desperdicio de 2434 moldes.

Esta forma de calcular u observar el comportamiento diario del desperdicio de moldes, confirma que los indicadores reflejan la realidad de lo que sucede en lo práctico, en la planta de producción.

3. PROPUESTA DE USO DE MOLDES DE POLICARBONATO

3.1 Poli-carbonato

Es uno de los llamados polímeros altos, el carbono es el elemento común en todos los polímeros altos comerciales, pertenece a la clase de polímeros termoplásticos, estos se funden para convertirse en líquidos de alta viscosidad y al enfriarse se solidifican para producir, de acuerdo con su estructura, sólidos que son elásticos, dúctiles, tenaces o frágiles. La temperatura a la que funde el poli-carbonato es a 360° C y la temperatura máxima en uso continuo sin sufrir deformación es de 190° C.

Algunas de sus características importantes son baja densidad, tenacidad, claridad óptica o transparencia, facilidad para darle forma, resistencia a productos químicos, flexibilidad y bajo costo.

Su transformación en objetos útiles se logra mediante moldeo por compresión, inyección, extrusión en estado de fusión principalmente.

El material de partida en estos procesos es polímero a granel en forma de partículas pequeñas llamadas polvos para moldear.

Dentro de sus propiedades y usos principales están los domos para entrada de luz en edificios y casas, cristales para automóviles, vidrios conformados, etc.

Es un material que ofrece resistencia mecánica en aumento conforme la temperatura baja, a la vez es resistente al impacto a temperaturas bajas, resistente a peso y a conductividad térmica.

Existe un tipo de resinas llamadas poli-carbonato calibre, estas ofrecen una combinación excepcional de claridad, resistencia térmica y resistencia al impacto. Pueden ser modificadas para optimizar requerimientos de rendimiento especiales, incluyendo color, resistencia a la ignición, estabilidad UV y mejoras en el desmolde. Las resinas de poli-carbonato calibre también son ideales para la auto coloración.

3.2 Características que determinan la calidad del molde de poli-carbonato

Es el departamento de control de calidad el encargado de definir con que características debe cumplir el molde de poli-carbonato, para poder obtener velas que cumplan con lo requerido por los clientes, la idea es cumplir con todas las características con que se cuenta en los moldes de aluminio pero que sean ajustables a este nuevo material, ya que se pretende mejorar el material de los moldes pero que el producto sea igual o mejor al obtenido actualmente.

Las dimensiones del molde deben ser exactamente a las especificadas por control de calidad, principalmente las internas ya que éstas definirán las dimensiones de la vela. Las paredes internas deben ser lisas, sin rugosidades, grumos, abolladuras, asperezas, rebaba, rayones, desprendimiento de material.

El molde debe contar con una forma cónica leve para fácil desmolde, diferencia de diámetro interno de 1/16" entre el fondo del molde y la boca del mismo. Sus exteriores totalmente nivelados. El material debe ser incoloro, el espesor de la pared de 2 milímetros.

3.3 Clasificación de defectos

3.3.1 Vela no desmolda

a) Falta de conicidad en el molde

Es preciso que el molde cuente con variación entre el diámetro interno del fondo y el diámetro interno de la boca del molde, esta variación debe ser como mínimo de 1/8 de pulgada, más grande en la parte de La boca, ya que si el diámetro es uniforme, al momento de querer desmoldar la vela formará vacío, imposibilitando la extracción de la misma.

b) Molde ovalado

Este defecto se da en moldes que fueron expuestos directamente, a temperaturas por arriba de lo permisible, ocasionando que el molde perdiera sus cualidades o características plásticas, lo que hace que no regrese a su forma normal quedando ovalado.

c) Residuos de poli-carbonato pegado a las paredes

Si por alguna razón los moldes provenientes de fábrica traen algún residuo del mismo material pegado a las paredes, y éste no despega al contacto con la mezcla y su temperatura, esto formará una especie de pasador que no permitirá el desmolde de la vela.

3.3.2 Vela Rayada

a) Boca del molde lastimada

El golpear de manera brusca la boca del molde de poli-carbonato, no produce deformación en el molde pero puede generar rebaba o desprendimiento de material, el cual produce rayón al momento de desmoldar.

3.4 Manejo y almacenamiento

Los moldes son manipulados por el personal de producción en el área de llenado, cuando ingresa un cajón conteniendo moldes, estos son tratados de forma manual y trasladados a la banda de transporte, ésta banda de transporte traslada los moldes desde el área de desmolde hasta el área de llenado, al llegar al extremo de la banda, estos son tomados por el operador encargado de alimentar la banda de llenado, quien los coloca formando filas y columnas de forma uniforme, cuando llegan al punto de llenado se deposita en ellos la mezcla del producto a fabricar, al llegar al final de la banda de llenado que es la zona de desmolde se procede a voltear y extraer la vela, si el proceso de llenado continúa, vuelven a ser colocados en la banda de transporte de retorno de molde. Al decidir no usar mas ese tipo de molde, vuelven a ser almacenados dentro de cajones de madera.

Deben colocarse boca abajo para evitar contaminación del ambiente, al fondo del cajón se le debe colocar una lámina de cartón corrugado, cada cama de moldes debe ser separada por cartón corrugado, el operario debe formar filas y columnas dentro del cajón sin forzar los moldes, al llenar el cajón no deben salir moldes por arriba del borde para evitar que al estibar, los moldes no soporten peso de forma directa, los cajones deben ser identificados con el tipo de molde, dimensiones del molde, material del molde, cantidad, condición (sucio o limpio), fragancia y color de la última mezcla llenada en los mismos. El cajón debe ser debidamente forrado con wrapper para evitar filtración de contaminantes.

Para trasladar los cajones de un lugar a otro debe usarse montacargas.

3.4.1 Descripción del flujo de manejo de moldes

3.4.1.1 Solicitar moldes a bodega

El manejo de moldes dentro de la planta de producción, empieza con hacer la solicitud al encargado de bodega.

3.4.1.2 Traslado de cajón a área de desmolde

Al recibir los cajones de moldes, estos son trasladados con montacargas y llevados al extremo de la banda de llenado, o sea al área de desmolde.

3.4.1.3 Quitar cobertor del cajón

Al ubicar los cajones en el área de desmolde se procede a quitar el cobertor de wrapper, el cual es desechable.

3.4.1.4 Sacar moldes del cajón

Se procede a sacar los moldes del cajón por orden de filas, con el debido cuidado para no botarlos.

3.4.1.5 Colocar los moldes sobre la banda de transporte

Los moldes son colocados boca abajo sobre la banda de transporte, ésta tiene retorno desde la zona de desmolde hasta la zona de llenado.

3.4.1.6 Traslado de banda de transporte a banda de llenado

Una vez los moldes llegan a la zona de llenado, estos son trasladados de forma manual, de la banda de transporte de retorno, a la banda de llenado, aquí son colocados boca arriba formando filas y columnas.

3.4.1.7 Llenado de moldes

Una vez los moldes llegan al punto de llenado, se deposita la mezcla dentro de ellos, ejecutando el procedimiento de llenado.

3.4.1.8 Voltear el molde y extraer la vela

Al llegar al extremo de la banda con la mezcla sólida, se procede a desmoldar la vela, esto se hace volteando el molde, la vela debe salir del molde por su propio peso.

3.4.1.9 Colocar boca abajo dentro del cajón

Al terminar el uso del molde en el proceso de llenado, éste no es retornado por la transportadora sino que se coloca boca abajo dentro del cajón de almacenamiento.

3.4.1.10 Ordenar filas y columnas

Dentro del cajón deben ordenarse filas y columnas de manera uniformen sin forzarlos, para que sea fácil de contar cuantos moldes hay en cada cama.

3.4.1.11 Colocar lámina de corrugado entre camas

Una vez completada una cama de moldes se procede a colocar una lámina de cartón corrugado, esto para proteger del contacto entre sí, para reducir la posibilidad de filtración de contaminación y para que el almacenamiento sea ordenado.

3.4.1.12 Cubrir con wrapper el cajón

Luego de haber llenado el cajón de moldes, debe cubrirse con wrapper para asegurar el aislamiento de contaminación.

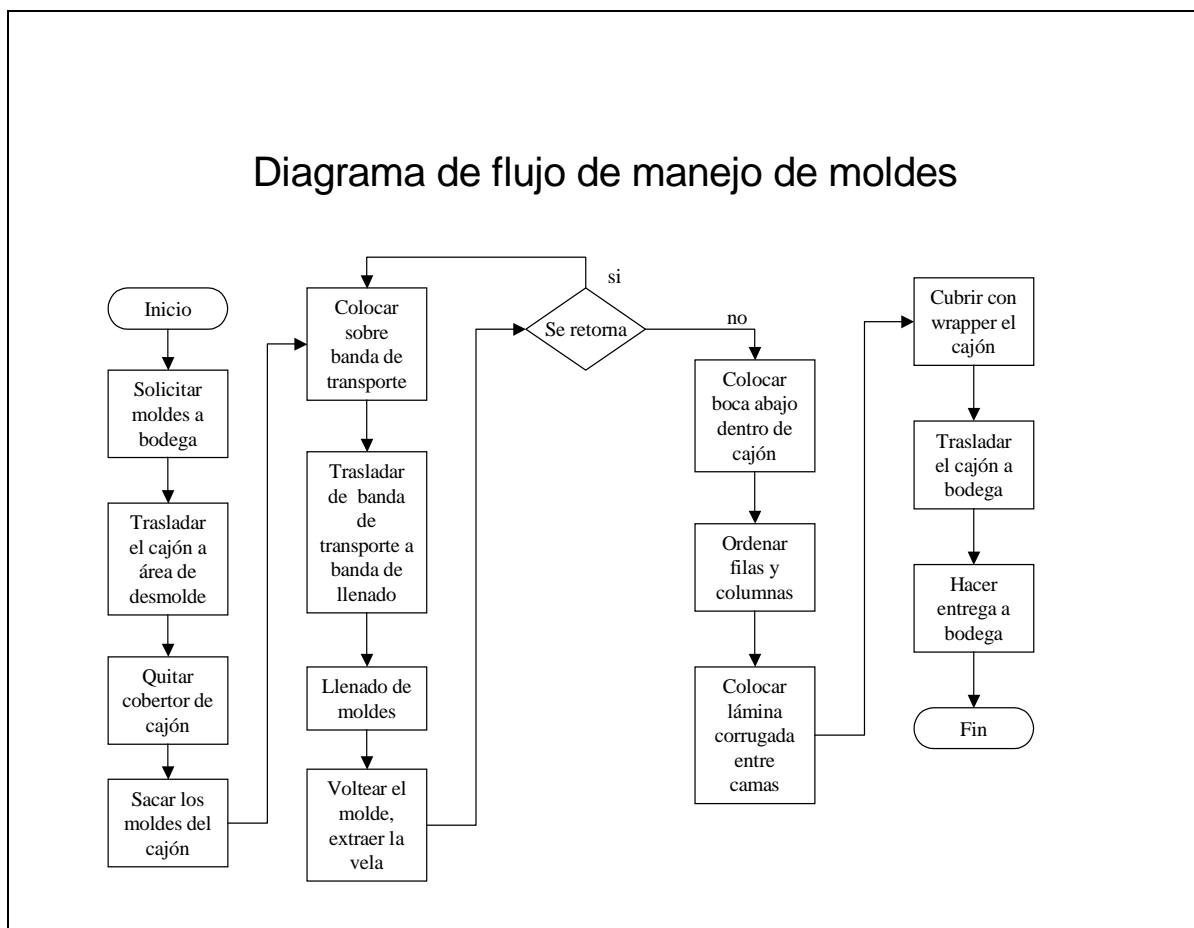
3.4.1.13 Trasladar el cajón a bodega

Los cajones deben ser trasladados de regreso a bodega con montacargas.

3.4.1.14 Hacer entrega a bodega

Para entregar los moldes a bodega se solicita al encargado de bodega que verifique y cuadre, contra el requerimiento hecho al inicio de la orden de producción.

Figura 10. Diagrama de flujo de manejo de moldes



3.5 Condiciones del proceso de fabricación

Para establecer las condiciones del proceso de llenado en moldes de polí-carbonato, se tomó una muestra de 300 moldes de 3 x 3.5", se procedió a hacer el llenado con procedimiento actual, es decir filas y columnas compactas, moldes pegados entre sí, se dio precalentamiento al molde a 70° C, temperatura de la mezcla a 90° C, condiciones de enfriamiento actuales, esto incluye tres puntos de ventilación de piso y dos aéreos, aire acondicionado a 14° C, velocidad de banda a 5 pulgadas por minuto, de lo cual se obtuvo el siguiente resultado:

- a- Todos los moldes que fueron colocados en los extremos de la banda presentaron un enfriamiento normal, lo cual hizo fácil el desmolde. Los extremos se refiere a la primera y última filas, así como a las columnas alineadas en los laterales de la banda.
- b- La segunda y penúltima filas así como las columnas seguidas de las columnas extremos, desmoldaron con necesidad de sacudir los moldes y se pudo observar que internamente la mezcla estaba a temperatura de 36° C.
- c- Las nueve columnas centrales a partir de la tercera fila, hasta la ante-penúltima fila fué imposible desmoldar, ya que la mezcla interna se encontró caliente, a temperaturas entre 38 y 45° C. Al medir la temperatura externa del molde se registro a 26° C, lo que no permite que exista separación entre la parafina y la pared del molde.
- d- En las velas desmoldadas se observa la existencia de burbujas y agujeros en la superficie.

Lo anterior indica que este tipo de material necesita más espacio para poder liberar calor, se ha podido observar que mientras más al centro de la banda estén los moldes, más caliente permanece la mezcla dentro de ellos, haciendo el proceso de enfriamiento actual ineficiente o lento.

Después de varias pruebas de llenado y desmolde se logro establecer las condiciones que se sugieren para el proceso de fabricación

- 1- Al colocar los moldes sobre la banda de llenado deberá dejarse espacio entre filas, en un rango de $\frac{1}{2}$ " a 1", este espacio es para que el aire que está en circulación tenga más libertad de fluir por las paredes del molde y le permita liberar calor más fácilmente.
- 2- Debido a la baja porosidad de la superficie del poli-carbonato, permite eliminar el precalentamiento de molde, además reduce la posibilidad de que surjan defectos como burbujas y agujeros.
- 3- Al eliminar el uso del horno de precalentamiento de moldes, se hace necesario subir los rangos de temperatura de la mezcla entre 95 a 100° C.
- 4- La velocidad de la banda permanece a 5" por minuto.
- 5- La ventilación debe contar con cinco ventiladores de piso y tres aéreos, esto para acelerar el enfriamiento antes de entrar al túnel de aire frío.
- 6- La temperatura dentro del túnel de enfriamiento debe estar en un rango entre 14 y 16° C.

3.6 Ventajas y desventajas del molde de poli-carbonato

a) Ventajas.

- 1- Cuenta con resistencia al impacto, 200 veces mayor que el vidrio.
- 2- Menor peso propio
- 3- Es fácil de curvar en frío
- 4- Es más aislante del calor que el vidrio
- 5- La flexibilidad del material se disminuye con formas curvas
- 6- No es necesario precalentar el molde
- 7- Permite visualizar defectos, antes de desmoldar la vela y hacer correcciones de forma inmediata en el punto de llenado.
- 8- Al momento de golpearse protege la vela de abolladuras
- 9- El molde no sufre deformación si se cae de las bandas de transporte.
- 10- Por su baja porosidad superficial la vela obtiene una apariencia de alto brillo.

b) Desventajas.

- 1- Por el tipo de material, tiende a almacenar calor, haciendo más lento el proceso de enfriamiento de la vela.
- 2- Al someterlo directamente a temperaturas por arriba de 190° C, el material se debilita y se ablanda deformando el molde.
- 3- Se raya con facilidad
- 4- En espesores reducidos es muy flexible

3.7 Métodos de enfriamiento de la mezcla en molde de poli-carbonato

El objetivo de establecer un método de enfriamiento en este tipo de material, es para no salirse de los tiempos en los cuales se enfría la mezcla en moldes de aluminio, ya que se pretende mantener la productividad tanto en el llenado como en el desmolde.

3.7.1 Separación entre filas

Al haber descubierto que en moldes de poli-carbonato no es indispensable el precalentamiento, se origina una gran ventaja para ayudar al enfriamiento de la mezcla, por lo mismo surge la idea de separar la filas para que no se encierre el calor en la parte central de lo ancho de la banda.

3.7.2 Distribución de ventiladores

Para lograr una mejor ventilación y aceleración en el enfriamiento, es necesario hacer una distribución diferente del sistema de ventilación, en la cual la cantidad de ventiladores debe ser mayor a la usada con moldes de aluminio. Lo que se pretende con la ventilación es llevar la temperatura de la mezcla dentro del molde lo más cercana a la temperatura ambiente, donde no existe posibilidad de deformación y al entrar en el túnel de enfriamiento el cambio sea lo menos brusco posible. En la ventilación de piso se instalan cinco ventiladores los cuales deben estar distanciados del punto de llenado, el primero a 22 pie, el segundo 32 pie, el tercero 47 pie, el cuarto a 62 pie y el quinto a 77 pie.

Los ventiladores aéreos deben ser tres y su distancia del punto de llenado debe ser, el primero a 39 pie, el segundo a 54 pie, el tercero a 69 pie. Deben estar intercalados para que no exista posibilidad de vientos contrarios. La cantidad de ventiladores de piso es mayor, ya que lo que se persigue es enfriar lo más pronto posible la base o piscina del molde, al enfriarse el molde también la mezcla que esta pegada al molde se enfriará. La cantidad de ventiladores aéreos es menor y están más distantes debido a que su función es directamente sobre la mezcla.

3.7.3 Acondicionamiento del túnel de enfriamiento

El túnel de enfriamiento debe estar acondicionado de tal forma que exista hermetismo en todos sus lados, por lo cual la colocación de persianas plásticas en la entrada y salida ayuda a mantener estable la temperatura a lo largo de todo el túnel, esto asegura que al llegar al extremo de desmolde la vela saldrá fácilmente del molde.

3.8 Análisis y pruebas de contaminación del molde de poli-carbonato

El objetivo de hacer estos análisis es para determinar si el poli-carbonato asimila, atrapa o retiene residuos o partículas de color en su superficie.

3.8.1 Tintas líquidas

Las tintas líquidas son una mezcla de aceite mineral o vegetal y adelgazadores con pigmentos totalmente disueltos de forma homogénea.

3.8.2 Colorantes sólidos

Este tipo de colorante es un polvo formado por resinas fusibles minerales y pigmento, el cual debe ser disuelto en aceite o parafina a temperatura entre un rango de 45 a 55 ° C., con agitación durante 20 minutos.

3.8.3 Pigmentos sólidos

Los pigmentos sólidos, son tabletas compactadas y concentradas de pigmento y resinas en grasas vegetales o sintéticas, estas pueden agregarse directamente a la mezcla en preparación o ser disuelto en parafina, a temperaturas arriba de los 45 ° C.

3.8.4 Pigmentos

Es la sustancia que da el color a la mezcla, estos pueden ser orgánicos o inorgánicos, opacos o no opacos. Los factores que intervienen en la selección de un pigmento son el color, el tamaño de sus partículas, la opacidad, su resistencia a la luz, resistencia al calor, a los ácidos, su compatibilidad con otros ingredientes y su precio. Entre los pigmentos más importantes están los blancos, rojos, azules, verdes y amarillos.

La prueba consiste en llenar un número determinado de moldes con los colores que podrían contaminar más fuertemente, como negro, azul y rojo, siguiendo el proceso normal desde llenado hasta desmolde, luego de extraer las velas se procede a hacer un segundo llenado con parafina virgen, sin color, de tal forma que se pueda determinar si la pared de los moldes retuvieron o no pigmento.

Con una muestra de 130 moldes para cada color se obtuvo la siguiente información:

Tabla XI Número de moldes contaminados primera limpieza

	Tintas Líquidas	Colorantes Sólidos	Pigmentos Sólidos.
Negro	19	104	106
Azul	17	98	71
Rojo	21	130	101
Promedio	19	111	93
%	15	85	71

Después de una segunda limpieza con parafina virgen, sin color se obtuvo lo siguiente:

Tabla XII Número de moldes contaminados segunda limpieza

	Tintas Líquidas	Colorantes Sólidos	Pigmentos Sólidos.
Negro	0	93	79
Azul	0	70	54
Rojo	0	107	88
Promedio	0	90	74
%	0	69	57

Lo anterior muestra, que el contenido de resinas en la mezcla ocasiona mayor adherencia de los pigmentos en la pared de los moldes, para un mejor aprovechamiento de los moldes en función de tiempo, es preferible el uso de tintas líquidas, esto garantiza que en su mayor tiempo el molde estará en uso efectivo de fabricación y no se perderá tiempo en limpieza.

3.9 Determinación de la limpieza del molde

Un molde después de haber sido usado en el proceso de llenado, debe estar completamente limpio para no contaminar la mezcla del siguiente llenado, la contaminación no se puede ver a simple vista, ya que los colorantes depositados en las paredes del molde son microscópicos, estos reaccionan al tener contacto con la mezcla a alta temperatura, desprendiéndose de la pared del molde y disolviéndose en la misma. La forma de verificar si un molde está contaminado es frotarle un trapo blanco con aceite, de preferencia a temperatura entre 40 y 45° C, si hay contaminación quedará impregnado en mínima proporción en el trapo, otra forma es llenarlo con parafina virgen, sin color y ver si hay contaminación al desmoldar. No todos los colores reaccionan de igual manera y también es importante definir la secuencia de colores que será procesada, para reducir el tiempo de limpieza.

Al usar tintas líquidas se puede decir que es innecesario hacer un proceso de limpieza después de cada llenado.

Cuando un color es muy difícil de limpiar, ejemplo los colores rojos, el proceso de limpieza incluye hacer pasar los moldes por un baño de parafina entre 70 y 75 ° C, durante un período de 30 a 45 minutos, luego debe lavarse con agua caliente entre 70 y 80 ° C, siendo frotados con un trapo.

Para facilitar la operatoria se sugiere contar con un lote de moldes para la fabricación de colores fríos o azules, y otro para colores calientes o rojos.

3.10 Pruebas de precalentamiento

En moldes de Aluminio el precalentamiento de molde se hace para evitar que exista reacción con la temperatura de la mezcla, ocasionando defectos superficiales en la vela. Si un molde está frío y la mezcla también está fría (45 a 55 ° C), se obtendrá una superficie espumosa, si el molde está frío y la mezcla caliente (95 ° C o más) la superficie de la vela saldrá con burbujas dispersas, si el molde está caliente y la mezcla caliente, ambos arriba de los 90 ° C, la superficie de la vela saldrá con agujeros o agujeros estallados (ojo de pescado).

Con este material no es necesario precalentar el molde, se trabaja a temperatura ambiente, lo que nos define el acabado de la vela es la temperatura de la mezcla, debe manejarse un rango de 95 a 100° C. Dependiendo de la fragancia y el color a trabajar, así se hace necesario variar la temperatura, para colores oscuros como negro, azul y rojo la temperatura deberá estar en 100° C.

3.11 Curvas comparativas (Aluminio–Poli-carbonato) de precalentamiento

Para obtener las curvas comparativas de precalentamiento de moldes, se procede a colocar los moldes en la banda de llenado, en la mitad del ancho de la banda se colocan moldes de aluminio y en la otra mitad se colocan moldes de poli-carbonato, se utiliza un termómetro de superficie 3M para medir las temperaturas, inicialmente se toma la lectura a temperatura ambiente, se activa el horno de calentamiento y se gradúa a la temperatura deseada, al haber alcanzado la temperatura establecida se activa la banda de llenado.

Esta prueba se realiza con moldes de 3" de diámetro por 3.5" de altura, estableciendo una velocidad de banda de 5" por minuto, si el ancho del horno es de 24", sabemos que el molde estará bajo el horno durante 4.8 minutos. Al salir los moldes del horno se registra la lectura de la temperatura.

Tabla XIII Temperaturas de precalentamiento de moldes

Aluminio		Poli-carbonato	
Temp. Molde	Temp. Horno	Temp. Molde	Temp. Horno
22	0	22	0
25	50	26	50
46	75	48	75
65	100	68	100
78	125	83	125
89	150	94	150
97	175	105	175
112	200	115	200

Figura 11. Curva de precalentamiento, moldes de aluminio

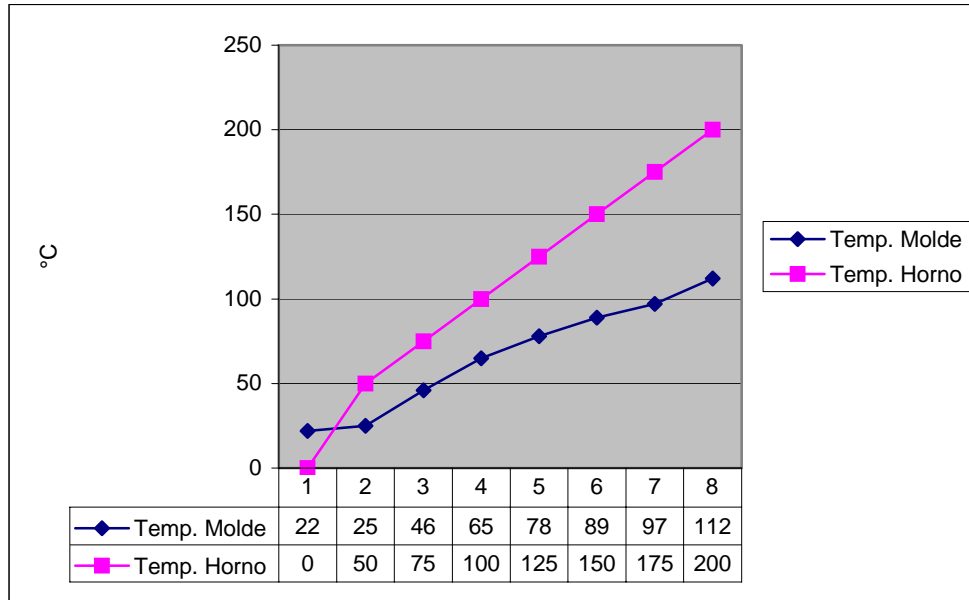
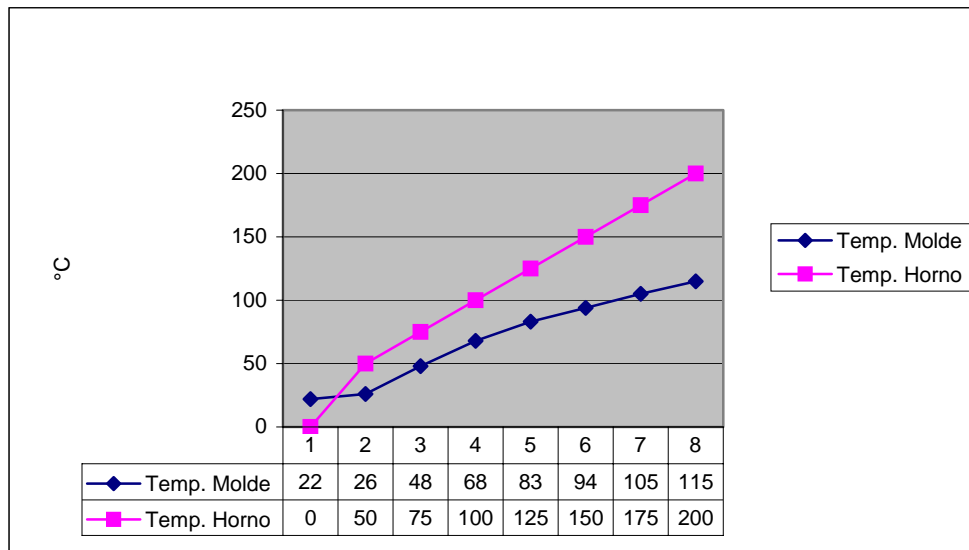


Figura 12. Curva de precalentamiento, moldes de poli-carbonato



Al observar la dos gráficas se puede apreciar que los dos materiales tienen un comportamiento similar, no existe una diferencia significativa que haga ver a uno de los materiales como mejor o peor en cuestión de asimilar calor.

3.12 Curvas comparativas (Aluminio –Poli carbonato) de enfriamiento

Las curvas de enfriamiento se obtienen de la siguiente forma:

Se aísla la banda de cualquier circulación de ventilación para que la medición sea al ambiente, se colocan los moldes sobre la banda de llenado, se gradúa el horno de calentamiento a la temperatura deseada, al llegar a la temperatura establecida se activa la banda de llenado, cuando los moldes salen de la sección del horno se toma el registro de la temperatura y 2 pie después se suspende la marcha de la banda, luego se mide la temperatura cada cierto período de tiempo hasta llegar a la temperatura ambiente.

Tabla XIV Lectura de temperatura en moldes de aluminio

Minutos	Temp. ° C
0	90
5	73.56
10	58.24
15	48.3
20	39.88
25	33.12
30	26.61
35	21.86

Figura 13. Curva de enfriamiento, moldes de aluminio

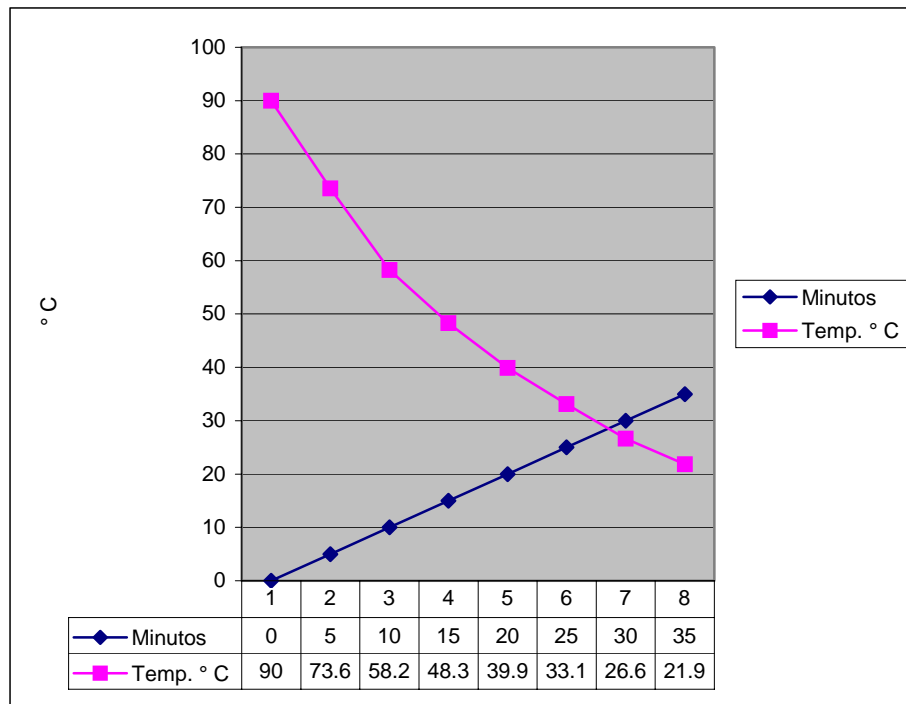
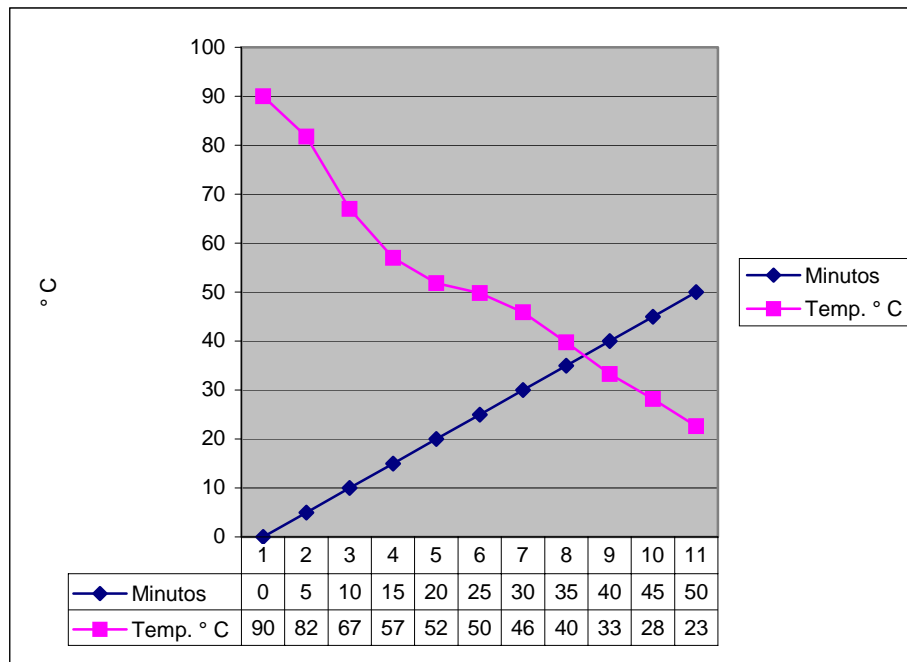


Tabla XV Lectura de temperatura en moldes de poli-carbonato

Minutos	Temp. °C
0	90
5	81.75
10	66.97
15	56.98
20	51.84
25	49.82
30	45.85
35	39.73
40	33.26
45	28.17
50	22.6

Figura 14. Curva de enfriamiento, moldes de poli-carbonato



Al observar las gráficas es evidente que el aluminio libera con más rapidez el calor, el poli-carbonato a cambio es lento y le toma aproximadamente 40% más tiempo que al aluminio.

3.13 Pruebas de resistencia al impacto en molde de poli-carbonato, ensayo de derribo

Para hacer esta prueba se tomó una muestra de 5 moldes de poli-carbonato de 3" de diámetro y 3.5" de alto, pared de 2.5 milímetros de espesor y masa de 75 gramos, datos promediados. Antes de proceder a la prueba o ensayo, se verifica que los moldes estén en perfectas condiciones, para que sea fácil detectar al momento de producirse deformación.

Se suspende la cinta o regla métrica de forma vertical, se suspende el molde en la posición a evaluar y se eleva a la altura de ensayo, una vez definida la altura se suelta, luego de caer se observa y se palpa para establecer si se produjo deformación, en cada ensayo debe observarse el grado de deformación que se registra, como leve o crítico, en el caso de deformación leve el molde aún es funcional, en el caso de deformación crítica el molde es no funcional o desechable.

3.13.1 Deformación leve

La deformación leve es aquella en la que se afecta la parte externa del molde, en este caso pueden ser pared astillada, quebrada o rajada que no trasciende a la parte interna, esto quiere decir que si se usa este molde para fabricar velas, no se detectará defecto en las mismas.

3.13.2 Deformación crítica

La deformación crítica se da cuando en el punto de impacto se registra astilla, rajada o quebrada la parte interna de la pared del molde, ésta puede ser visible o palpable en la parte interna, al fabricar velas con este molde será notorio el defecto en las mismas.

El análisis se divide en dos ensayos, el primero se hace con moldes vacíos y el segundo con moldes llenos de mezcla sólida.

- a. 2 moldes se dejan caer boca abajo o piscina hacia arriba, a diferentes alturas, hasta registrar defecto crítico.

- b. 2 moldes se dejan caer boca arriba o piscina hacia abajo, a diferentes alturas, hasta registrar defecto crítico.
- c. 2 moldes se dejan caer de forma horizontal o lateral, a diferentes alturas, hasta registrar defecto crítico.

Tabla XVI Datos físicos de los moldes poli-carbonato a ensayar (Prueba de impacto)

Probeta	1	2	3	4	5	6	Promedio
Masa gr.	73.24	71.42	76.09	76.42	74.36	72.24	74.11
D. Int. Boca mm	76.88	77.68	76.28	76.86	76.63	76.56	76.8
D. Ext. Boca mm	81.12	81.36	82.77	81.22	81.41	81.58	81.67
D. Ext. Piscina mm	79.78	79.21	80.6	79.63	79.82	79.81	79.81
Espesor mm	2.398	2.432	2.981	2.634	2.368	2.563	2.595

Tabla XVII Resumen prueba de resistencia al impacto, moldes poli-carbonato vacío

Resumen de Prueba de resistencia al Impacto en moldes de poli-carbonato de 3 x 3.5", pared 2.5mm. Vacío.	
Posición de impacto	Altura de ensayo en Metros
Boca abajo/Piscina arriba	06 no falló
Boca arriba/Piscina abajo	06 no falló
Horizontal/Lateral	06 no falló

Tabla XVIII Resumen de prueba de resistencia al impacto, poli-carbonato con mezcla

Resumen de Prueba de resistencia al Impacto en moldes de poli-carbonato de 3 x 3.5", pared 2.5mm. Conteniendo mezcla.	
Posición de impacto	Altura de ensayo en Metros
Boca abajo/Piscina arriba	03 no falló
Boca arriba/Piscina abajo	03 no falló
Horizontal/Lateral	03 no falló

Según los resultados el poli-carbonato es un material con alta resistencia al impacto, difícilmente dentro del proceso de fabricación de velas se elevarán moldes a las alturas con que se realizó el ensayo, esto garantiza una reducción total en desperdicio de moldes por caídas de los sistemas o bandas de transporte.

3.14 Pruebas de resistencia a compresión en moldes de poli-carbonato

El ensayo de compresión en moldes de aluminio se divide de la siguiente forma:

- 1- 3 moldes son sometidos a carga de compresión con la boca hacia arriba.

- 2- 3 moldes son sometidos a carga de compresión con la boca hacia abajo.

3- 3 moldes son sometidos a carga de compresión de forma horizontal o lateral.

Tabla XIX Datos físicos de los moldes de poli-carbonato (Prueba de compresión)

Probeta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Masa gr.	76.02	73.17	71.48	70.37	76.16	71.24	70.56	76.24	85.35	83.15	75.374
D. Int. Boca mm	76.82	76.72	76.69	76.62	76.63	76.86	76.58	76.76	76.74	76.75	76.717
D. Ext. Boca mm	82.11	81.09	80.61	81.36	81.26	81.63	81.17	81.53	82.17	81.97	81.49
D. Ext. Piscina mm	80.06	79.79	79.76	79.77	79.81	79.12	79.14	79.36	79.17	79.05	79.503
Espesor mm	2.819	2.388	2.286	2.337	2.54	2.324	2.311	2.337	2.642	2.464	2.4447

Resumen de resultados de la prueba de compresión

Tabla XX Moldes de poli-carbonato, posición boca arriba

Carga kg	Probeta	200	400	600	800
Def. cm	1	0.0127	0.03048	0.04318	0.05334
Def. cm	2	0.0254	0.04571	0.0635	0.07874
Def. cm	3	0.0127	0.03048	0.0381	0.05842
Promedio		0.01693	0.03556	0.04826	0.06350

Tabla XXI Moldes de poli-carbonato, posición boca abajo

Carga kg	Probeta	200	400	600	800
Def. cm	1	0.0127	0.0381	0.0508	0.0635
Def. cm	2	0.0127	0.03048	0.04572	0.0635
Def. cm	3	0.0127	0.02286	0.03302	0.06858
Promedio		0.01270	0.03048	0.04318	0.06519

Tabla XXII Moldes de poli-carbonato, posición horizontal o lateral

Carga kg	Probeta	50	100	150	200
Def. cm	1	0.0508	0.1016	0.1778	0.3175
Def. cm	2	0.05842	0.0889	0.1143	0.1343
Def. cm	3				
Promedio		0.05461	0.09525	0.14605	0.22590

Al analizar la información contenida en las tablas y hacer una comparación, con la información obtenida en las pruebas realizadas en moldes de aluminio, se puede observar que el poli-carbonato tiene mayor resistencia a la compresión que el aluminio, si se hace un cálculo entre los promedios de compresión de las pruebas en posición del molde boca arriba, considerando que los registros difieren en 100 kg de carga en cada ensayo, el poli-carbonato tiene capacidad de resistir 146% por arriba del aluminio, si hace el mismo cálculo para la posición boca abajo el poli-carbonato supera al aluminio en 154%, en la posición horizontal o lateral está en 133% por arriba del aluminio.

3.15 Pruebas de reciclaje de poli-carbonato

Para comprobar si el poli-carbonato es reciclable, se solicitó una prueba de reproceso al fabricante proveedor.

Según el fabricante de los moldes, este tipo de prueba no es conveniente hacerla, ya que si se quiere volver a fabricar moldes con materia de reproceso o de segunda procesada, las características de los acabados superficiales se pierden, aún cuando la materia no contenga ninguna contaminación al procesarla por segunda vez, forma un efecto similar a la espuma dejando las superficies con burbuja y asperezas. Se puede reciclar en la fabricación de productos que no requieran superficies lisas y transparentes.

3.16 Estimación del tiempo de vida útil del molde de poli-carbonato

Se entrega a una línea de producción un lote de 3500 moldes, se establece con el planificador de la producción, que esta línea debe mantener en uso el mismo tamaño y tipo de molde por un periodo de cuatro semanas o más, el objetivo es establecer cuantos moldes se reportan como defectuosos en este período de tiempo.

Luego de cuatro semanas continuas del uso del molde en producción se obtuvo la siguiente información:

Tabla XXIII Entrega de moldes poli-carbonato dañados a bodega

Semana	Reportados dañados
22	00
23	01
24	03
25	01

La sumatoria de los moldes reportados como dañados en éste período de cuatro semanas es de 5, lo que en promedio da 1.25 moldes dañados semanalmente. Si se sabe que la semana laboral consta de 6 días de trabajo, podemos definir que diariamente se echan a perder 0.21 moldes por día. Esto quiere decir que en un año efectivo de trabajo de 312 días, se reportará un desperdicio de 65 moldes.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MOLDES DE POLICARBONATO

4.1 Solicitud de parafina para prueba de desmolde

Se hace una solicitud formal de materia prima, en este caso una mezcla de parafina con aditivos, sin colorantes con el objetivo de alcanzar una mezcla con la consistencia normal a lo que se trabaja en producción y con la idea de ver como reaccionará el molde al momento de querer desmoldar. Lo que se persigue es verificar que el desmolde de la vela sea fácil y práctico, que no sea necesario agitar o sacudir el molde, ni golpear la parte de la boca o inyectarle aire para desmoldar la vela. *

4.2 Solicitud de un lote de 200 moldes de poli-carbonato para muestreo

Se efectúa esta solicitud para hacer pruebas o muestreos de resistencia a compresión, pruebas de impacto, pruebas de curvas de precalentamiento y enfriamiento, antes de solicitar un lote de moldes para una orden que ocupe la cantidad de moldes que llena un tanque de 1300 Kg.

*Apéndice 2

4.3 Prueba de llenado con parafina pura con desmoldante

La prueba consiste en aplicar desmoldante en la parte interna de los moldes, antes de proceder al proceso de llenado. El desmoldante tiene como función sellar la porosidad de las paredes internas del molde, para asegurar que la mezcla o vela no se quede pegada al mismo al momento de desmoldar, este líquido es aplicado con una pistola de pintar autos, la cual funciona con aire comprimido.

Tabla XXIV Resultados prueba de llenado con desmoldante

Moldes de prueba	Desmoldo	No desmoldo
300	71	229

De el total de moldes usados en la prueba el 24% desmolda correctamente, el 76% no desmolda como se espera.

4.4 Prueba de llenado con parafina pura sin desmoldante

Para la prueba se procede a hacer el proceso de llenado de forma normal.

Tabla XXV Resultados prueba de llenado sin desmoldante

Moldes de prueba	Desmoldo	No desmoldo
300	294	6

De el total de moldes usados en la prueba el 98% desmolda correctamente, el 2% no desmolda.

4.5 Solicitud de mezcla para prueba de producción

La prueba en producción consiste en la preparación de un tanque de 1300 kg de mezcla, lo que significa que se estarán usando aproximadamente 4200 moldes de tamaño 3" X 3.5".

4.6 Carga de mezcla para prueba de producción

La carga del tanque se realiza de acuerdo al procedimiento de mezclado, solicitando las materias primas e insumos a laboratorio o cuarto de cargas, quienes entregan las materias pesadas y separadas en diferentes recipientes, debidamente identificadas. Las parafinas son solicitadas al jefe de fundición de parafinas, las cuales son trasegadas por tubería térmica desde tanques fundidores a tanques mezcladores. *

4.7 Primera corrida del proceso de llenado

El primer llenado se realiza bajo las siguientes condiciones:

Trece moldes por fila

Separación entre filas de 1 pulgada

Velocidad de banda a 5" por minuto

Temperatura de la mezcla 98° C

Temperatura del molde 26° C

Cinco puntos de ventilación de piso

Tres puntos de ventilación aérea

Temperatura de túnel de enfriamiento 14° C

*Apéndice 3

4.8 Desmolde y determinación de defectos

El desmolde se realiza volteando los moldes de forma suave, de tal forma que la vela salga por su propio peso, las velas que no desmoldan son apartadas juntamente con los moldes, esto para hacer un análisis minucioso de las razones que podrían provocar este problema sin dañar los moldes.

Tabla XXVI Resultados de desmolde primera corrida de llenado

Defecto	Cantidad
Contaminación de partículas	65
Burbujas superficiales	158
Agujeros superficiales	119
Rayones	9
No desmolda	40

De un total de 4173 moldes llenos, se contabilizan 391 velas defectuosas, esto equivale al 9.4% del total procesado.

4.9 Carga de reproceso

La mezcla que se depositó en las bandejas recolectoras al momento de llenar y rebalsar los moldes, más las velas que se desmoldan con algún defecto y la parte sobrante de la vela al ser cortada a su tamaño final, vuelven a cargarse como mezcla de reproceso.

Al fundirse la mezcla se sigue el procedimiento de inspección de calidad para verificar que las condiciones y propiedades no cambien, si por alguna razón existe alguna variación en color o tonalidad y se sale de los estándares de color, es necesario hacer los ajustes de color correspondientes, en el caso que no se logre alcanzar la tonalidad adecuada, esta mezcla podrá ser usada únicamente para relleno del mismo tipo de velas. La carga de reproceso debe fundirse sin aplicar agitación para evitar el surgimiento de espuma o burbuja.

4.10 Segunda corrida del proceso de llenado

Una vez aprobada la mezcla de reproceso, se procede al segundo llenado, este lote de velas se identifica como velas de reproceso y se trabaja por separado.

4.11 Desmolde y determinación de defectos

Al desmoldar las velas de reproceso se verifica que estén dentro de los estándares de calidad, toda vela que este fuera de estándar debe apartarse, así como identificarla como reproceso de la orden de producción correspondiente.

Tabla XXVII Resultados de desmolde segunda corrida de llenado

Defecto	Cantidad
Contaminación de partículas	2
Burbujas superficiales	24
Agujeros superficiales	5
Rayones	0
No desmolda	0

De un total de 611 moldes llenos, se contabilizan 31 velas con defecto, esto equivale al 5.1% del total reprocesado.

4.12 Comparación de acabados entre mezcla virgen y mezcla reproceso

Se hace este tipo de comparación para verificar que ambos lotes tanto el virgen como el reproceso, sean lo más idénticos posibles en tonalidad de color. Si existiera variación en la tonalidad de ambos lotes, pero están dentro de los rangos de los estándares de calidad, es importante trabajarlos por separado hasta el final del proceso. Se ha podido observar que en la segunda corrida de llenado, da por resultado reducción en defectos superficiales como burbujas y agujeros, esta mejoría se debe a que en el caso de reprocesar la mezcla no es necesario aplicar agitación al tanque.

4.13 Comparación entre el llenado en aluminio y el llenado en poli-carbonato

Al comparar dos velas de la misma fórmula, pero llenadas en moldes diferentes se puede observar que los acabados en general son similares, tanto en moldes de aluminio como en moldes de poli-carbonato se producen los mismos defectos, existe notoria diferencia de apariencia en las velas desmoldadas de moldes de poli-carbonato, ya que estas son considerablemente más brillantes y hacen notar la opacidad de las desmoldadas de moldes de aluminio.

4.14 Costo inicial

El costo de la implementación de los moldes de poli-carbonato en el proceso de llenado de una fábrica de velas de parafina, está compuesto de la sumatoria de lo siguiente:

- a- Costo de la matriz de fabricación de moldes, la cual debe ser de acero inoxidable.

- b- Costo de la materia prima poli-carbonato, que se empleará para la cantidad de moldes a fabricar.

- c- Costo de fabricación, establecido por la empresa fabricante y procesadora de plásticos. El costo de fabricación va ligado a la cantidad de moldes a fabricar, ya que mientras más alto es la cantidad solicitada el costo es más bajo, mientras que en cantidades pequeñas el costo tiende a subir, esto se debe a que las máquinas inyectoras de plástico son más rápidas para producir de lo que se tardan en cargar y fundir la materia prima.

4.15 Costo de operación

El costo de operación reúne lo siguiente:

- a- Costo de almacenamiento, esto incluye la localidad o espacio dentro de la bodega asignada para los moldes, los cajones de madera donde serán almacenados.

- b- Costo de traslados con montacargas, desde la bodega a la planta de producción y viceversa.
- c- Costo de mano de obra indirecta, empleados de bodega, personal de limpieza.
- d- Costo de supervisión, evaluación periódica de la calidad del molde y evaluación de inventarios.

4.16 Costos de reparación

En moldes de fabricación lo más importante es la superficie interna de los mismos, al dañarse las paredes internas prácticamente el molde es desechable y se vuelve obsoleto, en este tipo de material aún no se ha encontrado la forma de pulir su superficie sin dejar porosidades que sean notorias, por lo cual es imposible aplicar algún método de reparación. Esto obliga a que los moldes dañados deben ser sustituidos por nuevos.

5. MEJORAS CONTINUAS PARA MANTENER EN BUEN ESTADO LOS MOLDES DE POLICARBONATO

5.1 Retroalimentación

Es importante mantener la comunicación con los operadores, por lo que se sugiere hacer una encuesta periódica al personal operativo del área de llenado, para recabar información o sugerencias en relación al manejo, uso y almacenaje del molde de poli-carbonato.

5.2 Inspección periódica

Es importante hacer una inspección periódicamente a los moldes para verificar su calidad después de varios meses de uso, comprobar si han sufrido algún tipo de desgaste o contaminación irreversible, ésta inspección deberá realizarla el departamento de control de calidad, así como llevar un historial de los registros realizados.

Lo que debe inspeccionarse es lo siguiente:

Diámetros externos, boca y piscina del molde

Diámetros internos

Espesor de la pared del molde

Altura del molde

Profundidad interna

Nivel de la boca y la piscina

Existencia de rayones internos

Existencia de rebabas en la boca interna y externa

Nivel de contaminación

Almacenaje dentro de los cajones

Almacenaje dentro de la bodega

Traslados de los cajones

5.3 Propuesta en el método de desmolde

El molde de poli-carbonato tiene la característica que sus paredes son bastante lisas, lo que hace que la vela desmolde fácilmente, si por alguna razón el desmolde se hace difícil, es preciso aplicarle un segundo enfriamiento en el túnel de aire frío para que la mezcla despegue de las paredes del molde, se propone también usar aire comprimido el cual debe aplicarse entre la pared del molde y la vela, de lo contrario, para no dañar el molde es mejor perder la vela sumergiéndolo en un baño de parafina caliente. Por ninguna razón se debe golpear el molde con tal que desmolde la vela.

5.4 Manejo y ubicación en bodega

El manejo de los moldes debe hacerse con montacargas, deben ubicarse dentro de la bodega en un lugar clasificado para cada tamaño de molde, de preferencia que el espacio sea identificado por fecha de compra, deben ser aislados de circulación de aire para que se reduzca la posibilidad de existencia de contaminación, así como aislarlos de luz directa del sol, para que mantenga su transparencia.

5.5 Formatos para operatoria en bodega

Es necesario llevar un control por escrito de los movimientos de los moldes, por lo que se plantea el uso de un documento para egresos de bodega, y otro documento para ingresos a bodega, ambos documentos deben amparar la existencia de moldes, tanto en la planta de producción como en bodega. *

5.6 Normas para ingreso y salida de moldes de bodega

Es importante el establecer normas de responsabilidad tanto para la salida como para la recepción de moldes, por lo tanto los documentos que se manejen y operen en la bodega deben ser llenos de forma completa. Se realizará el despacho o recepción de los moldes, solamente si el documento está firmado por la persona que autoriza el tramite. Al hacer un ingreso de moldes debe ser el encargado de producción quien autorice, y al hacer una salida de moldes debe ser el encargado de bodega quien autorice. Si por alguna razón se opera físicamente el movimiento sin haber autorización, la responsabilidad deberá asumirla el encargado de bodega, puesto que es él quien lleva el control de los documentos.

Para evitar confusiones y llevar un mejor control, debe haber en uso un solo talonario de cada operación.

Los talonarios deben ser sustituidos por nuevos al presentar el último correlativo del que se esté usando actualmente.

*Apéndice 4 y 5

Los documentos deben ser llenados exclusivamente con lapicero de tinta indeleble, sin correcciones o tachones, ya que la información debe ser lo más fiel posible.

CONCLUSIONES

1. Se estableció, mediante el estudio, que el poli-carbonato es un material que se ajusta a los requisitos necesarios para la fabricación de velas de parafina.
2. Se determinó, por medio de los ensayos y pruebas realizados en el estudio, que los moldes de poli-carbonato, comparados con los moldes de aluminio, muestran características mecánicas con mayor capacidad.
3. La resistencia al impacto registrada en los moldes de poli-carbonato, presenta una amplia ventaja sobre los moldes de aluminio.
4. El uso de poli-carbonato, en este proceso, asegura la reducción de riesgos de desperdicio de moldes, debidos a caída de las bandas de transporte y descuido del personal operativo.
5. Queda determinado, mediante el estudio, que las condiciones del proceso de llenado en este tipo de molde, debe contar con el distanciamiento entre filas, de tal forma que permita una mejor distribución de ventilación.
6. Se establece que con este material, el precalentamiento de los moldes puede no ser necesario.

7. Se determinó que para el enfriamiento de la vela en moldes de poli-carbonato, con las dimensiones actuales de banda, es necesario el uso de cinco ventiladores de piso y tres aéreos, así como aislar el túnel de enfriamiento para que no existan fugas de aire frío.
8. El procedimiento de limpieza de los moldes de poli-carbonato se hará en función del tipo de colorantes empleados en la mezcla, queda comprobado que las tintas líquidas son las que menos contaminación proporcionan a los moldes.
9. Se determinó, a través del estudio, que el tiempo de vida útil de los moldes de poli-carbonato, es 39.5 veces mayor que los moldes de aluminio.
10. Los costos de operación se ven reducidos con el decremento de reportes, traslados y manipulación por moldes defectuosos.

RECOMENDACIONES

1. Es importante implementar la sustitución de moldes de aluminio, por moldes de poli-carbonato, para evitar que se siga generando desperdicio de moldes.
2. En el proceso de llenado de velas en molde de poli-carbonato, debe existir necesariamente separación entre filas, con el objeto que la ventilación ayude a la solidificación de la mezcla sin provocar deformaciones internas.
3. Por ninguna razón golpear los moldes con tal de extraer la vela, si se da este problema podría ser solucionado con darle más tiempo de enfriamiento en el túnel de aire frío, aplicación de aire comprimido entre las paredes del molde y la vela o pasar los moldes por un baño de parafina.
4. Tomar muy en cuenta la participación del personal operativo del área de llenado, en la resolución de problemas o sugerencias para el mejor uso de los moldes.
5. Es importante implementar el uso de documentos en la operatoria de bodega de moldes, para que no exista confusión o falta de control, por los moldes existentes en la planta de producción y los existentes en bodega.
6. Hacer una inspección o auditoría periódica a los moldes, por parte del personal de control de calidad, verificando las condiciones físicas de los mismos.

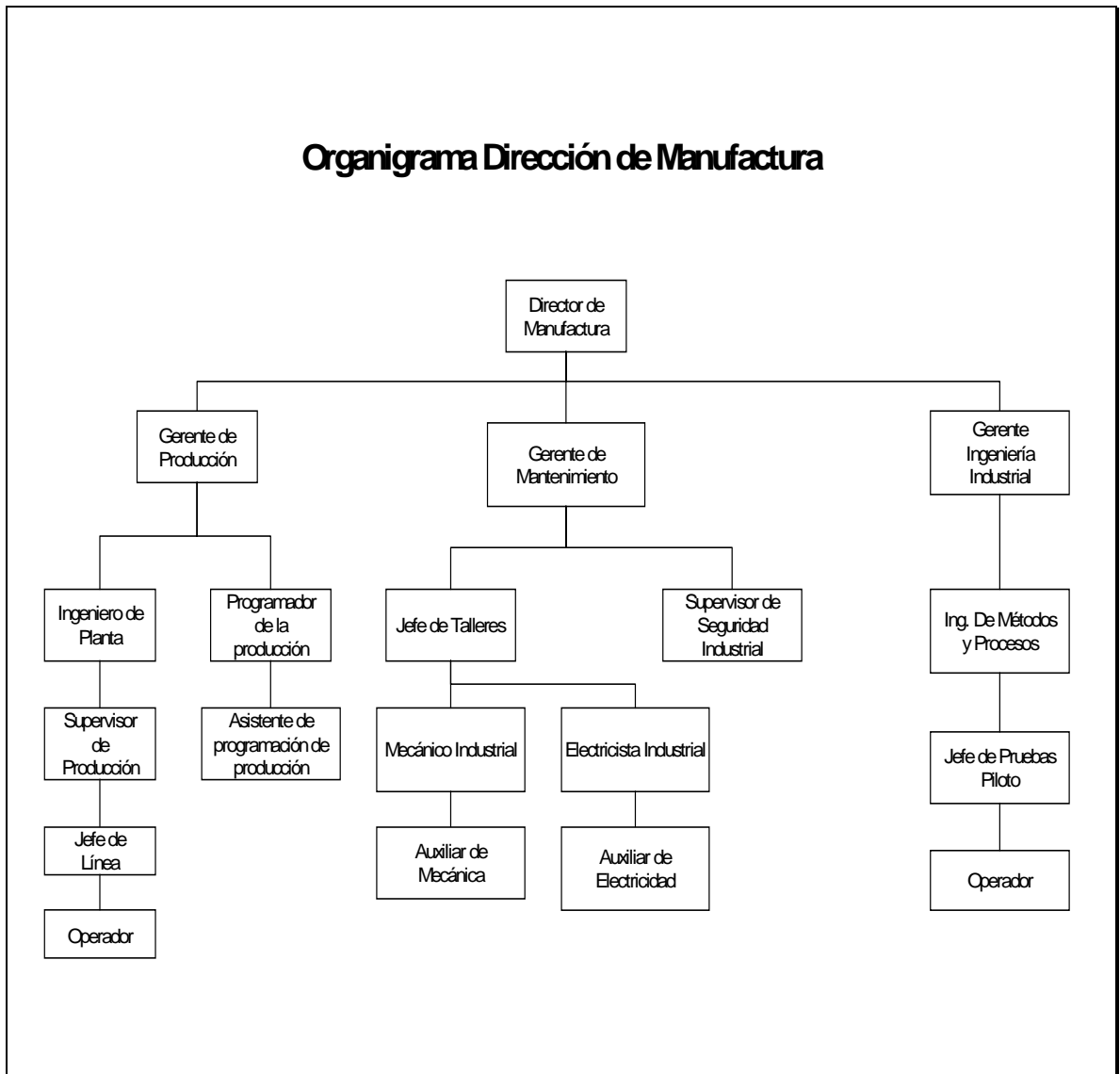
7. Crear un espacio en bodega específicamente para ubicar los moldes de poli-carbonato, de tal forma que estén aislados de luz directa de sol y exposición a contaminación por viento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Loreto, C. Materiales Compuestos. Dos Tomos. Carlos Loreto. Barcelona España: Editorial Reverte, 1998. 1450 p.
2. Deming, Edwards W. Calidad, Productividad y Competitividad: La salida de la crisis. Edwards W. Deming. México: Ed. Díaz de Santos, 1990. 532 p.
3. Maldonado Ortiz, Alejandro. Implementación de un sistema de localización y control de existencias de reprocesos de productos elaborados a base de parafina. Tesis Ing. Ind. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 106pp.
4. Mijangos Anaya, Carlos Alberto. Optimización de procesos, espacios de bodegas y flujo de trabajo en una fábrica de gelatinas. Tesis Ing. Ind. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 127pp.
5. Spezial Maschinenfabrik Hans Kürschner GmbH & Co. KG
Pillar Candle Sawing System, Model 1354 Internet:
www.kuerschner.de

APÉNDICE 1

Figura 15. Organigrama Dirección de Manufactura



Módulo: Producción
 Program: Orden_carga
 Usuario: MCARIAS

Fecha: 27/05/2006
 Hora: 10:36 AM

Orden de Carga

Compañía: 7 XANADU CORPORATION S.A.
 Fábrica: 5 Alpha Industrias Zona 7

Control de Calidad
 Orden No. Lote
 24313 01466E2

Figura 16. Orden de carga para prueba de desmolde

FÓRMULA UTILIZADA		LOTE A PRODUCIR				CLIENTE: PRUEBA PILOTO					
Código	Descripción	Total (U)	Total (Kg)	Reproce (Kg)	Virgen (Kg)	Orden	Código PT	Tanque	No. Carga	Fecha Prog	
7584	Junniper Breeze Pillar Li	600	250	0	250	12904	7584		1/1	27/05/2006	
Fórmula	Fórmula Autorizada Client	Cod Rep	Descripción	Reproceso						12:00 AM	
2	E										
Código	ADITIVOS	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma carga	Revisad CC	Firma Prod	Hora
18	BHT		0.00006	15	GRM						
30701	TINUVIN 329		0.003	750	GRM						
Código	ADITIVOS 2	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma carga	Revisad CC	Firma Prod	Hora
14	VYBAR 103		0.014	3.5	KG						
Código	COLORANTES	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma carga	Revisad CC	Firma Prod	Hora
Código	FRAGANCIA	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma carga	Revisad CC	Firma Prod	Hora
Código	PARAFINAS	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma carga	Revisad CC	Firma Prod	Hora
1	PARAFINA PF 10504		0.7863759	196.594	KG						
665	PARAFINA PF 10501		0.196594	49.148	KG						

1

TOTAL

AJUSTE DE COLORANTES		1er AJUSTE			2do AJUSTE		3er AJUSTE		TOTALES	
Código	Colorantes o Pigmentos	No Lote	Cnt Std	%	Cnt Std	%	Cnt Std	%	Cnt Std	%

AJUSTE REALIZADO POR:

FECHA Y HORA:

Módulo: Producción
 Programa: Orden_carga
 Usuario: MCARIAS

Fecha: 30/05/2006
 Hora: 15:22 am

Orden de Carga

Compañía 7 XANADU CORPORATION S.A.
 Fábrica 5 Alpha Industrias Zona 7

Control de Calidad
 Orden No. Lote
 24506 01516B12

FÓRMULA UTILIZADA		LOTE A PRODUCIR				CLIENTE:		PRUEBA PILOTO			
Código	Descripción	Total (U)	Total (Kg)	Reproce (Kg)	Virgen (Kg)	Orden	Código PT	Tanque	No. Carga	Fecha Prog	
9771	Lemon Grass	4333	1300	0	1300	13409	9771		1/14	30/05/2006	
Fórmula	Fórmula Autorizada Cliente	Cod Rep	Descripción Reproceso							18:00:00 a.m.	
2		3									
Código	ADITIVOS	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma cargas	Revisad CC	Firma Prod	Hora
18	BHT		0.00003	0.039	GRM						
30701	TINUVIN 329		0.001	1.3	KG						
Código	ADITIVOS 2	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma cargas	Revisad CC	Firma Prod	Hora
14	VYBAR 103		0.011	14.3	KG						
Código	COLORANTES	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma cargas	Revisad CC	Firma Prod	Hora
1782	Col. Sandoplas Orange 3G		0.00002	0.026							
Código	FRAGANCIA	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma cargas	Revisad CC	Firma Prod	Hora
2280	Lemon		0.03	39							
Código	PARAFINAS	No. Lote	%	Cnt Std	UM	Cnt Pesada	UM	Firma cargas	Revisad CC	Firma Prod	Hora
1	PARAFINA PF 10504		0.76115591	989.503	KG						
665	PARAFINA PF 10501		0.19679398	255.832	KG						
TOTAL				1							

AJUSTE DE COLORANTES		1er AJUSTE			2do AJUSTE		3er AJUSTE		TOTALES	
Código	Colorantes o Pigmentos	No Lote	Cnt Std	%	Cnt Std	%	Cnt Std	%	Cnt Std	%

AJUSTE REALIZADO POR:
 FECHA Y HORA:

Figura 17. Orden de carga para prueba de producción

APÉNDICE 4

Figura 18. Formato de ingreso de moldes a bodega

INGRESO DE MOLDES				
CORPORATION				
Correlativo #####				
BODEGA DE MOLDES				
Devuelto por: _____		Fecha: _____		
Firma: _____		Hora: _____		
Línea de Prod. _____		Estado: _____		
Autorizado Por: _____		Firma: _____		
Código	Descripción	No.de Cajones	Unidades por cajón	Total
Total				
OBSERVACIONES				
Hora: _____				
Recibido Por: _____				
Firma _____				

APÉNDICE 5

Figura 19. Formato de salida de moldes de bodega

SALIDA DE MOLDES				
CORPORATION				
Correlativo #####				
BODEGA DE MOLDES				
Requerido por: _____		Fecha: _____		
Línea de Prod. _____		Hora: _____		
Recibe: _____		Autorizado por: _____		
Firma: _____		Firma _____		
Código	Descripción	No.de Cajones	Unidades por cajón	Total
Total				
OBSERVACIONES				
Hora: _____				
Preparado Por: _____				
Firma _____				



O.T. No. 20338

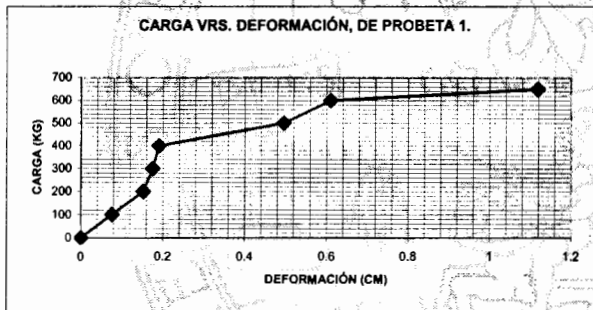
INFORME No. 1083-M

INTERESADO: ERWIN ULISES LOPEZ PIVARAL
 PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACION
 ASUNTO: ENSAYO DE COMPRESION A MOLDES PARA FABRICACION DE VELAS.
 FECHA: GUATEMALA 10 DE AGOSTO DE 2006.

Antecedentes

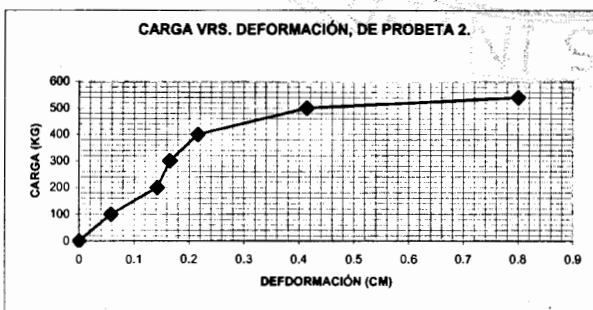
El estudiante **Edwin Ulises Lopez Pivaral**, con carné No. **8815941** de la carrera de Ingeniería Industrial, solicito a este Centro de Investigaciones de Ingeniería que se realizara ensayo de compresión a moldes de aluminio y poli-carbonato. Los ensayos en cuestión, son parte de su trabajo de tesis **“Implementación de Moldes de Poli-carbonato en el Proceso de Llenado en una Fabrica de Velas de Parafina”**.

Resultados



CMC

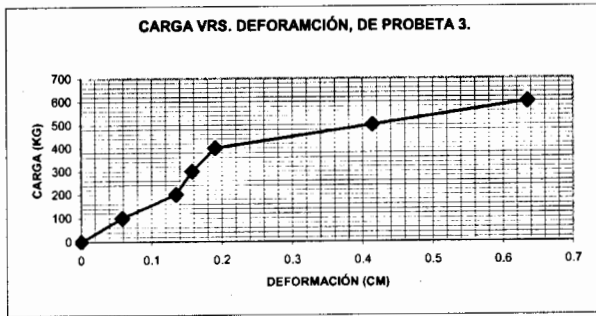
1. ALUMINIO Boca arriba	
deformación (cm)	Carga (kg)
0	0
0.0762	100
0.1524	200
0.17526	300
0.1905	400
0.4953	500
0.6096	600
1.1176	650



CMC

2. ALUMINIO Boca arriba	
deformación (cm)	Carga
0	0
0.05842	100
0.14224	200
0.1651	300
0.2159	400
0.41402	500
0.8001	540

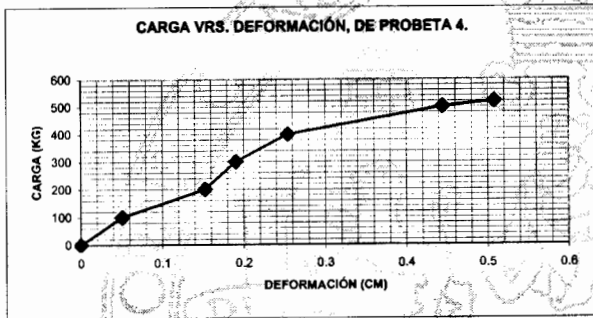
SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
 C.I.I.-U.S.A.C.
 CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
 Edificio 15, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
 Pagina web: http://cii.usac.edu.gt



3. Aluminio Boca Arriba

deformación (cm)	Carga
0	0
0.05842	100
0.13462	200
0.15748	300
0.1905	400
0.41402	500
0.635	600

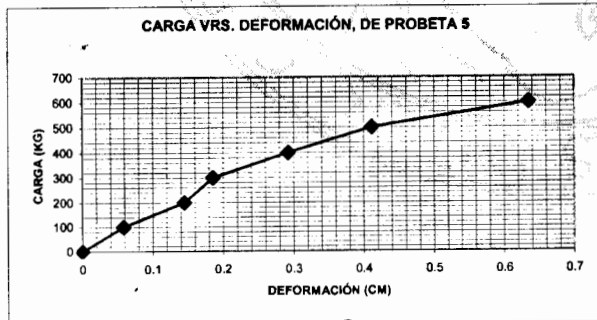
CMC



4. Aluminio Boca Abajo

deformación (cm)	Carga (kg)
0	0
0.0508	100
0.1524	200
0.1905	300
0.254	400
0.4445	500
0.508	520

CMC

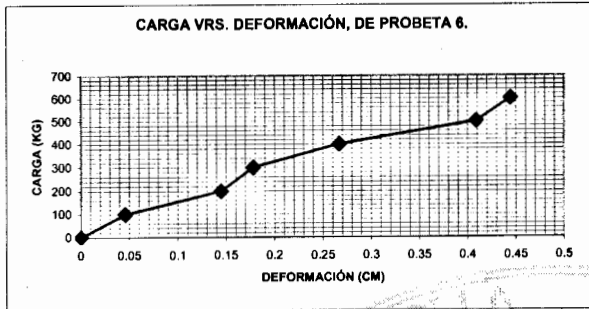


5. Aluminio Boca Abajo

deformación (cm)	Carga (kg)
0	0
0.05842	100
0.14478	200
0.18542	300
0.2921	400
0.41148	500
0.635	600

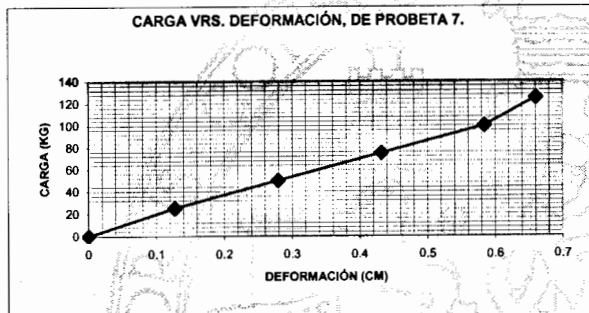
CMC





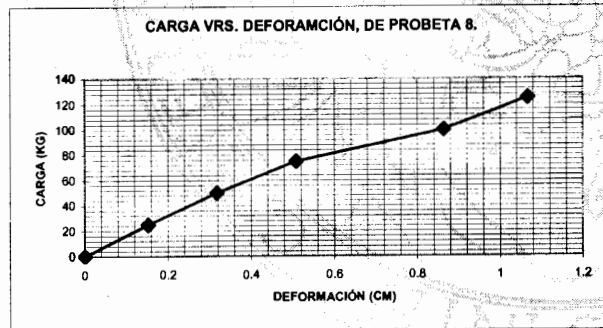
CMC

6. Aluminio Boca Abajo	
deformación (cm)	Carga (kg)
0	0
0.04572	100
0.14478	200
0.1778	300
0.2667	400
0.40894	500
0.4445	600



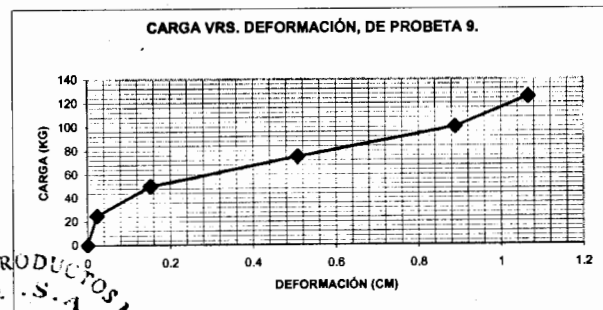
CMC

7. Aluminio lateral	
deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.127	25
0.2794	50
0.4318	75
0.5842	100
0.6604	125



CMC

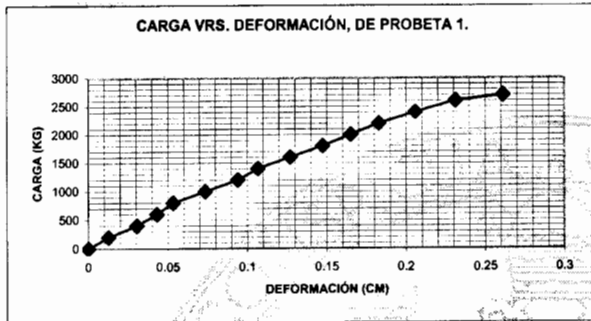
8. Aluminio lateral	
deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.1524	25
0.3175	50
0.508	75
0.8636	100
1.0668	125



CMC

9. Aluminio lateral	
deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.02286	25
0.1524	50
0.508	75
0.889	100
1.0668	125

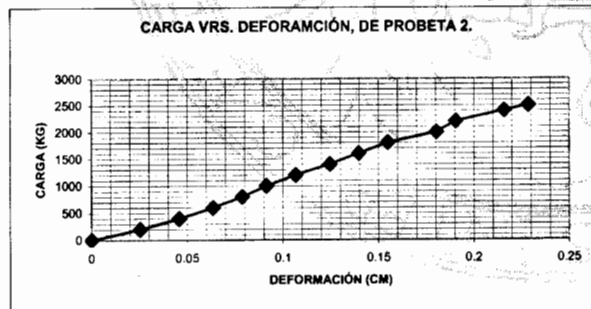




1. Poli-carbonato boca arriba

deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.0127	200
0.03048	400
0.04318	600
0.05334	800
0.07366	1000
0.09398	1200
0.10668	1400
0.127	1600
0.14732	1800
0.1651	2000
0.18288	2200
0.20574	2400
0.23114	2600
0.26114	2700

CMC

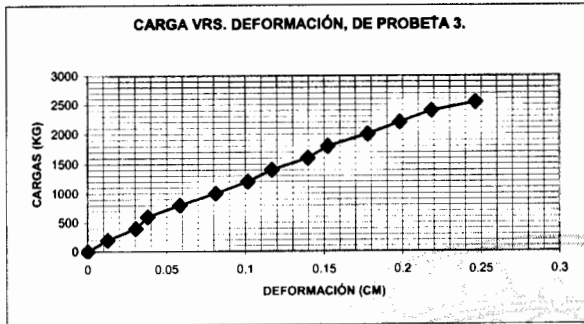


2. Poli-carbonato boca arriba

deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.0254	200
0.04572	400
0.0635	600
0.07874	800
0.09144	1000
0.10668	1200
0.12446	1400
0.1397	1600
0.15494	1800
0.18034	2000
0.1905	2200
0.2159	2400
0.2286	2500

CMC

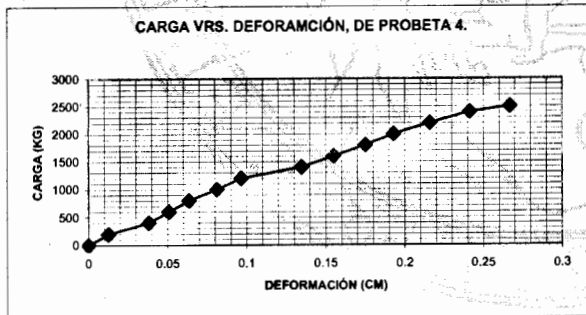




3. poli-carbonato boca arriba

deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.0127	200
0.03048	400
0.0381	600
0.05842	800
0.08128	1000
0.1016	1200
0.11684	1400
0.1397	1600
0.1524	1800
0.1778	2000
0.19812	2200
0.21844	2400
0.24638	2540

CMC

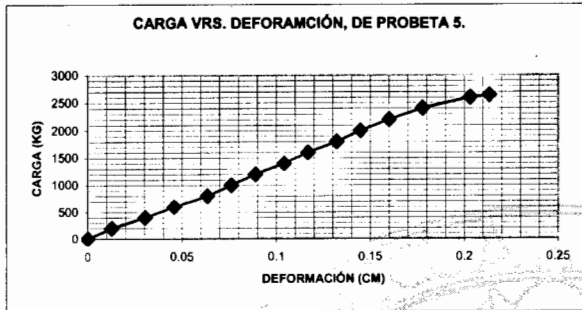


4. Poli-carbonato boca abajo

deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.0127	200
0.0381	400
0.0508	600
0.0635	800
0.08128	1000
0.09652	1200
0.13462	1400
0.15494	1600
0.17526	1800
0.19304	2000
0.2159	2200
0.2413	2400
0.2667	2500

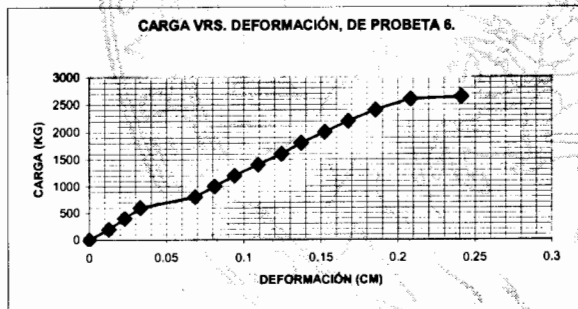
CMC





5. Poli-carbonato boca abajo

deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.0127	200
0.03048	400
0.04572	600
0.0635	800
0.0762	1000
0.0889	1200
0.10414	1400
0.11684	1600
0.13208	1800
0.14478	2000
0.16002	2200
0.1778	2400
0.2032	2600
0.21336	2640

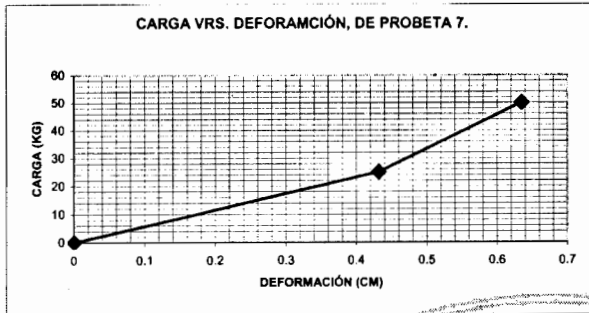


6. poli-carbonato boca abajo

deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.0127	200
0.02286	400
0.03302	600
0.06858	800
0.08128	1000
0.09398	1200
0.10922	1400
0.12446	1600
0.13716	1800
0.1524	2000
0.16764	2200
0.18542	2400
0.20828	2600
0.2413	2640

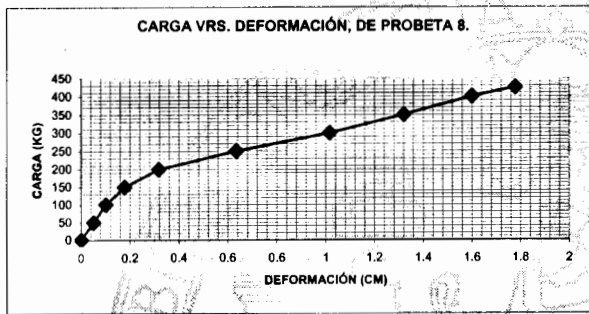


CMC



7. Poli-carbonato lateral

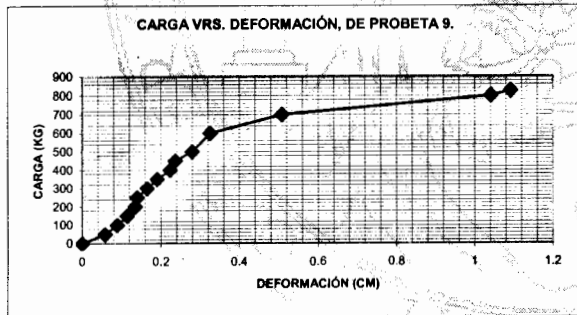
deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.4318	25
CMC 0.635	50



8. Poli-carbonato lateral

deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.0508	50
0.1016	100
0.1778	150
0.3175	200
0.635	250
1.016	300
1.3208	350
1.6002	400
1.778	425

CMC



9. poli-carbonato lateral

deformación (cm)	carga (kg)
0	0
0.05842	50
0.0889	100
0.1143	150
0.1343	200
0.1397	250
0.1651	300
0.1905	350
0.22352	400
0.23622	450
0.2794	500
0.32512	600
0.508	700
1.0414	800
1.0922	825

CMC



Nota: CMC= Carga Máxima Compresión



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Ensayo derribo

Identificación	Altura cm
Aluminio vacío	60 fallo
Aluminio vacío	50 fallo

Identificación	Altura mts
Poli-carbonato vacío	06 no fallo
Poli-carbonato vacío	06 no fallo

Atentamente,

Ing. Pablo Christian. De León Rodríguez
Jefe Sección de Metales y
Productos Manufacturados


Vo.Bo. Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR C.I.I.



/cbr