

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Mejoramiento de la Productividad de planta productora: Línea
de Bolígrafos”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

ANGELA DEL ROCIO SARMIENTO SOTOMAYOR

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2005

AGRADECIMIENTO

Agradezco el presente trabajo al Ing. Ignacio Wiesner, director de esta tesis por ser maestro y amigo.

DEDICATORIA

A mi esposo por ser mi apoyo y siempre brindarme confianza en los momentos más críticos.

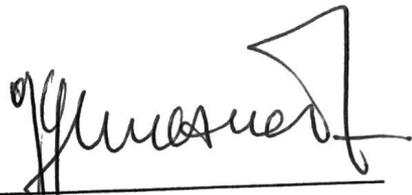
A mis hijos por ser mi motivación

A mis padres por saberme guiar en la vida.

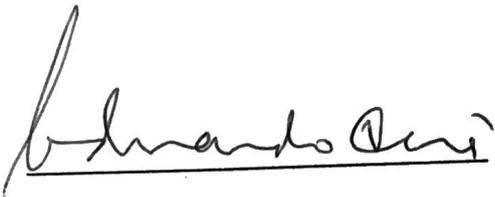
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



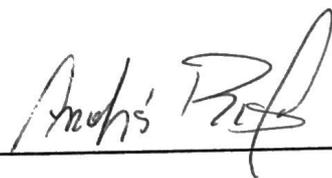
Ing. Mario Patiño A.
DELEGADO POR EL
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Eduardo Orces P.
VOCAL



Ing. Andrés Rigail C
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



A handwritten signature in black ink, which appears to read "Angela del Rocío Sarmiento Sotomayor".

Angela del Rocío Sarmiento Sotomayor

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en una planta industrial dedicada a la producción de bolígrafos en nuestro país, la planta industrial se encuentra en la ciudad de Guayaquil.

En la línea de producción de los repuestos de los bolígrafos se encontró que los soportes presentaban una fractura al momento de ser ensamblado el repuesto. Dicha falla se originaba en el área de subensamble y esto le ocasionaba a la empresa una gran pérdida económica debido a los desperdicios de materia prima, ya que se pierde todo el repuesto y de tiempo de producción por las paradas de los equipos para su limpieza. Esta falla del proceso se refleja en el rechazo de los soportes convirtiéndolos en producto no conforme que para el año 2003 significaba el 3% de la producción total.

La materia prima con la que se elabora el soporte es ACETAL COPOLIMERO (Celcon M140) es un material con alta resistencia a los solventes, pero con una alta capacidad de absorción de humedad, misma que modifica las propiedades físicas considerablemente.

Para mejorar las condiciones mecánicas de los soportes se requirió una operación adicional de secado con resultados importantes en relación a la disminución al 0.03% de los productos no conformes lo cual permitió mejorar

los índices de productividad de la planta de 0.052 a 0.045 en promedio, aumentar los índices de producción de 0.76 a 0.93% y la eficiencia de las máquinas en un 13% para el área de moldeo y un 13.8% para el área de subensamble. También se estableció mejoras en los consumos de energía eléctrica en las áreas de plásticos y subensamble obteniéndose un ahorro económico de 20089 dólares con una inversión mínima de 1689 dólares.

INDICE GENERAL

RESUMEN	II
---------------	----

INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
INDICE DE FIGURAS	V
INDICE DE TABLAS.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Descripción de la línea de producción de bolígrafos.....	4
1.2 Determinación de los índices de no conformidad de las partes del bolígrafo.....	22
1.3 Descripción del problema técnico y moldeo por inyección del CELCON.....	33
1.4 Análisis de las propiedades físico-químicas del material.....	43

CAPÍTULO 2

2. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	49
2.1 Parámetros de selección del equipo secador	50
2.2 Análisis económico de las alternativas de selección	54
2.3 Adaptación del equipo a utilizarse a las necesidades.....	55
2.4 Instalación del secador y pruebas de producción.....	56

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA.....	61
3.1 Análisis del esquema actual y resultados obtenidos.....	61
3.2 Beneficios económicos de la solución.....	77

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
--	----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

Cm/seg	centímetros por segundo
cm ³	centímetros cúbicos
Bar	bares
Seg	segundos
°C	grados centígrados
psi	presión
w	watts
PNC	producto no conforme
Kw/hr	Kilovatio hora

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Planta Productora de bolígrafos.....	5
Figura 1.2	Distribución de la planta.....	6
Figura 1.3	Bolígrafos elaborados en la planta.....	7
Figura 1.4	Partes del bolígrafo.....	8
Figura 1.5	Extrusora de tubo contenedor de tinta.....	13
Figura 1.6	Inyectora de barril.....	13
Figura 1.7	Molde de barril.....	14
Figura 1.8	Inyectora de tapas.....	14
Figura 1.9	Molde de tapas.....	15
Figura 1.10	Inyectora de soportes.....	15
Figura 1.11	Molde de soportes.....	16
Figura 1.12	Inyectora de botón.....	16
Figura 1.13	Máquina ensambladora de repuestos.....	17
Figura 1.14	Ensambladora de bolígrafos y empaque.....	18
Figura 1.15	Flujo de procesos de manufactura.....	19
Figura 1.16	Diagrama del proceso de producción de los bolígrafos.....	20
Figura 1.17	Diagrama de barras de los índices de no conformidad de las partes del bolígrafo.....	24
Figura 1.18	Diagrama porcentual de los costos del bolígrafo.....	31
Figura 1.19	Fractura típica presentada en subensamble al momento de introducir el tubo en el soporte.....	35
Figura 1.20	Ensambladora de repuestos manchada por derrame de tinta.....	35
Figura 1.21	Proceso de inyección en la inyectora de soportes.....	42
Figura 2.1	Diagrama del secador disecante CTT 40725 de Colortronic.....	52
Figura 2.2	Secador de aire caliente de la planta de Brasil.....	53
Figura 2.3	Tolva interior perforada.....	56
Figura 2.4	Secador instalado sobre la alimentación de la inyectora.....	57
Figura 2.5	Alimentación de la inyectora con mezcla de material con color.....	58
Figura 2.6	Diagrama comparativo de la producción rechazada de 2 meses antes y 2 meses después de implantado el sistema de secado.....	59
Figura 2.7	Diagrama comparativo de los índices de producto no conforme del soporte.....	60
Figura 3.1	Inyectora de soportes con secador adaptado.....	61
Figura 3.2	Molde de soportes de 64 cavidades.....	62
Figura 3.3	Calentador del molde de soportes.....	63
Figura 3.4	Mantenimiento del secador de Celcon.....	64
Figura 3.5	Molino granulador colocado al pie de la inyectora.....	65
Figura 3.6	Área climatizada de almacenamiento del Celcon.....	68
Figura 3.7	Diagrama del proceso de inyección.....	69
Figura 3.8	Máquina ensambladora de repuestos sin derramamiento de tinta.....	72

Figura 3.9	Área de subensamble.....	72
------------	--------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cálculo de la capacidad instalada del área de plásticos.....	10
Tabla 2	Cálculo de la capacidad instalada del área de subensamble...	11

Tabla 3	cálculo de la capacidad instalada del área de ensamble.....	12
Tabla 4	Materias primas usadas en el proceso de elaboración de Bolígrafos.....	22
Tabla 5	Índices de no conformidad de las partes del bolígrafo para enero, febrero y marzo.....	24
Tabla 6	Cálculo de la eficiencia del área de plásticos.....	27
Tabla 7	Cálculo de la eficiencia del área de subensamble.....	28
Tabla 8	Cálculo de la eficiencia del área de ensamble.....	29
Tabla 9	Costos de producción del bolígrafo.....	30
Tabla 10	Índices de productividad de la planta.....	32
Tabla 11	Parámetros de inyección de la inyectora de soportes.....	34
Tabla 12	Costos de las alternativas de secado.....	55
Tabla 13	Ficha técnica de inyección para inyectora de soportes.....	66
Tabla 14	Cálculo de la eficiencia real del área de moldeo “después”.....	74
Tabla 15	cálculo de la eficiencia del área de subensamble “después”...	75
Tabla 16	Cálculo del índice de productividad de la planta después del cambio.....	76
Tabla 17	cálculo de ahorro energético de la inyectora de soportes.....	80
Tabla 18	cálculo del ahorro energético en el área de subensamble.....	81

APÉNDICE

Apéndice A	Pruebas de laboratorio
Apéndice B	Eficiencia de la planta para el año 2004

INTRODUCCION

El manejo de los índices para una compañía multinacional son de vital importancia, ya que reflejan directamente a la productividad de la misma. Compañías con índices por debajo de los estándares internacionales podrían ocasionar una catástrofe dentro de la misma y en casos extremos el mal manejo de los índices produciría el cierre de la misma.

El presente trabajo se desarrolla en una compañía multinacional que tiene plantas en Francia, Italia, España, Brasil, México, Estados Unidos y Ecuador es el primer productor mundial de bolígrafos, encendedores y maquinillas de afeitar. Actualmente la planta de Ecuador produce 11´000.000 de bolígrafos mensualmente.

En la compañía a fines del año 2.003 e inicios del 2.004 la producción se estaba viendo afectada por un derramamiento constante de tinta en el área de ensamble del repuesto de los bolígrafos, específicamente al introducir el tubo que contiene la tinta en el soporte del bolígrafo, este derramamiento de tinta era producido por una fractura en el soporte. Dicha fractura del soporte ocasionaba una parada de producción de aproximadamente 45 minutos por turno de producción por efectos de limpieza de los equipos. Por motivos de las políticas de calidad se llegaban a rechazar toda la producción de soportes elaborados en ese turno de producción e incluso producciones de todo el día.

Este rechazo de producción se lo conoce como producto no conforme, que llevado a términos de índices se representa como índice de no conformidad y no debe superar según el estándar internacional el 0.01%, pero para el caso antes expuesto en subensamble superaba el 3% de la producción total.

El problema para la parte técnica fue eliminar la causa que producía la fractura en el soporte y buscar una solución inmediata es por eso que se realizó un análisis situacional del problema y una vez descartados los problemas de producción y de moldeo se analiza el material del soporte. Investigando las propiedades del polímero usado encontramos que es un material con alto grado de absorción de humedad y por la ubicación geográfica de Guayaquil presenta una humedad relativa alta durante todo el año. Para el presente caso el fabricante del Celcon recomienda un proceso de secado del mismo antes del moldeo y condiciones atmosféricas estables en bodega.

La decisión de adicionar un sistema de secado era inmediata y es entonces cuando analizamos dos alternativas de solución que eran adquirir un secador disecante que realiza el proceso de secado con aire seco a un costo de 11.260 dólares o traer un secador de aire caliente de una de las plantas del grupo multinacional y adaptarlo a la máquina inyectora a un costo de 1.689 dólares.

Después de realizar las acciones de mantenimiento y montaje se realizaron las respectivas pruebas de producción con un tiempo óptimo de secado de 30 minutos previo al arranque de la máquina y una temperatura de 40°C.

El cumplimiento de los objetivos de mejoramiento de la producción y la calidad del producto ha sido de gran incentivo para el grupo de trabajo que ahora nos encontramos con nuevas metas en relación al nivel internacional del índice de no conformidad que es de 0.01%.

CAPITULO 1

1. DEFINICION DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la línea de producción de bolígrafos.

Descripción de la planta

La empresa en la cual se desarrolla esta tesis es un grupo multinacional que funciona desde 1950 con plantas en los cinco continentes del mundo y específicamente en América Latina tiene tres plantas que son las de Brasil, México y Ecuador. Los objetivos de esta empresa nacen bajo el signo de la funcionalidad, con productos de alta tecnología vendidos lo más barato posible.

El producto principal que produce la compañía es el bolígrafo Cristal fino y medio, es un objeto cilíndrico de 15 centímetros de largo y 8 milímetros de diámetro con sección hexagonal. Está formado por un cuerpo transparente, que contiene un depósito y dos extremidades, un tapón y una tapa de diversos colores. En el cuerpo transparente tiene un pequeño agujero que permite mantener la presión en el

interior y en el exterior del tubo. La presión atmosférica es la que permite empujar la carga de tinta hacia la superficie de la esfera de 1 milímetro de diámetro que se encuentra en el soporte del bolígrafo, la cual recoge algunas moléculas de tinta viscosa y después de media rotación la deposita sobre el papel; es así como el bolígrafo puede trazar una línea de hasta 3 kilómetros.



FIGURA 1.1 PLANTA PRODUCTORA DE BOLÍGRAFOS

El bolígrafo en mención fue lanzado en 1953 y ha sido el bolígrafo más vendido del mundo, continuamente perfeccionado. La planta de Ecuador, figura 1.1 esta ubicada en Guayaquil en el kilómetro 5 1/2 de la vía a Daule, consta de tres áreas de producción, 2 bodegas de

materia prima y de producto terminado, laboratorio de control de calidad, área de serigrafía, un taller de moldes y un taller mecánico, ver figura 1.2.

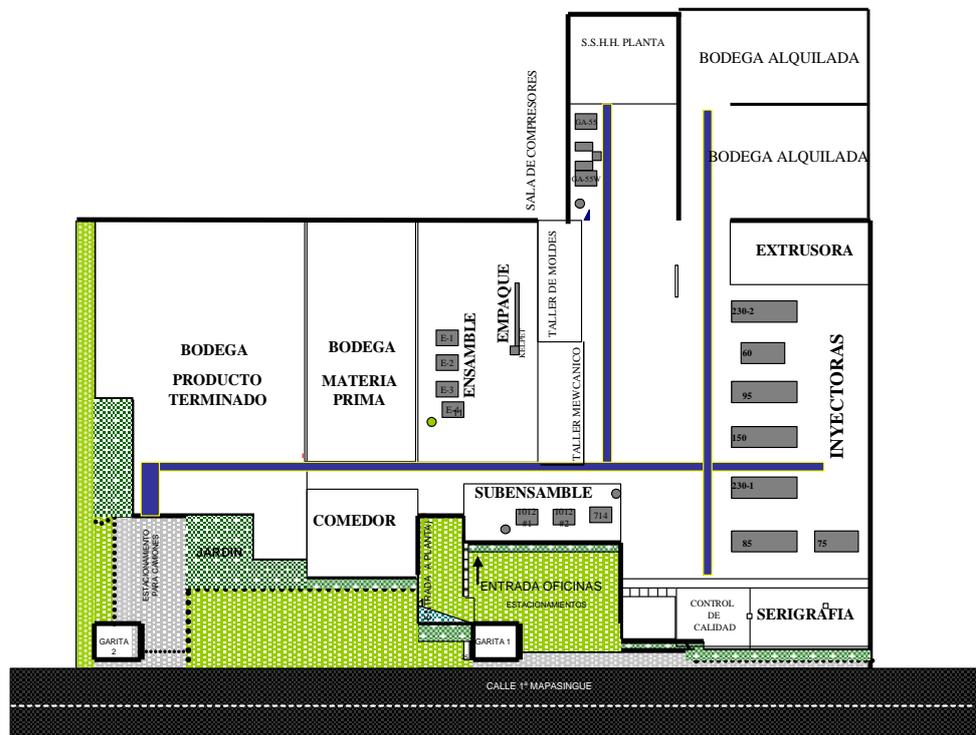


FIGURA 1.2 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

La planta produce un promedio de 9'000.000 de unidades mensuales las mismas que están distribuidas entre el bolígrafo cristal punto medio y punto fino en colores rojo, azul, negro y verde ver figura 1.3.

En la figura 1.4 se describen las partes del bolígrafo que para todos los casos son las mismas y son: barril, tubo, soporte, punto, tapón y tapa, variando el color del barril y del tubo contenedor de la tinta.



FIGURA 1.3 BOLÍGRAFOS ELABORADOS EN LA PLANTA

Como ya se mencionó anteriormente el proceso de producción de los bolígrafos se divide en tres áreas. El área 1 o área de plástico, llamada así porque aquí se elaboran las partes plásticas del bolígrafo, consta de: una máquina extrusora donde se elaboran los tubos plásticos contenedores de la tinta y siete inyectoras para elaborar barriles, tapas, botones y soportes, además cuenta con

molinos para cada inyectora

El área 2 o área de subensamble consta de 3 máquinas ensambladoras del repuesto, que está formado por: tubo contenedor de tinta tinta, soporte y punto.

Finalmente en el área 3 o área de ensamble hay 4 ensambladoras de bolígrafos, y su respectiva área de empaque; para cuando se elaboran promociones especiales, se cuenta con una sección de serigrafía dentro de esta misma área.



FIGURA 1.4 PARTES DEL BOLÍGRAFO

Cálculo de la capacidad instalada de la planta

A continuación se presenta el cálculo de la capacidad instalada de cada área de producción de la planta.

Area de plásticos

La capacidad instalada del área de plásticos la calculamos de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C_{\text{plásticos}} = C_{\text{Molde}} * C * T * E$$

De donde:

$C_{\text{plásticos}}$ = Capacidad instalada de plásticos

C_{Molde} = Capacidad del molde

C = Ciclo (unidades/minutos)

T = Período de producción mensual (minutos)

E = Eficiencia de Producción (%)

Y con la ayuda de una hoja de cálculo de Excel podemos obtener la siguiente tabla de producciones parciales.

TABLA 1
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA DEL ÁREA DE
PLÁSTICOS

MOLDE	C _{Molde}	C ₂	T ₂	E	CI _{plásticos}
BARRIL	32	4,14	43200	95	5434262
BARRIL	28	4,14	43200	95	4754979
BARRIL	16	4,14	43200	95	2918400
				TOTAL	13107641
TAPA 1	44	4,8	43200	95	8667648
TAPA 2	44	4,8	43200	95	8667648
				TOTAL	17335296
OPORT	64	5,22	43200	95	13703791
BOTON	72	5,45	43200	95	16117527
TUBO	1	460	43200	95	18878400

Área de subensamble

Al igual que para el área de plásticos para el área de subensamble la capacidad instalada del área de subensamble la calculamos con la ayuda de la fórmula y de una hoja de cálculo de Excel.

$$CI_{\text{subensamble}} = C * T * E$$

Donde:

CI_{subensamble} = Capacidad teórica de subensamble

C = Ciclo de las máquinas en unidades/minutos

T = Período de producción mensual (minutos)

E = Eficiencia de la producción (%)

TABLA 2
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA DEL ÁREA DE
SUBENSAMBLE

MAQUINA	C	T	E	Cl _{subensamble}
1012-1	86	43200	95	3529440
1012-2	94	43200	95	3857760
714	168	43200	95	6894720
			TOTAL	14281920

Área de ensamble

De la misma manera que en los casos anteriores calculamos la capacidad instalada del área de ensamble con la fórmula respectiva y una hoja de cálculo de Excel.

$$Cl_{ensamble} = C * T * E$$

Donde:

Cl_{ensamble} = Capacidad instalada de ensamble

C = Ciclo de las máquinas ensambladoras en (unidades/minuto)

T = Período de producción mensual.

E = Eficiencia de producción (%).

TABLA 3
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA DEL ÁREA DE
ENSAMBLE

MAQUINA	C	T	E	C _{ensamble}
E-1	128	43200	95	5253120
E-2	128	4320	95	5253120
E-3	128	4200	95	5253120
E-4	128	43200	95	5253120
TOTAL				21012480

En las siguientes fotos se exponen las máquinas de cada sección del proceso de producción y sus respectivos moldes.

Área de plásticos

En el área de plásticos todas las máquinas son automáticas, lo que permite tener solo dos operarios en esta área, uno que controla la

extrusora de tubos y otro que controla las siete inyectoras de la planta.



FIGURA 1.5 EXTRUSORA DE TUBO CONTENEDOR DE TINTA



FIGURA 1.6 INYECTORA DE BARRIL



FIGURA 1.7 MOLDE DE BARRIL.



FIGURA 1.8 INYECTORA DE TAPAS

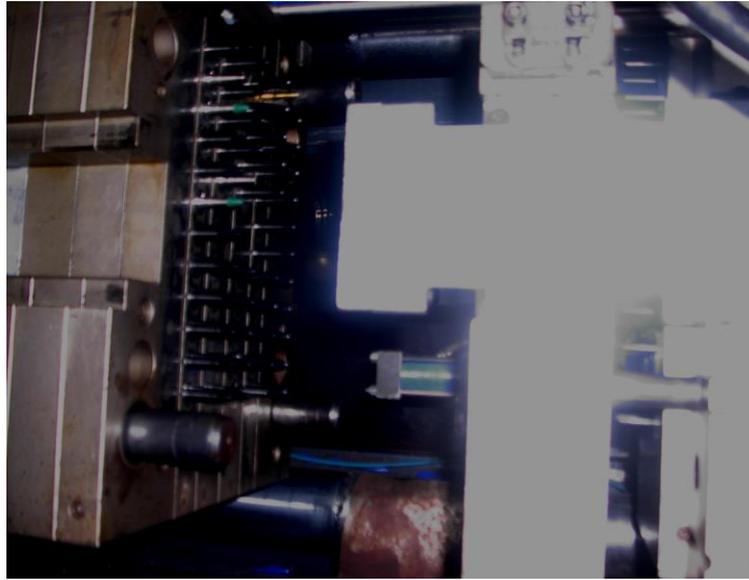


FIGURA 1.9 MOLDE DE TAPAS



FIGURA 1.10 INYECTORA DE SOPORTES



FIGURA 1.11 MOLDE DE SOPORTES



FIGURA 1.12 INYECTORA DE BOTÓN

Área de subensamble

El área de subensamble cuenta con tres ensambladoras de repuestos automáticas.



FIGURA 1.13 MÁQUINA ENSAMBLADORA DE REPUESTOS

Área de ensamble

La planta cuenta con 4 ensambladoras de bolígrafos que son automáticas con capacidad instalada para producir 20.000.000 de bolígrafos mensuales.



FIGURA 1.14 ENSAMBLADORA DE BOLÍGRAFOS Y EMPAQUE

En planta trabajan 37 empleados, distribuidos en tres turnos de 8 horas diarias, los 7 días de la semana, exceptuando ciertas máquinas tales como la extrusora del tubo y las ensambladoras del área de ensamble que trabajan solo 5 días a la semana.

Descripción del proceso de producción

Se parte del inventario del mes y del presupuesto de ventas para la programación de producción, en las figuras 1.15 y 1.16 se reflejan en los esquemas la secuencia de operaciones que es necesario realizar para la producción conforme. De bodega de materia prima, se

transfiere material al área de plásticos para la respectiva fabricación de las partes plásticas del bolígrafo, las mismas una vez elaboradas van a control de calidad (ver **apéndice A**) y este determina si el producto es conforme o no de acuerdo a los estándares de calidad de la compañía. Si el producto es conforme este se entrega a la siguiente área de producción y si no lo es, se considera material de reproceso o desperdicio, el cual se muele en un molino colocado al pie de cada máquina para ser reutilizado en el proceso.

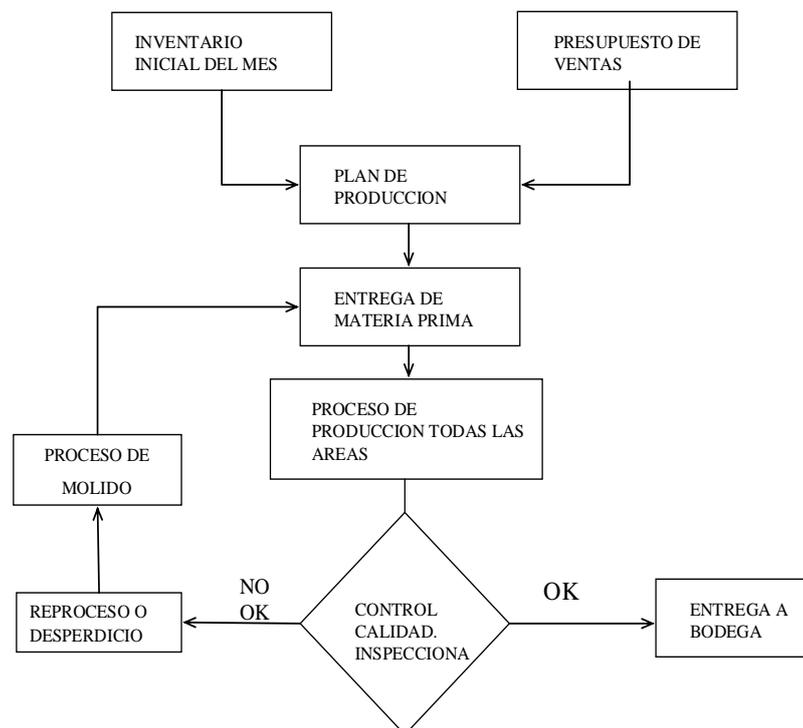


FIGURA 1.15 FLUJO DE PROCESOS DE MANUFACTURA

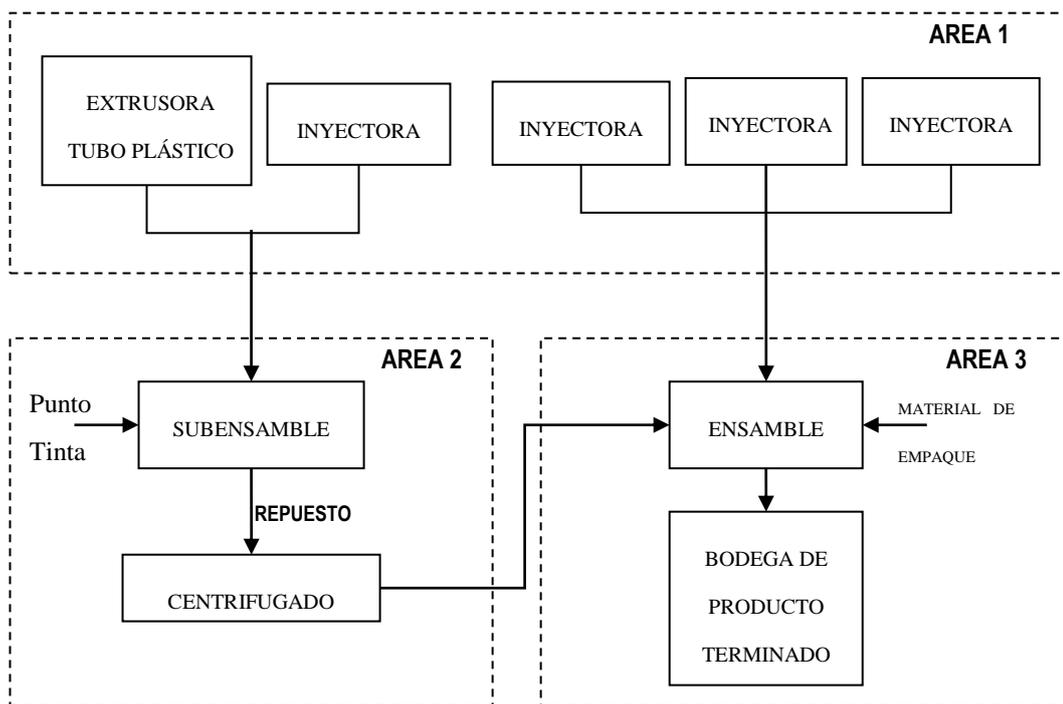


FIGURA 1.16 DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOS BOLÍGRAFOS

La siguiente área en el proceso es el área de subensamble, a esta área pasa el tubo y el soporte del área de plásticos debidamente inspeccionados por el departamento de calidad, de bodega de materia prima se suministra la tinta y los puntos para elaborar el repuesto. Una vez ensamblado el repuesto, pasa por una centrifugadora, que es la encargada de sacarle todo el aire contenido en el mismo para prevenir futuros derrames de tinta por burbujas de aire.

Los repuestos junto con los barriles, botones y tapas pasan al área de ensamble, de la cual se obtiene el bolígrafo; luego de esto se procede al respectivo empaque. En caso de requerirse alguna promoción con los bolígrafos, pasan al área de serigrafía para su respectiva impresión.

Tanto los repuestos como el bolígrafo terminado pasan por estrictos controles de calidad.

La materia prima utilizada en los procesos de producción del bolígrafo se la adquiere en el mercado local y se la importa de países amigos como: México, Brasil y Francia. En la tabla 4 se detallan los materiales usados en cada parte del bolígrafo.

TABLA 4
MATERIAS PRIMAS USADAS EN EL PROCESO DE
ELABORACIÓN DE BOLÍGRAFOS

PARTES DEL BOLIGRAFO	MATERIAL
BARRIL	Poliestireno (PS)
SOPORTE	Acetal copolímero (POM)
TAPA	Polipropileno (PP)
BOTON	Polietileno (PE)
TUBO	Polipropileno (PP)
PUNTO	Bronce
TINTA	NN

1.2. Determinación de los índices de no conformidad de las partes del bolígrafo.- Uno de los parámetros más importantes dentro de una compañía multinacional es mantener los índices de productividad y de conformidad del producto dentro de los rangos internacionales. Un mal manejo de estos índices pueden influir en una deficiencia en el proceso productivo, es por eso que este en capítulo se presentarán los respectivos índices de no conformidad de las partes del bolígrafo durante los meses de enero, febrero y marzo del 2004, con la respectiva eficiencia y productividad de la planta para esos meses, además se presentan gráficos comparativos de los índices de no conformidad de las partes del bolígrafo, para poder establecer comparaciones.

Cálculo del índice de no conformidad

El índice de no conformidad se lo calcula dividiendo la producción rechazada para la producción total del producto multiplicado por 100 para obtener el porcentaje,

Esto es:

$$\text{PNC} = \text{K/G} * 100\%$$

Siendo:

PNC = Índice de producto no conforme ó Índice de no conformidad.

K= Producción rechazada

G= Producción total

Para visualizar mejor los índices de no conformidad de las planta se muestra un diagrama comparativo de los índices de no conformidad para cada parte del bolígrafo.

A continuación se presentan los índices de no conformidad de las

partes del bolígrafo en la tabla 5 y el diagrama comparativo en la figura 1.17.

TABLA 5
INDICES DE NO CONFORMIDAD DE LAS PARTES DEL
BOLÍGRAFO PARA ENERO, FEBRERO Y MARZO

	Enero	Febrero	Marzo	PERMITIDO
Barril	0,13	0.09	0.03	0.21
Tubo	0.38	0.62	0.80	0.43
Soporte	3.24	3.27	3.02	0.01
Tapa	0.04	0.04	0.03	0.53
botón	0.14	0.05	0.03	0.21

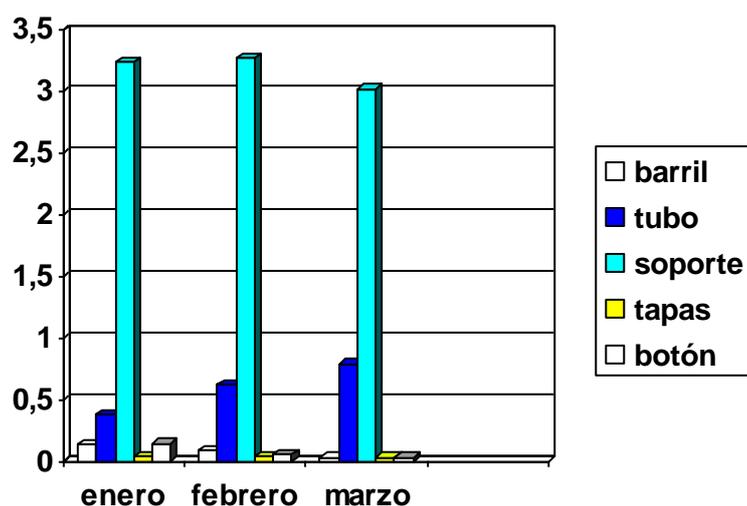


FIGURA 1.17 DIAGRAMA DE BARRAS DE LOS ÍNDICES DE NO
CONFORMIDAD DE LAS PARTES DEL BOLÍGRAFO.

Como se puede observar el soporte presenta el mayor índice de no conformidad de producción, esto quiere decir que algo está mal en el proceso de producción ya que el máximo permitido a nivel internacional es de 0.01%.

Este elevado índice afecta a la productividad de la planta ya que nos indica que en el proceso existe tendencia a disminuir su valor absoluto por la caída de la producción y el mantenimiento de la carga de insumos.

Cálculo de la eficiencia de la planta

Con los datos de la producción real, teórica y rechazada de la planta y con las fórmulas dadas a continuación se pueden calcular los índices producción, calidad y disponibilidad de la planta y la eficiencia de los equipos presentados en las tablas adjuntas.

$$J = G/I$$

$$L = (G - K)/G$$

$$F = E/G$$

$$X = F*J*L*100\%$$

$$C = A - B$$

$$E = C - D$$

Siendo:

J = Índice de Producción

L = Índice de Calidad de la producción

F = Índice de disponibilidad del equipo

X = Eficiencia total del equipo

G = Producción real

I = Producción Teórica

K = Producción rechazada

A = Tiempo Total

B = Tiempo de paro planificado

C = Tiempo Disponible

D = Tiempo de Paro no planificado

E = Tiempo de Operación

En las tablas mostradas a continuación se presenta el cálculo de los índices antes mencionados para los meses de enero, febrero y marzo. Del **apéndice B** se obtienen los datos para los tiempos requeridos.

TABLA 6

CALCULO DE LA EFICIENCIA DEL AREA DE PLASTICOS

BARRIL		ENERO	FEBRERO	MARZO
TIEMPO DE OPERACIÓN	E	34651	30845	31454
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,95	0,93	0,91
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	9456000	9145685	9456321
VELOCIDAD TEORICA	H	319	319	319
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*95$	10500985	9347577	9532134
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,90	0,98	0,99
PRODUCCION RECHAZADA	K	12600	8569	2368
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	1,00	1,00	1,00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	85%	91%	91%
INDICE DE PNC	K/G	0,13%	0,09%	0,03%
TAPA		ENERO	FEBRERO	MARZO
TIEMPO DE OPERACIÓN	E	27088	24316	28368
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,93	0,87	0,92
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	8956523	9245632	9225638
VELOCIDAD TEORICA	H	422	422	422
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*95$	10859579	9748284	11372731
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,82	0,95	0,81
PRODUCCION RECHAZADA	K	3600	3456	2356
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	1,00	1,00	1,00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	77%	83%	75%
INDICE DE PNC	K/G	0,04%	0,04%	0,03%
SOPORTE		ENERO	FEBRERO	MARZO
TIEMPO DE OPERACIÓN	$E=C-D$	31532	29815	32939
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,94	0,90	0,94
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	7586939	7924569	8145258
VELOCIDAD TEORICA	H	333	333	333
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*95$	9975148	9431975	10420252
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,76	0,84	0,78
PRODUCCION RECHAZADA	K	245698	258963	245693
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	0,97	0,97	0,97
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	69%	73%	71%
INDICE DE PNC	K/G	3,24%	3,27%	3,02%
BOTON		ENERO	FEBRERO	MARZO
TIEMPO DE OPERACIÓN	$E=C-D$	29332	30273	28090
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,94	0,92	0,95
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	8949085	9125689	8812563
VELOCIDAD TEORICA	H	319	319	319
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*95$	9356908	9657087	8960710
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,96	0,94	0,98
PRODUCCION RECHAZADA	K	12562	4586	2458
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	1,00	1,00	1,00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	90%	87%	94%
INDICE DE PNC	K/G	0,14%	0,05%	0,03%

TABLA 7

CALCULO DE LA EFICIENCIA DEL AREA DE SUBENSAMBLE

714		ENERO	FEBRERO	MARZO
TIEMPO DE OPERACIÓN	$E=C-D$	34651	30845	31454
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,95	0,93	0,91
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	3595689	3445685	3356321
VELOCIDAD TEORICA	H	168	168	168
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*,95$	5530299	4922862	5020058
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,65	0,70	0,67
PRODUCCION RECHAZADA	K	54896	67893	71236
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	0,98	0,98	0,98
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	61%	64%	60%
INDICE DE PNC	K/G	1,53%	1,97%	2,12%
1012-1				
TIEMPO DE OPERACIÓN	$E=C-D$	27088	26316	28368
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,93	0,94	0,92
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	1845486	1745632	1825638
VELOCIDAD TEORICA	H	86	86	86
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*,95$	2213089	2150017	2317665
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,83	0,81	0,79
PRODUCCION RECHAZADA	K	18963	29568	32587
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	0,99	0,98	0,98
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	77%	75%	71%
INDICE DE PNC	K/G	1,03%	1,69%	1,78%
1012-2				
TIEMPO DE OPERACIÓN	$E=C-D$	31532	28375	31499
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,94	0,89	0,94
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	2586939	2224569	2345258
VELOCIDAD TEORICA	H	94	94	94
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*,95$	2815807	2533887	2812860
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,92	0,88	0,83
PRODUCCION RECHAZADA	K	45698	58963	45693
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	0,98	0,97	0,98
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	85%	76%	77%
INDICE DE PNC	K/G	1,77%	2,65%	1,95%

TABLA 8
CALCULO DE LA EFICIENCIA DEL AREA DE ENSAMBLE

ENSAMBLADORAS		ENERO	FEBRERO	MARZO
TIEMPO DE OPERACIÓN	$E=C-D$	23679	26213	28452
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,93	0,91	0,91
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	9856000	9586685	9958621
VELOCIDAD TEORICA	H	512	512	512
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*95$	11517465	12750003	13839052
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,86	0,75	0,72
PRODUCCION RECHAZADA	K	1586	1258	1369
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	1,00	1,00	1,00
EFFECTIVIDAD TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	79%	69%	65%
INDICE DE PNC	K/G	0,02%	0,01%	0,01%

Cálculo del índice de productividad de la planta.- El índice más importante y que determina el estado de situación productiva de la planta es la relación de los recursos utilizados para la producción obtenida.

Se debe especificar que la productividad mejora al gastarse menos horas laborables en demora del tiempo de limpieza por fallas en los

equipos o en el proceso. Al mejorar o disminuir el porcentaje de productos no conforme versus los productos de optima calidad hace que la cantidad de productos buenos sean mayores y por lo tanto el costo de producir la misma cantidad será menor.

A continuación se detallan los costos Standard de producir un promedio 9.000.000 de unidades mensuales para el año 2004.

TABLA 9
COSTOS DE PRODUCCION DEL BOLIGRAFO

Parámetros	Costo Productivos(\$ USD)
Energía Eléctrica	14.500
Mano de Obra	50.700
Materia Prima	304.560
Material de Empaque	101.520

El siguiente diagrama muestra los costos del bolígrafo en forma porcentual

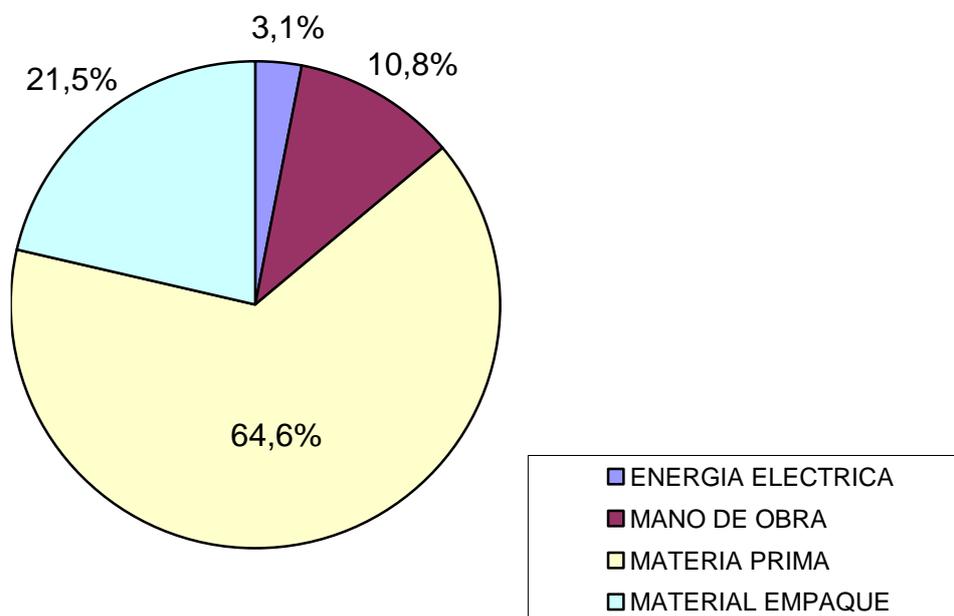


FIGURA 1.18 DIAGRAMA PORCENTUAL DE LOS COSTOS DEL BOLIGRAFO

Del diagrama podemos observar que la materia prima es la que tiene mayor porcentaje en el costo, motivo por el cual los desperdicios de la producción afectan a los índices de producción.

En base a estos datos podemos determinar el índice de productividad teórico para producir un bolígrafo.

$$IP = \text{Costos de producción} / \text{Producción mensual}$$

IP estándar = $471280 / 9'000.000$

IP estandar = 0.052

Este índice representa cuánto le cuesta producir a la planta un bolígrafo y si sube o baja es un indicativo de cuan productiva es la planta, un índice menor representa un menor costo.

En la tabla 10 se presentan los índices de productividad reales de la planta para los meses de enero, febrero y marzo.

TABLA 10
INDICES DE PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA

		ENERO	FEBRERO	MARZO
PRODUCCION REAL	G	9856000	9586685	9958621
COSTO REAL PRODUCCION (\$USD)	M	510256	511235	521456
INDICE DE PRODUCTIVIDAD REAL	IP= M/G	0,052	0,053	0,052
INDICE DE PRODUCTIVIDAD TEORICO		0,052	0,052	0,052

De la tabla podemos observar que para los meses de enero, febrero y marzo el costo de producir un bolígrafo es 52 centavos de dólar

1.3 Descripción del problema técnico y moldeo por inyección

Descripción del problema técnico.- Como ya se vió en la tabla 5, los índices de no conformidad del soporte son superiores al 3% de la producción total; esto es: los soportes rechazados por control de calidad del proceso de producción del área de plásticos y los rechazados en el área de subensamble; es aquí, cuando se agrava aún más el problema porque surge una fractura al momento de ser introducido el tubo en el soporte y se produce un derramamiento de tinta.

Esta fractura, ver figura 1.19, produce la pérdida total del repuesto (tubo, tinta, soporte y punto) que se lo considera desperdicio y esto conlleva a una pérdida de tiempo en el área de subensamble, ya que por el derrame de tinta producido, ver figura 1.20, se debe proceder a la respectiva limpieza del equipo para evitar las manchas en el repuesto.

Analizando todos los parámetros en el proceso de inyección en la máquina inyectora de soportes (Tabla 11), se encontró que los datos de plastificación y de moldeo estaban dentro de los parámetros establecidos.

TABLA 11
PARÁMETROS DE INYECCIÓN DE LA INYECTORA DE
SOPORTES

FICHA TECNICA DE INYECCION PLASTICA	
PRODUCTO: SOPORTE	MATERIAL: POLIACETAL (CELCON)
Molde de 64 cavidades	
PARAMETROS	MAQUINA SANDRETTO
Llenado de material	2 – 5 cm ³
Velocidad de inyección	8 – 14 cm/seg
Presión de inyección	40 a 110 Bar
Tiempo de inyección	2 – 5 seg
Temperatura de material	180 – 240 °C
Tiempo de enfriamiento	2 – 5 seg
Temperatura del agua de enfriamiento	45 – 70 °C



FIGURA 1.19 FRACTURA TÍPICA PRESENTADA EN SUBENSAMBLE AL MOMENTO DE INTRODUCIR EL TUBO EN EL SOPORTE

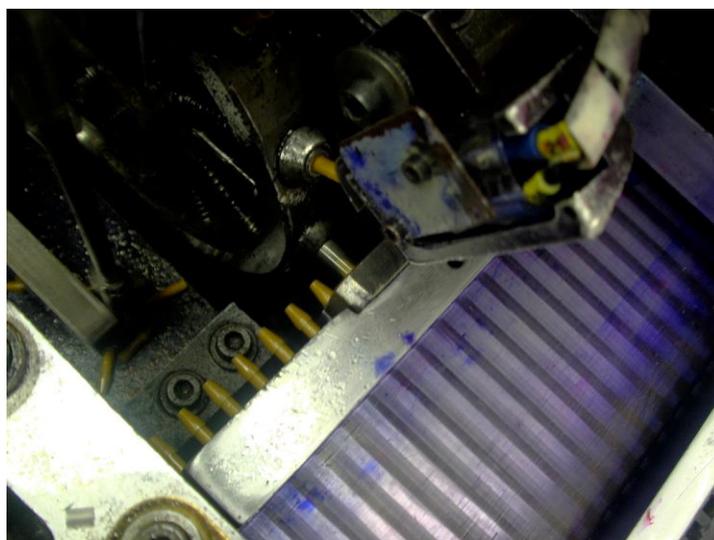


FIGURA 1.20 ENSAMBLADORA DE REPUESTOS MANCHADA POR DERRAME DE TINTA

Pero, verificando la hoja técnica del material, ver **apéndice C** , el cual es un acetal copolímero de nombre técnico Celcon M140 se encontró, que a más de tener una alta resistencia a los solventes, que es una propiedad indispensable en la elaboración del bolígrafo, el Celcon, cuando está convenientemente almacenado, puede moldearse tal y como sale del saco. Sin embargo, cuando ha sido expuesto a gran humedad y a elevadas temperaturas durante largos períodos de tiempo, pueden aparecer defectos en la superficie de los moldeos hechos con tal material, por lo cual podrá ser necesario secarlo a temperaturas de entre 77 y 93°C antes de proceder a su proceso de inyección.

Moldeo por inyección del Celcon

Temperaturas de moldeo.- Según el ciclo que se adopte, el Celcon puede moldearse estando el material en un intervalo de temperatura que va desde 180 °C hasta 250°C. la mayoría de los moldeos se efectúan entre 195°C y 215°C.

Presiones de moldeo.- Las presiones requeridas para moldear el Celcon varían según la eficacia del cilindro de calentamiento; la duración de flujo requerida; la temperatura de la resina y la

temperatura del molde. La mayor parte de los moldeos con Celcon han sido hechos utilizando presiones (sobre el material) que se sitúan entre 1050 y 1400 psi.

La eficacia de la transmisión de presión del pistón de inyección al molde puede ser mejorada cuando sea necesario, ajustando el mecanismo de alimentación de la máquina para que haya un mínimo de cojín de material (más o menos 6.5 mm) y precalentando el material en la tolva.

Temperatura del molde.- Para moldear el Celcon es preferible usar moldes calentados. Temperaturas elevadas en el molde facilitan su llenado y ayudan a la obtención de un gran lustre en las piezas moldeadas. Temperaturas situadas entre 65°C y 93°C han sido empleadas con buenos resultados.

Para operar sin peligro, las mangueras que conectan la unidad de calentamiento del molde a éste, deberán ser del tipo para servicio a alta temperatura y las conexiones deberán ser roscadas o del tipo cierre positivo o resorte. El aislamiento de las mangueras no solamente evitará las quemaduras, sino que aumentará la eficiencia de la unidad de calentamiento.

Ciclos.- Para la mayor parte de los moldeos con Celcon, es conveniente llenar rápidamente las cavidades, utilizando velocidad del pistón máxima y unos pocos segundos de **tiempo de compresión** (tiempo durante el cual, con el molde ya lleno, el pistón permanece en posición avanzada). El **tiempo de inyección** (tiempo durante el cual, el pistón avanza y permanece luego en posición avanzada) será tal que permita librar la carga requerida al molde y mantener el pistón en posición avanzada hasta que las entradas se hayan solidificado. En promedio el tiempo de inyección es de alrededor $\frac{1}{3}$ del total del ciclo. Después de haberse retirado el pistón, hay que dejar suficiente **tiempo de fijación** para que las piezas se solidifiquen y endurezcan en las cavidades y se obtenga así la inyección del molde sin alabeo.

El ciclo requerido en la planta era de 11.5 segundos.

Efecto de las condiciones de elaboración sobre la pieza moldeada.- Ensayos repetidos de moldeo con Celcon indican que las propiedades físicas de la resina se mantienen virtualmente inalteradas. Esto permite el moldeo del Celcon, sin necesidad de tomar precauciones especiales para evitar la reducción de sus

propiedades.

Con altas temperaturas de moldeo y de material, se obtiene un máximo lustre en los moldes de Celcon.

La aparición de picados o de ondulaciones en la superficie de los moldeos de Celcon (generalmente en los puntos más alejados de la entrada), indica normalmente insuficiencia de presión. Estas marcas pueden ser eliminadas aumentando la presión o cambiando las condiciones del moldeo con el fin de obtener más presión sobre el material. Cuando no sea posible lograr una presión suficiente por otros medios, podrá ser necesario ensanchar las entradas. En ciertos casos, cambiar el molde a una máquina más grande puede aliviar esta situación.

Dos tipos de marcas desplegadas, que tiene cada una diferente causa, pueden aparecer en la superficie de los moldeos por Celcon. Un primer tipo, que se presenta como una serie de elipses alargadas, es debido a un exceso de humedad en el material. Si el caso no es muy grave, estas marcas pueden desaparecer haciendo bajar un poco la temperatura de moldeo. Cuando esto no elimina las marcas desplegadas, podrá ser necesario secar el material.

El segundo tipo de marcas desplegadas se asemeja a serie de arañazos divergentes en la superficie de la pieza. Este tipo proviene del babeo (goteo) de la boquilla y puede ser suprimido con uno o varios de los siguientes ajustes: reducción de la temperatura del material, reducción de la temperatura de la boquilla, reducción del tiempo en que la boquilla permanece abierta.

Moldear el Celcon a temperaturas muy altas o dejarlo largo tiempo en le cilindro de calentamiento a temperaturas moderadas, puede provocar una alteración del color del material; esto es corregible reduciendo la temperatura del material o disminuyendo el tiempo del ciclo.

En el **apéndice C** se enumeran los defectos más corrientes que se presentan en los moldeados de Celcon y sugiere los medios para suprimirlos.

Precauciones generales de seguridad.- El Celcon no debe ser calentado a más de 250°C ni dejado en el cilindro de calentamiento durante largos períodos de tiempo a temperaturas superiores a 190°C. Temperaturas excesivamente altas o larga permanencia en

el cilindro a temperaturas más bajas, pueden causar alteración en el color de la resina y provocar desprendimientos de formaldehído gaseoso. El olor del gas formaldehído no es infrecuente en la planta, si bien a altas concentraciones el gas puede ser tóxico, el peligro de daño por inhalación para el personal es remoto. La concentración máxima de formaldehído a la cual los trabajadores pueden ser expuestos sin peligro durante una jornada de ocho horas es de 5 partes por millón. Dado que el olor a esa concentración es perfectamente perceptible el personal de la planta está adiestrado para evacuar la misma.

Como para la mayoría de las operaciones de moldeo con plásticos, la aireación de la planta es natural. Cuando se produce un sobrecalentamiento, el calentamiento del cilindro deberá ser reducido o suprimido y deberá procederse a varias inyectadas de purga para limpiar el cilindro del material sobrecalentado. En el caso que el Celcon se sobrecalentara excesivamente, es necesario evacuar el personal del lugar (después de haber cortado el calentamiento del cilindro), hasta que la atmósfera vuelva a lo normal. En la eventualidad que esta medida fuera necesaria, se deja el pistón en posición trasera y se mantiene la boquilla calentada. Arroizando las inyectadas de purga en un cubo de agua se reduce

considerablemente la cantidad de vapores desprendidos.

El siguiente diagrama muestra el proceso de moldeo en la inyectora de soportes.

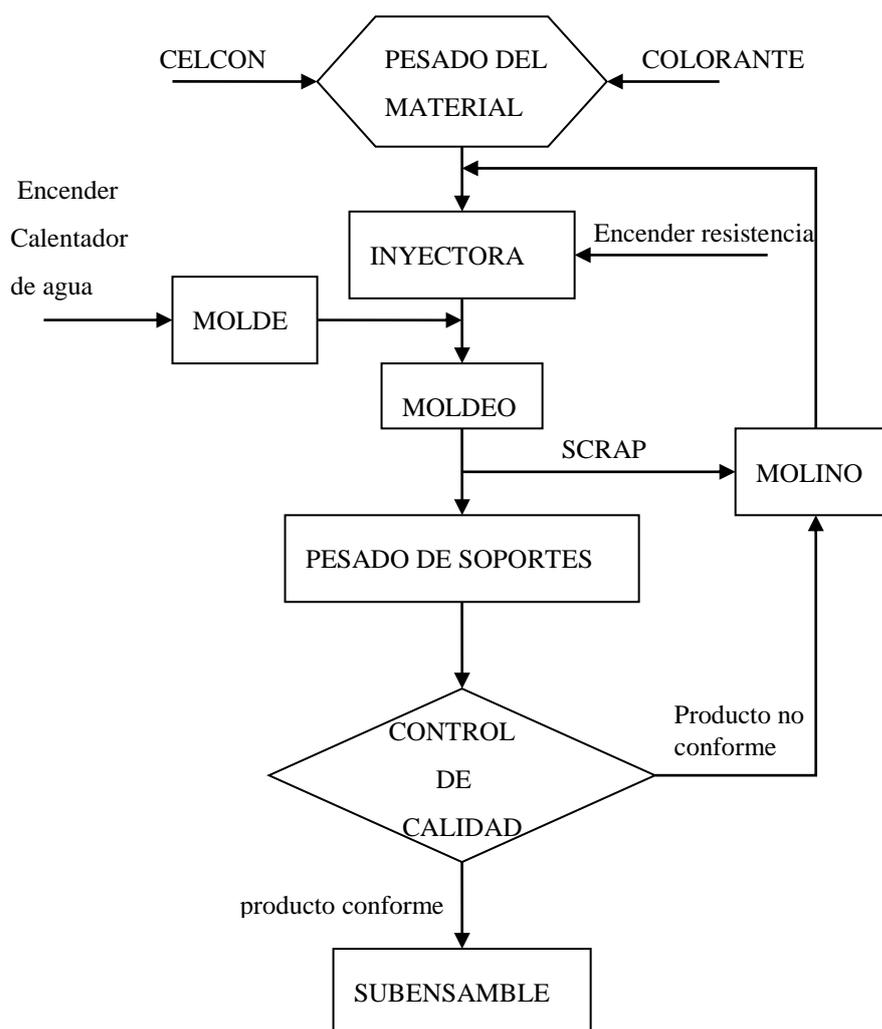


FIGURA 1.21 PROCESO DE INYECCION EN LA INYECTORA DE SOPORTES

1.4 Análisis de las propiedades físico-químicas del material

El material utilizado en los soportes del bolígrafo es Acetal Copolímero de nombre comercial Celcon M 140, para entender un poco mejor a qué se refiere se presenta a continuación una breve reseña teórica del material.

Acetal: El acetal, o polyoxymethylene (POM), refiere a dos distintos, pero similares productos: acetal homopolímero y acetal copolímero. La cadena molecular principal del acetal homopolímero es la espina dorsal de la cadena del acetal copolímero, pues el acetal copolímero agrega el óxido de etileno aleatoriamente a través de la cadena del acetal homopolímero.

Características del acetal: La naturaleza simple de la naturaleza molecular de la cadena del acetal homopolímero permite una estructura cristalina muy estable. Esta cristalinidad conduce a la alta resistencia térmica, al módulo alto, a la resistencia de desgaste excelente, y a la **resistencia a los solventes**. Los vínculos agregados de etileno del acetal copolímero aumentan la estabilidad termal, el alargamiento y la dureza pero disminuyen la fuerza. Estos cambios son probablemente un resultado de la cristalinidad

disminuida que resulta del agregamiento de los grupos de óxido de etileno a la cadena molecular. Los enlaces del carbón al oxígeno en la cadena molecular principal no son tan estables térmicamente como son los enlaces del carbón al carbón encontrado en otros polímeros. Así el proceso del acetal requiere que se preste una atención especial a la temperatura durante el moldeo pues exceder el punto termal de degradación (la temperatura en cual la materia empezará a romper) producirá la descomposición rápida resultando en gas de formaldehído. La temperatura en la cual ocurre es menos para el acetal copolímero que para el acetal homopolímero. Las características del acetal pueden ser resumidas como sigue:

- resistencia de desgaste excelente
- fuerza muy buena
- buena resistencia térmica
- resistencia química excelente
- opaco
- precio medio a alto
- proceso restringido a ciertos casos.

Una diferencia práctica entre el copolímero y el homopolímero es que el copolímero puede aceptar el refuerzo mucho mejor que el

homopolímero. Así, la fuerza del copolímero se puede aumentar mucho más fácilmente que la del homopolímero. Ambos tipos se pueden modificar por los aditivos tales como (Teflón) para aumentar la resistencia al desgaste.

Usos del acetal:

- Engranajes, levas y cojinetes.
- Ruedas industriales ligeras.
- Accesorios de la plomería.
- Componentes del carburador.
- Plumas y hebillas.

Celcon es una marca registrada de la Celanese Corporación, empleada para designar su nuevo copolímero de acetal a base de trioxano. El Celcon es un material termoplástico cuya estructura molecular es cristalina, apto para la fabricación por los procedimientos de moldeo por inyección, soplado y extrusión, así como por otras técnicas de elaboración de termoplásticos. Único, en su estructura química, este nuevo Copolímero ofrece un equilibrio de propiedades técnicas hasta ahora nunca obtenidas en un mismo material termoplástico. El Celcon es fuerte, rígido, tenaz, duro y resistente a la abrasión; conserva una gran capacidad de resistir

cargas durante largos períodos de tiempo a altas temperaturas y en ambientes perjudiciales a muchos otros materiales. Gracias a estas propiedades superiores, combinadas con su facilidad de elaboración, el Celcon ofrece al proyectista de artículos una nueva libertad de selección de materiales. El Celcon puede ser utilizado en muchas aplicaciones anteriormente reservadas a los metales, laminados y termoendurecibles, lográndose con él obtener las economías de una elaboración termoplástica de gran volumen sin comprometer las propiedades esenciales.

Las resinas Celcon se suministran bajo forma de granulas cilíndricas y móviles. De un blanco traslúcido en su estado natural, el Celcon estará disponible en varios colores standard.

El Celcon se adapta a muchas de las técnicas corrientes de decoración.

Almacenaje y manejo.- El Celcon viene embalado en sacos de varias hojas, de 50 Lbs., que deben almacenarse sobre paletts en un lugar seco. Los sacos abiertos deberán sellarse nuevamente antes de devolverlos al almacén.

El Celcon, cuando está convenientemente almacenado, puede

moldearse tal y como sale del saco. Sin embargo, cuando ha sido expuesto a gran humedad y a elevadas temperaturas durante largos períodos de tiempo, pueden aparecer defectos en la superficie de los moldes hechos con tal material, por lo cual podrá ser necesario secarlo antes de proceder a su elaboración.

El Celcon puede secarse en un horno con circulación de aire o con un secador en la tolva.

Cuando se usa el secado en la tolva, se recomienda preacondicionar una carga de material durante una hora a 82 °C antes de empezar a moldear y mantener la unidad a esta temperatura durante el moldeo.

Recirculación de los residuos.- El Celcon se diferencia de la mayor parte de los otros materiales termoplásticos en que puede ser remodelado más veces que las acostumbradas sin cambios significativos en sus características de elaboración o en sus propiedades físicas.

El límite aparente de la capacidad de remodelo es cuando el material toma una coloración pardusca, más allá de lo aceptable para la buena presentación. Aún entonces las propiedades físicas tales

como resistencia a la tracción, elongación, rigidez, etc., se mantienen esencialmente inalteradas.

Coloración.- Para obtener una buena dispersión del color, el Celcon deberá ser coloreado por técnicas de mezcla por extrusión más bien que por pigmentación en seco. Si se desea efectuar la pigmentación en seco en el moldeo por inyección, un auxiliar de dispersión dará una dispersión moderada, pero solo será necesario tener especial cuidado de mantener libre el flujo de la resina a través de este artefacto durante toda la operación. El uso indiscriminado de aditivos puede resultar inseguro y por ello no se recomienda.

CAPITULO 2

2. SOLUCION DEL PROBLEMA

Del capítulo anterior determinamos que el material utilizado en el proceso de moldeo por inyección es un material con alto grado de absorción de humedad, lo que nos lleva a buscar alternativas para solucionar el problema técnico del soporte.

Una de las alternativas que permitirían solucionar el problema de la fractura del soporte era cambiar el material de inyección con el que se ha estado trabajando y esto podría ser con un polipropileno ver propiedades en **apéndice D**. Al realizar las pruebas en producción con este material que tiene similares propiedades que el copolímero usado para la elaboración de los soportes, vimos que este reacciona con la tinta azul del bolígrafo, llegando a la conclusión de que no es lo suficientemente resistente a los solventes y no permite solucionar el problema.

Otra alternativa es adicionar un proceso de secado del copolímero al proceso de inyección del soporte.

Una vez identificada la solución al problema técnico del proceso de inyección del copolímero tenemos que seleccionar el equipo adecuado que realice la función de secado.

2.1 Parámetros de selección del equipo secador

Para la selección del secador tenemos que tomar en cuenta características especiales, ya que trabajamos con relación a una productividad que debe ser mejorada con respecto a la condición “antes” es por eso que consideramos los siguientes puntos:

1. El equipo tiene que ser de bajo costo
2. El equipo debe mantener una temperatura constante y confiable.
3. El equipo debe ser de fácil manejo
4. El equipo debe ser de rápida instalación
5. El equipo debe requerir poco mantenimiento.

En base a lo expuesto anteriormente se presentan dos alternativas

de equipos secadores del material, las mismas que se detallan a continuación.

Alternativa 1

En esta alternativa se dan las características de un secador disecante para Celcon recomendado por los fabricantes del producto y en base a la investigación en el mercado encontramos el siguiente equipo.

Secador disecante CTT 40/25 de Colortronic .- Según recomendaciones del fabricante (**apéndice C**), el copolímero acetal Celcon deberá secarse a 82 °C durante 3 horas. El proceso continuo de secado, se obtiene de dos celdas de secado, que se regeneran (recomendado para trabajos de 24 horas). El secado se da sin cambios en la temperatura y con un suministro constante de aire deshumidificado. Estos equipos son libres de mantenimiento, sólo se debe limpiar el filtro de aire regularmente. En la figura 2.1 se muestra el diagrama del secador disecante, proporcionado por HEDDAEUS del Ecuador, ver oferta y otra marca de secador en el **apéndice E**.

El costo de este secador es de \$ 8480 puesto en planta a este costo hay que adicionarle el costo del instructor que le enseñará al operario

a manejar el equipo y la instalación que tiene un costo de \$ 2730, todo esto suma **\$ 11,210**

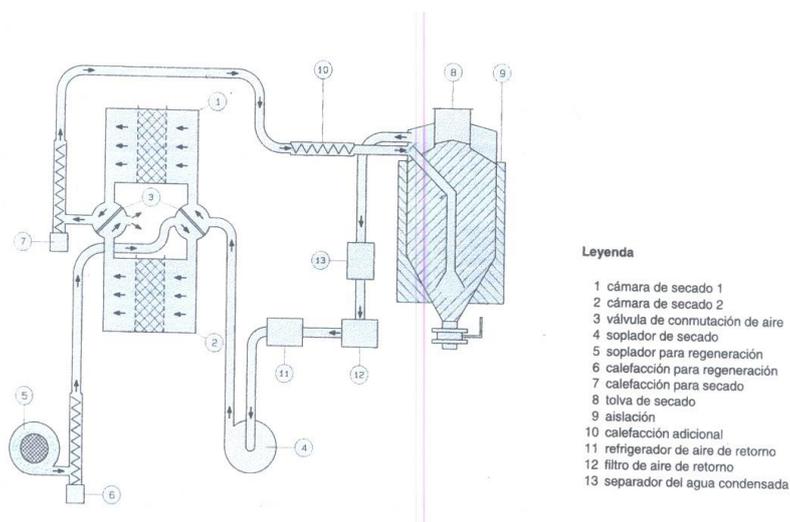


FIGURA 2.1 DIAGRAMA DEL SECADOR DISECANTE CTT 40725 DE COLORTRONIC

Alternativa 2

Otro producto de la investigación constituye un equipo que se detectó en una de las plantas de la compañía. Específicamente en la planta de Brasil se encontraba un secador inoperante con características similares a las que se estaba requiriendo. Seguidamente se detallan las características y costos de este equipo.

Secador de aire caliente.- El secador que se detalla a continuación,

figura 2.2, es un secador que funciona con 2 resistencias térmicas que al alcanzar una temperatura de 80 °C se activa un ventilador que introduce aire caliente a la tolva de alimentación de la máquina. Al igual que el secador anterior el secado se da sin cambios en la temperatura y con un suministro constante de aire caliente, el tiempo de secado está sujeto a pruebas, ya que Brasil tiene otra humedad relativa.

La tolva de alimentación deberá ser adaptada a las necesidades de secado permitiendo que el material se seque en un corto tiempo.



**FIGURA 2.2 SECADOR DE AIRE CALIENTE DE LA PLANTA DE
BRASIL**

El costo de este secador es de \$ 1200 y su instalación es de \$ 489, lo que da un total de \$ 1689.

2.2 Análisis Económico de las alternativas de selección

El análisis económico de las dos alternativas de solución presentadas en el ítem anterior se presenta en la tabla 12.

En la tabla 12 podemos observar que el secador de aire caliente es la alternativa mas económica, este es un equipo usado que se importó de una de las filiales de la compañía en Brasil, de fácil instalación y manejo lo que reduce el costo de entrenamiento de personal a cero.

Pese a que la recomendación del fabricante es secar el copolímero con aire deshumificado, se procedió a la selección del equipo secador que usa aire caliente en el proceso por ser la alternativa más económica y con menor tiempo de puesta en marcha, además se tomó en cuenta la experiencia de los operadores de la filial de Brasil.

A este equipo se le realizo mantenimiento en la planta y se procedió a su instalación.

TABLA 12
COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS DE SECADO.

EQUIPO	PROCEDENCIA	COSTO EQUIPO	INSTALACION	ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL	TOTAL
Secador disecante colortronic CTT 40/25	Alemania	8.480	1230	1500	11.210
Secador de aire caliente	Brasil	1.200	489	0	1.689

2.3 Adaptación del equipo a utilizarse a las necesidades

Para adaptar el equipo al proceso de producción de los bolígrafos, específicamente a la inyectora de soportes se realizará la construcción de una tolva concéntrica a la tolva del secador, la tolva interior debe estar provista de agujeros que permitirá el ingreso del flujo de aire caliente hacia el interior de la tolva de alimentación del material y a su vez secarlo. Esta tolva se la hizo construir de plancha perforada con agujeros de 1.5 milímetros de diámetro. Las dos resistencias de calentamiento del aire se cambiarán de 1000 W a dos resistencias de 3000 W, se pretende hacer que el aire introducido se caliente mas rápido.

2.4 Instalación del secador y pruebas de producción

Ahora se presenta la instalación del secador en la inyectora de soportes.

Para la instalación del secador se procedió al desmontaje de la tolva de alimentación de la inyectora de soportes. En la figura 2.3 se muestra la tolva interior del secador.



FIGURA 2.3 TOLVA INTERIOR PERFORADA



FIGURA 2.4 SECADOR INSTALADO SOBRE LA ALIMENTACIÓN DE LA INYECTORA

Pruebas de producción.- Ya con el equipo instalado se procedió a realizar las pruebas en la inyectora, usando el método de prueba y error para lograr un secado óptimo, basándonos en la experiencia de los operarios de la planta de Brasil pudimos partir con datos de tiempo y temperatura de 30 minutos 60 °C.

Se realizaron las pruebas en el dinamómetro y los resultados no fueron suficientes, pero luego de varias pruebas los resultados obtenidos de producción, dieron una respuesta favorable a la

implantación del proceso de secado dando como resultado luego de varias pruebas que el secado óptimo se obtuvo en un tiempo de 30 minutos y a una temperatura óptima de secado de 40 °C.

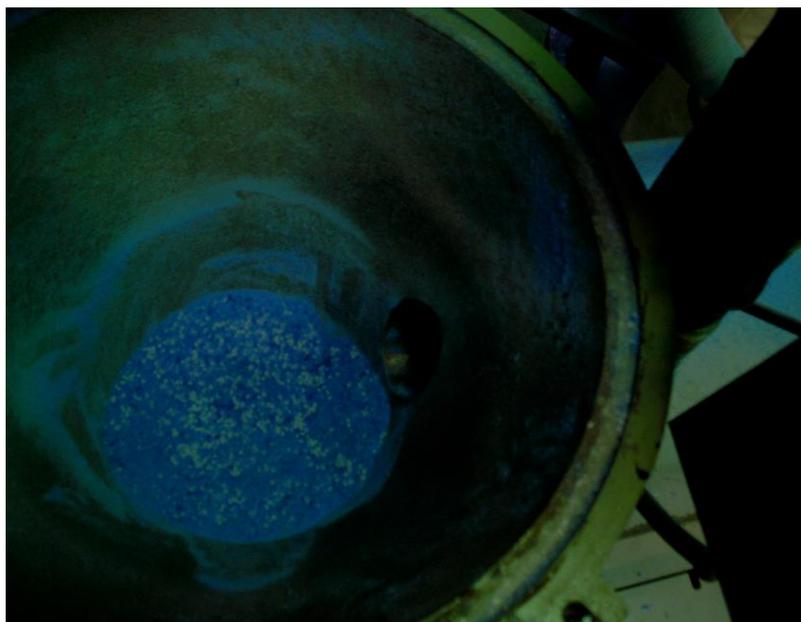


FIGURA 2.5 ALIMENTACIÓN DE LA INYECTORA CON MEZCLA DE MATERIAL CON COLOR

Se realizaron pruebas en el laboratorio de control de calidad en el dinamómetro, ver **apéndice A**, y se obtuvieron los siguientes resultados reflejados en la producción rechazada del mes de abril. Se rechazan menos repuestos en el área de subensamble en relación al proceso anterior sin el secado del material de inyección. En la figura

2.6 se presenta un diagrama comparativo de los rechazos de producción dos meses antes y dos meses después del cambio.

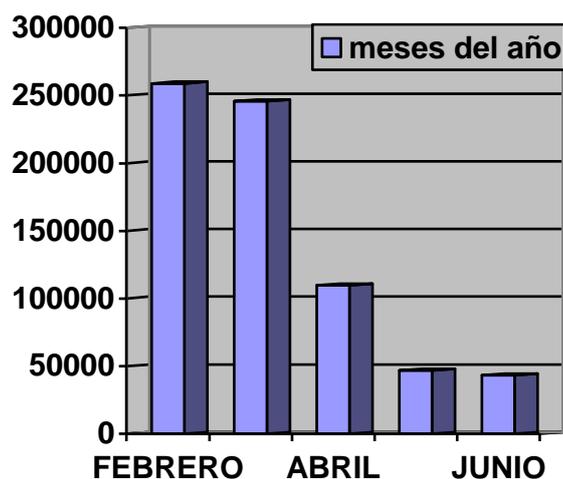


FIGURA 2.6 DIAGRAMA COMPARATIVO DE LA PRODUCCIÓN RECHAZADA DE DOS MESES ANTES Y DOS MESES DESPUÉS DE IMPLANTADO EL SISTEMA DE SECADO.

Se calcularon los nuevos índices de no conformidad para el soporte y se obtiene que bajaron a menos de la mitad con el equipo secador para el primer mes de puesta en marcha. En el siguiente gráfico se muestran estos índices 2 meses antes y 2 meses después del cambio realizado en producción.

Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
3.27	3.02	1.20	0.52	0.49	0.42

Índices de no conformidad de los soportes

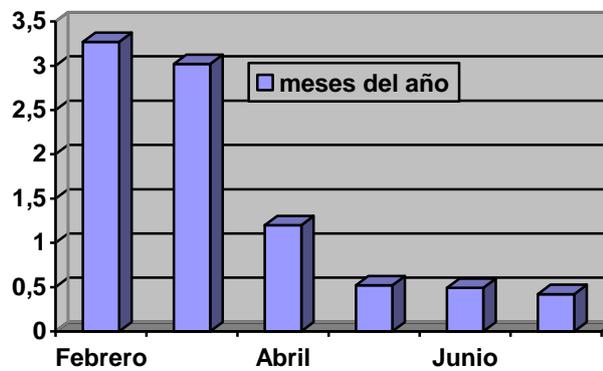


FIGURA 2.7 DIAGRAMA COMPARATIVO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTO NO CONFORME DEL SOPORTE

CAPITULO 3

3. EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA

3.1 Análisis del esquema actual y resultados obtenidos



**FIGURA 3.1 INYECTORA DE SOPORTES CON SECADOR
ADAPTADO**

Luego del montaje y funcionamiento del secador en la inyectora de soportes los parámetros de inyección varían de la siguiente manera:

La temperatura de calentamiento del molde debe ser llevada a una condición de trabajo de 56 °C. En las figuras 3.2 y 3.3 se muestran el molde de soportes que tiene 64 cavidades y el calentador del mismo.



FIGURA 3.2 MOLDE DE SOPORTES DE 64 CAVIDADES

Otra corrección que debió implantarse para tener una producción normal es que se debe operar la inyectora aproximadamente 30 minutos antes de iniciar la misma para que el cilindro esté caliente y luego verificar que las llaves de agua y de aire que alimentan a la máquina y a sus

periféricos se encuentren abiertas, luego se encienden las resistencias aproximadamente 5 minutos antes de iniciar el trabajo con la maquina. El mecánico del área de plásticos o el operador de turno calibra los parámetros de inyección en la máquina de acuerdo a la tabla adjunta cada vez que se inicia una producción.



FIGURA 3.3 CALENTADOR DEL MOLDE DE SOPORTES

El secador del material se enciende al mismo tiempo que la inyectora, garantizando que el material de inyección se seque, la temperatura de secado es de aproximadamente 40 °C.

La temperatura de secado es controlada en forma automática con un termoregulador y en forma manual por precaución con un termómetro colocado en la parte inferior de la tolva para controlar la temperatura a la que el material va a ser procesado.

El equipo de secado es de fácil mantenimiento, solo es necesario desmontar la tolva interior, ver figura 3.4, y limpiar los agujeros de paso de aire que en ocasiones se obstruyen con el material, igual cosa ocurre con el ventilador , motivo por el cual se limpia prolijamente.

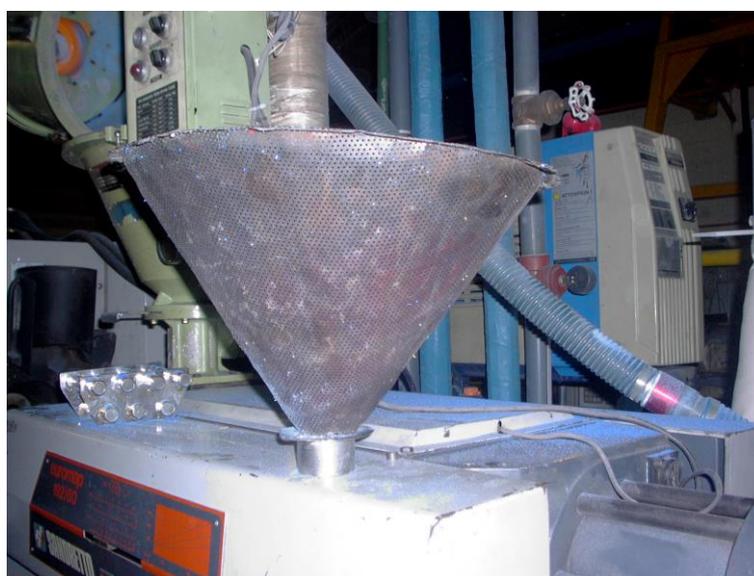


FIGURA 3.4 MANTENIMIENTO DEL SECADOR DE CELCON

Además se enciende el molino granulador (figura 3.5) y el aspirador de material para alimentación de la tolva.



FIGURA 3.5 MOLINO GRANULADOR COLOCADO AL PIE DE LA INYECTORA

Una vez controlados todos los parámetros de secado del material y de inyección se procede a la puesta en marcha de la inyectora realizando primero 5 inyectadas que fueron molidas y la sexta se la llevó al laboratorio de control de calidad para que le realicen las pruebas respectiva en el dinamómetro de la cuales todos los soporte pasaron favorablemente, ya con la aprobación de control de calidad se siguieron produciendo los soportes en el área de plásticos.

TABLA 13
FICHA TÉCNICA DE INYECCIÓN PARA INYECTORA DE
SOPORTES

PRODUCTO: SOPORTE	MATERIAL: POLIACETAL (CELCON)
Molde de 64 cavidades	
PARAMETROS	MAQUINA SANDRETTO
Llenado de material	2 – 5 cm ³
Ciclo	10 seg.
Presión de inyección	40 a 110 Bar
Tiempo de inyección	2 – 5 seg
Temperatura de material	180 – 240 °C
Tiempo de enfriamiento	2 – 5 seg.
Temperatura de agua de enfriamiento	60 °C

De las pruebas realizadas para el proceso de secado, se sabe que se debe mantener el material en la tolva 30 minutos a una temperatura de 40 °C, es importante recalcar que el operador debe tener claro que el proceso de secado debe realizarse independientemente del

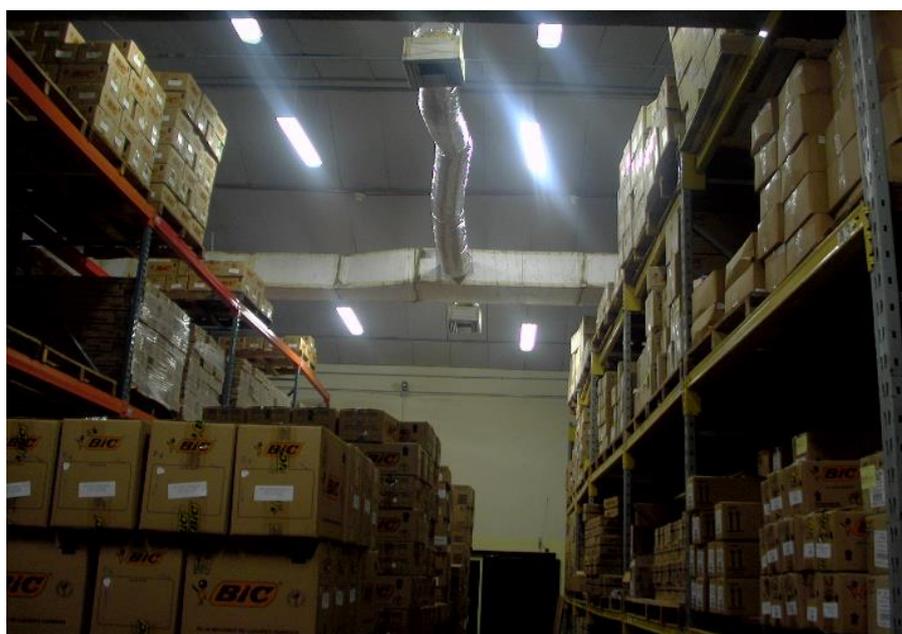
proceso de inyección para el arranque, ya que de realizar ambas acciones a la vez desencadenaría el desprendimiento del formaldehído gaseoso producto de un sobrecalentamiento del material llegando incluso a incendiarse, es por eso que se recomienda encender la inyectora 10 minutos antes de terminado el tiempo de secado es decir a los 20 minutos de encendido el secador, para evitar problemas en la superficie de moldeo del soporte.

El grupo de trabajo del área de plásticos estaba muy animado por cuanto toda la producción del turno fue aceptada para el área de subensamble.

Otro detalle importante de conocer es que el Celcon por ser un material con alto grado de absorción de humedad, los soporte luego de la respectiva inspección de calidad deben ser almacenados en un área con aire acondicionado para mantener la temperatura estable. Los soportes debidamente inspeccionados por el laboratorio de control de calidad deben se embalados en cajas de cartón conteniendo 50.000 unidades con la respectiva ficha de control y colocar dichas cajas en los pallets que están ubicados en el área de la extrusora, que es sitio que se adecuó para el debido almacenamiento de los soportes y la materia prima de los mismos

por encontrarse a una temperatura de 23 a 25 °C. Aún bajo estas condiciones de almacenamiento los soportes no pueden permanecer por más de 15 días almacenados ya que se ha encontrado que pasado este tiempo los soportes presentan problemas en el área de subensamble.

En la figura 3.6 se muestra el área climatizada de almacenamiento del material en estudio.



**FIGURA 3.6 AREA CLIMATIZADA DE ALMACENAMIENTO DEL
CELCON**

En la figura 3.7 se muestra un diagrama del esquema actual del proceso de inyección de los soportes.

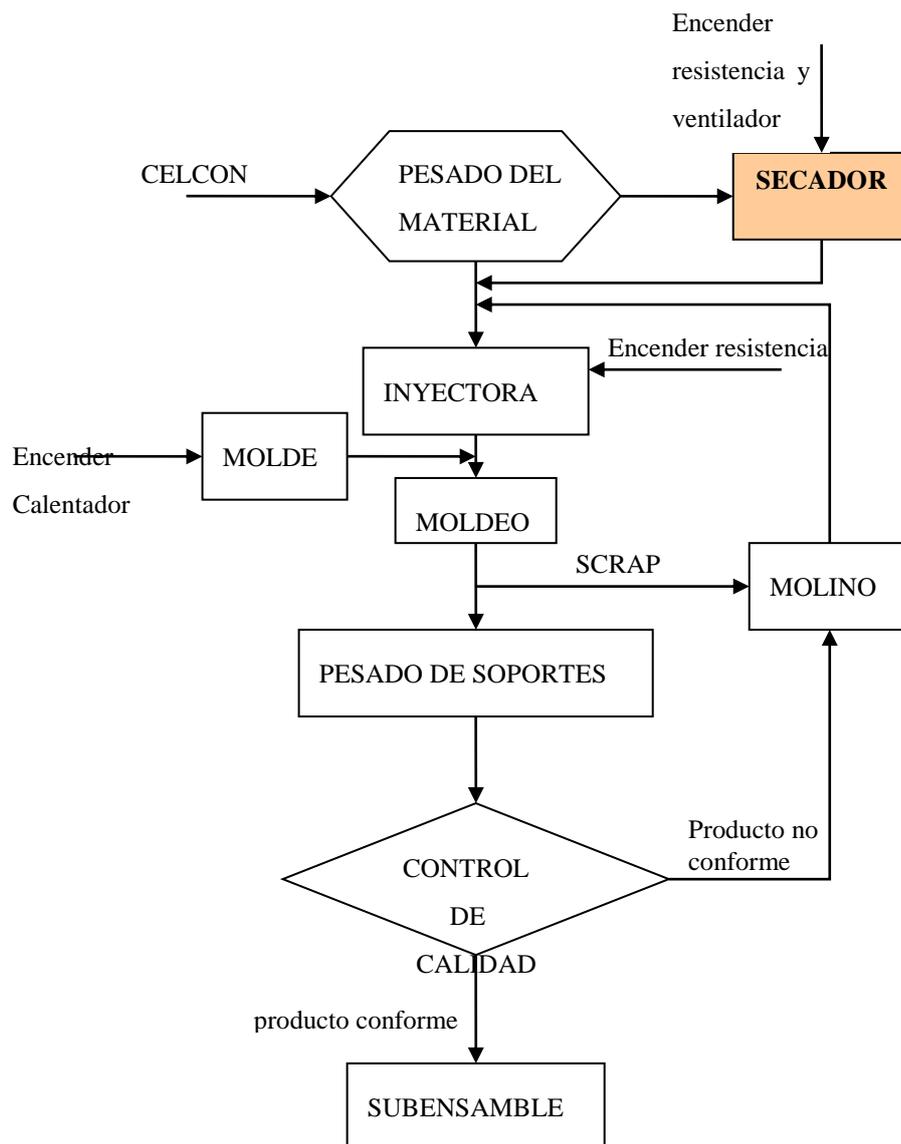


FIGURA 3.7 DIAGRAMA DEL PROCESO DE INYECCION ACTUAL

El siguiente paso era llevar la producción de soportes elaborados durante el turno de producción al área de subensamble, donde controlado el producto en relación al defecto de fractura fueron muy pocos los soportes, que presentaron la falla que comparado con la condición “antes” consideramos que se superó la deficiencia de la producción y del producto como se establece a continuación: de la tabla del cálculo de la eficiencia de la planta para el área de plásticos, tabla 14 podemos ver que el número de soportes rechazados durante el primer mes de producción con la mejora de la resistencia mecánica de los mismos fue de 109632 unidades que representa el **1.2 %** de la producción total del área de plásticos que fue de 9125369 unidades y para el área de subensamble se rechazaron en promedio 64486 unidades con un índice de producto no conforme de 1.46% en promedio comparado con el índice de PNC anterior que era de 1.95 % de la producción total de subensamble y 3.02% para el soporte en el área de moldeo.

Tiempos de producción.- Con la mejora de los procesos obtenida tanto en el área de plástico como en la de subensamble producto del mejoramiento obtenido en la resistencia mecánica del soporte la planta ha reducido sus tiempos de producción. De la tabla del cálculo del ahorro en la producción de soportes podemos ver que en el área

de plásticos la **velocidad del ciclo** de la inyectora antes y después de la instalación del secador son 11,5 segundos y 10 segundos respectivamente, y las horas de producción disminuyen de 672 horas a 490 horas, logrando ahorrar 182 horas en el **tiempo de producción**.

Era el área de subensamble la que siempre mantenía su maquinaria y el área alrededor de la misma manchada de tinta por efecto de la fractura, luego de la mejora del proceso de producción de soportes en el área de plásticos los derrames de tinta son mucho menores porque menos unidades de soportes presentan fractura al ser ensamblado el repuesto del bolígrafo esto hace significativo el ahorro del tiempo de la tabla del cálculo del ahorro en el área de subensamble obtenemos que antes del cambio se necesitaban en promedio 672 horas mensuales de producción para producir un promedio 9'000.000 de unidades y después del cambio se redujo a 494 horas en promedio para realizar la misma producción. Este significativo ahorro de tiempo permite a los operadores de turno mantener más limpias las maquinarias y en mejor orden el área, ver figuras 3.8 y 3.9

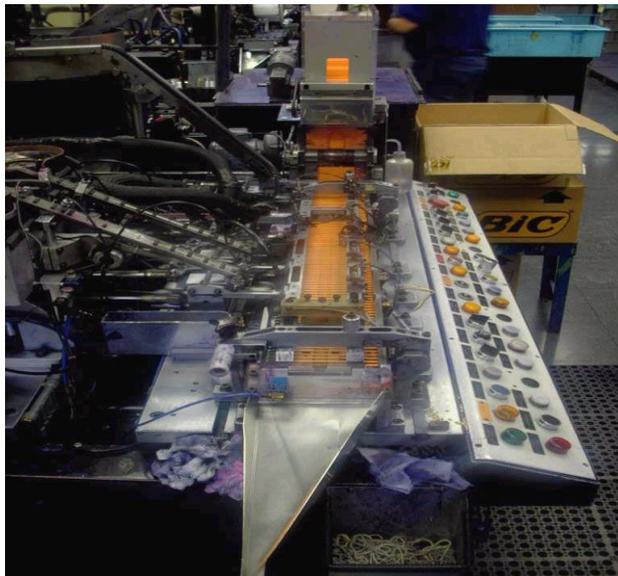


FIGURA 3.8 MÁQUINA ENSAMBLADORA DE REPUESTOS SIN DERRAMAMIENTO DE TINTA



FIGURA 3.9 AREA DE SUBENSAMBLE

Resultados Obtenidos

Con el nuevo esquema de la producción de soportes en el área de plásticos hemos obtenido una producción más limpia, es decir con menos desperdicio de material, energía eléctrica, tiempo de producción y recursos utilizados en la producción. Además como ya se explicó anteriormente el no tener que repetir una operación varias veces permite desarrollar mejor los procesos y tener más control de los mismos, es por eso que la productividad de la planta mejora automáticamente al mejorar los procesos por la relación directa que hay con los mismos.

Todos los índices mencionados en el capítulo I mejoran y esta mejora la vemos reflejada en las tablas dadas a continuación, de las cuales podemos establecer comparaciones del proceso de producción antes y después de la mejora. Las tablas muestran los meses de abril, mayo y junio las cuales las podemos comparar con las tablas 6 y 7 del capítulo I.

Con las fórmulas dadas en el capítulo 1 y los datos de los tiempos del **apéndice B**, se pueden calcular los índices antes mencionados.

TABLA 14
CALCULO DE LA EFICIENCIA REAL DEL AREA DE MOLDEO
DESPUES

SOPORTE		ABRIL	MAYO	JUNIO
TIEMPO DE OPERACIÓN	E=C-D	29848	32071	27076
INDICE DE DISPONIBILIDAD	F=E/C	0,90	0,90	0,86
PRODUCCION REAL	G=PROD+K	9125369	9012568	8856237
VELOCIDAD TEORICA	H	333	333	333
PRODUCCION TEORICA	I=E*H*,95	9442414	10145660	8565492
INDICE DE PRODUCCION	J=G/I	0,97	0,89	1,03
PRODUCCION RECHAZADA	K	109632	46596	43256
INDICE DE CALIDAD	L=(G-K)/G	0,99	0,99	1,00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	F*J*L*100%	86%	80%	88%
INDICE DE PNC	K/G	1,20%	0,52%	0,49%

Todos los índices, que reflejan la producción han aumentado.

TABLA 15
CALCULO DE LA EFICIENCIA DEL AREA DE SUBENSAMBLE
“DESPUES”

714		ABRIL	MAYO	JUNIO
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,90	0,96	0,94
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	3596324	4005638	4856235
VELOCIDAD TEORICA	H	168	168	168
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*,95$	4835401	5454968	5219877
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,74	0,73	0,93
PRODUCCION RECHAZADA	K	69236	3859	4356
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	0,98	1,00	1,00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	66%	70%	87%
INDICE DE PNC	K/G	1,93%	0,10%	0,09%
1012-1				
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,93	0,95	0,95
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	1891256	1986234	2263547
VELOCIDAD TEORICA	H	86	86	86
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*,95$	2258024	2395934	2574775
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,84	0,83	0,88
PRODUCCION RECHAZADA	K	24589	1589	458
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	0,99	1,00	1,00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	77%	79%	84%
INDICE DE PNC	K/G	1,30%	0,08%	0,02%
1012-2				
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F=E/C$	0,90	0,90	0,86
PRODUCCION REAL	$G=PROD+K$	2325369	2612568	2356237
VELOCIDAD TEORICA	H	94	94	94
PRODUCCION TEORICA	$I=E*H*,95$	2665426	2863940	2417886
INDICE DE PRODUCCION	$J=G/I$	0,87	0,91	0,97
PRODUCCION RECHAZADA	K	26459	596	256
INDICE DE CALIDAD	$L=(G-K)/G$	0,99	1,00	1,00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	$F*J*L*100\%$	78%	82%	83%
INDICE DE PNC	K/G	1,14%	0,02%	0,01%

La tabla muestra el cálculo de la eficiencia de las ensambladoras 714, 1012-1 y 1012-2.

En el **apéndice B** se presentan las tablas para todas las áreas de producción durante el 2004

Comparando con las tablas de subensamble antes de la mejora de producción vemos que los rechazos disminuyen considerablemente mientras que los índices de producción, calidad, disponibilidad y eficiencia han aumentado.

El índice de productividad de la planta para los meses de abril, mayo y junio se presenta en la tabla 16.

TABLA 16
CALCULO DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA
DESPUES DEL CAMBIO

	FORMULAS	ABRIL	MAYO	JUNIO
PRODUCCION REAL	G	11596324	10925638	11458678
COSTOS REALES DE PRODUCCION	M (\$ USD)	498563	489256	496587
INDICE DE PRODUCTIVIDAD DESPUES	IND= M/G	0,043	0,045	0,043
INDICE DE PRODUCTIVIDAD ANTES		0,052	0,052	0,052

El índice de productividad actual en promedio es de 0.043, comparado con el anterior que era de 0.052 ha mejorado, lo que nos indica que el costo de producir un bolígrafo luego de la mejora de los procesos es menor, lo cual indica que la productividad de la planta ha **MEJORADO**. En el apéndice se presenta la tabla de los índices de productividad para todo el año.

3.2 Beneficios económicos de la solución

La mejora en la productividad siempre se ve reflejada en un ahorro económico es por eso que se presentan en las tablas 17 y 18 los beneficios económicos que representa el mejorar las condiciones mecánicas del soporte disminuyendo el número de unidades rechazadas y mejorando la eficiencia con una respectiva disminución del tiempo de producción eliminando así los desperdicios en el proceso.

Con la mejora del proceso de producción se puede tener más control del mismo permitiendo en el área de moldeo disminuir la velocidad del ciclo de la inyectora, haciendo que los tiempos de producción disminuyan de 672 horas a 490 horas para producir los 9'000.000 de bolígrafos al mes, ver tabla 17, permitiendo elevar la producción que

después del cambio está en aproximadamente 11'740.992 de unidades mensuales con una eficiencia promedio de 84 % que es mayor en relación a la que se tenía antes de la mejora del proceso de moldeo 71 %.

Para efectos de cálculo se va a tomar como base una producción de 9'000.000 de unidades “antes y después” para ver el ahorro energético producido en el área de moldeo.

El ahorro energético se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$Q = PP*Y*Z/100$$

Donde:

Q = AHORRO ENERGETICO

PP = PERIODO DE PRODUCCION PROMEDIO MENSUAL

Y = COSTO DE LA ENERGIA ELECTRICA POR HORA

Z = CONSUMO PROMEDIO DE LA INYECTORA

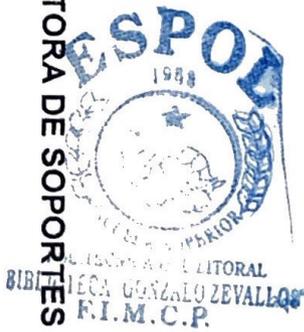
En las tablas adjuntas tenemos que el consumo energético promedio de la inyectora ha variado de 42 a 45 Kw/hr, por efecto de

incrementar el secador a la inyectora de soportes, pero como el tiempo de producción disminuye y el costo de la energía eléctrica no varía se obtiene un ahorro en el costo total de energía eléctrica consumida en la planta quedando claro un ahorro energético que proyectado a todo el año es de 6.075,2 dólares para el área de moldeo.

Para el área de subensamble tenemos que el consumo de energía eléctrica y el costo de la misma no varía pero si los tiempos de producción disminuyen y la eficiencia de las máquina aumenta, ver la tabla 18. Aplicando la fórmula para el cálculo del ahorro energético tenemos que en esta área se ahorran 14.013,7 dólares.

Si sumamos ambos rubros tenemos que el ahorro energético es de 20089 dólares anuales.

TABLA 17
CALCULO DEL AHORRO ENERGETICO DE LA INYECTORA DE SOPORTES



MOLDE	CAPACIDAD MOLDE	VELOCIDAD CICLO ANTES (SEG)	VELOCIDAD CICLO DESPUES(SEG)	PERIODO DE PRODUCCION (HR) PROMEDIO	EFICIENCIA PROMEDIO (%)	PRODUCCION MENSUAL ANTES PROM.	PRODUCCION MENSUAL DESPUES PROM.	COSTO KWH/HR (centavos dolar)	CONSUMO PROMEDIO MAQUINA (KWH/HR)	COSTO ENERGIA
SOPORTE	64	11,5		672	71	9000000		8,2	42	2314,4
TE				490	84		9000000			
SOPORTE	64		10					8,2	45	1808,1
AHORRO DOLARES										506,3
AHORRO DOLARES ANUAL										6075,2

TABLA 18

CALCULO DEL AHORRO ENERGETICO EN EL AREA DE SUBENSAMBLE

MAQUINA	VELOCIDAD DE MAQUINA	PERIODO DE PRODUCCION (Hr.)PROMEDIO	EFICICENCIA PROMEDIO (%)	PRODUCCION MENSUAL ANTES PROM.	PRODUCCION MENSUAL DESPUES PROM.	COSTO KW/Hr (centavos dólar)	CONSUMO PROMEDIO MAQUINA(Kw)	COSTO ENERGIA
714	168	672	62,8	3498504		8,2	32	1763,3
714	168	494,7	85,3		3498504	8,2	32	1298,1
1012-1	86	672	75	1827003		8,2	24	1322,5
1012-1	86	504	85		1827003	8,2	24	991,9
1012-2	94	672	78	2370533		8,2	24	1322,5
1012-2	94	483	87		2370533	8,2	24	950,5
				AHORRO DOLARES MENSUAL				1167,8
				AHORRO DOLARES ANUAL				14013,7

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El contexto original de la presente tesis fue eminentemente técnico, aunque en el transcurso del trabajo después de resolver el problema de la producción tenemos que ver que también se consiguieron logros en relación a los índices y a los consumos energéticos por estas circunstancias nuestras conclusiones tienen las dos connotaciones:

1. Los índices de no conformidad disminuyeron desde 3% hasta 0.03%.
2. Se mejoró el tiempo de producción en el área de subensamble de 672 a 493.9 horas de producción mensuales.
3. El mejoramiento de la eficiencia de las máquinas se tradujo en la

optimización de los recursos energéticos, llegando a un ahorro de 20.089 dólares anuales en el consumo de energía eléctrica.

4. Se mejoró el índice de productividad al reducir los desperdicios de 0.052 a 0.045.
5. La planta aumentó su producción, actualmente produce un promedio de 11´740.992 unidades mensuales.
6. Los operadores del área de subensamble fueron adiestrados y motivados para dar mantenimiento a sus propias máquinas, que es una condición para tener una empresa esbelta.

Recomendaciones

1. Estamos conscientes que habiendo superado esta etapa nos quedan otros retos que enfrentar ya que todavía no estamos a nivel de los índices internacionales de porcentaje de fallas, es por eso para continuar con las mejoras que dentro de la empresa deben ser dentro de los lineamientos de las empresas esbeltas y técnicas de mejora continua. La experiencia ha proporcionado con buenos resultados con el secador de aire caliente, cambiarlo por un secador

disecante que nos garantice un aire más seco para la operación de secado del material aunque represente una mayor inversión aseguramos un índice de no conformidad más bajo y podremos competir con estándares internacionales, poniendo en alto la competitividad de la gestión empresarial y profesional que existe en nuestro país.

APÉNDICE

Apéndice A	Pruebas de laboratorio
Apéndice B	Eficiencia de la planta para el año 2004
Apéndice C	MDS y propiedades del Celcon
Apéndice D	MDS del polipropileno
Apéndice E	Características de secadores Disecante para Celcon

Apéndice A

Pruebas de laboratorio



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA ROTURA DEL SOPORTE EN EL LABORATORIO.

1. **Objetivo:** Establecer el método de Prueba de Resistencia a la Rotura del Soporte.
2. **Alcance:** Esta operación la realiza el Jefe y/o Asistente de Control de Calidad, el mecánico u operador del área de plástico.
3. **Requisitos necesarios:**
 - Dinamómetro (figura 2)
 - Mandíbulas de Soporte.
 - Tornillo para ejercer presión sobre el soporte.

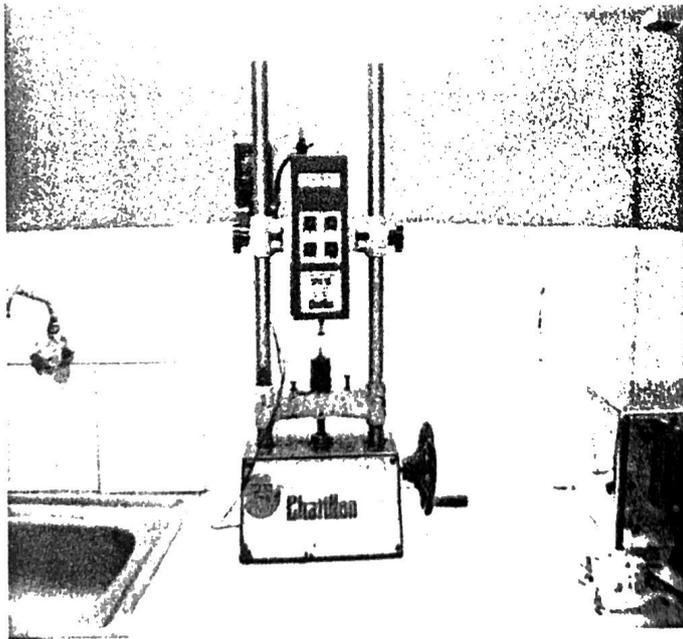


Figura 1

4. **Instrucciones:**

- Recolectar una muestra completa del moldeo de los soportes que se están produciendo.
- Colocar el mandril en la base del dinamómetro.
- Enroscar el tornillo en la parte superior del dinamómetro para ejercer

presión sobre el soporte.

- Prender el equipo y seleccionar la opción C Peak y poner la unidad en medida Kgf, poner en cero la pantalla.
- Colocar el soporte con la parte posterior en la punta del mandril. (Figura 1).
- Girar la manivela de tal manera que el soporte vaya subiendo lentamente hasta que el tornillo ejerza la presión suficiente para romper el soporte.
- Leer en la pantalla el valor obtenido en Kgf.
- Revisar que los soportes deban resistir como mínimo una carga de 2.72 Kgf. Y como promedio 5.09 Kgf.
- Si uno de los soportes diera resultados menores a 2.72 Kgf o como promedio se obtuviera un resultado menor a 5.09 Kgf, se debe tomar una segunda muestra para verificar las condiciones.
- Verificar si la segunda muestra es igual a la primera, **no conforme**, entonces comunicar al mecánico del área para chequear el proceso.
- Almacenar una muestra de soportes de cada día de trabajo.
- Realizar esta prueba una vez al día como mínimo.



Figura 2. Prueba de los soportes.
Figura 2

MAS PRUEBAS DE LABORATORIO

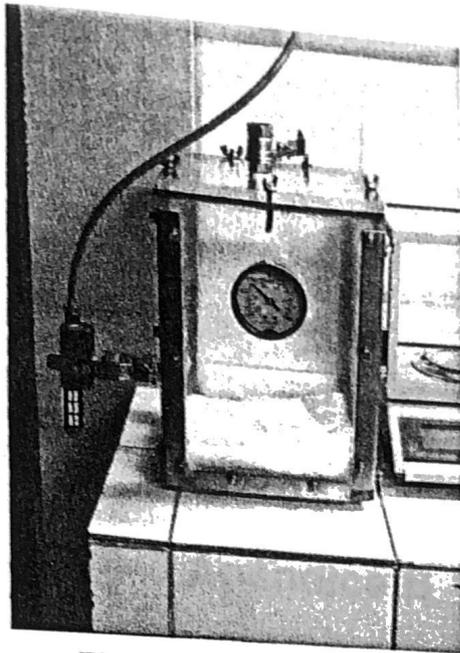


Figura 2: Test de Vacío

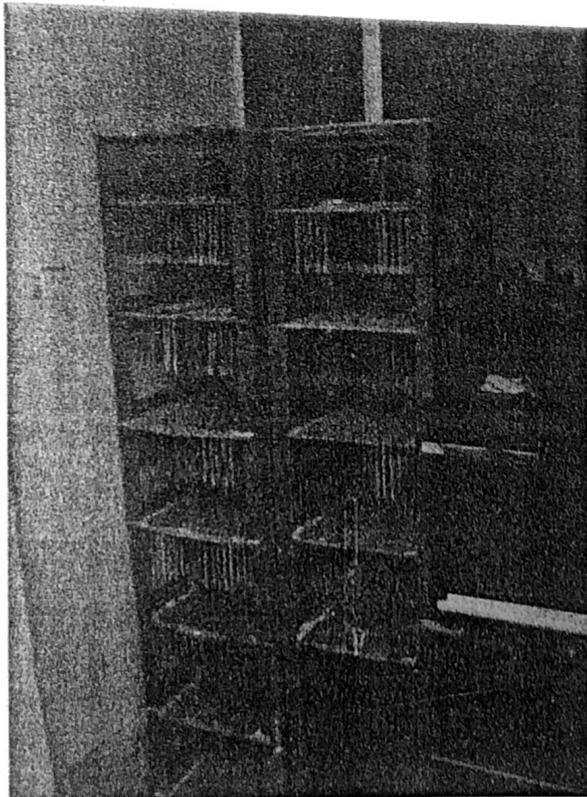


Figura 3. prueba de derrame

Apéndice B

Eficiencia de la planta para el año 2004

PLANILHA DE EFICIENCIA REAL DE PLANTAS PARA EL AÑO 2004
PLASTICOS

SPORT		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
TIEMPO TOTAL	A	34560	34560	37440	34560	37440	33120	37440	34560	36000	38880	34560	34560
TIEMPO PARO PLANIFICADO	B	892	1256	2356	1456	1891	1458	2036	1493	981	1358	2145	1682
TIEMPO DISPONIBLE	C=A-B	33668	33304	35084	33104	35549	31662	35404	33067	36019	37522	32415	32878
TIEMPO PARO NO PLANIFICADO	D	2136	3489	2145	3256	3478	4586	2458	1668	1856	2458	2697	2458
TIEMPO DE OPERACION	E=C-D	31532	29815	32939	29848	32071	27076	32946	31409	33163	35064	29728	30420
INDICE DE DISPONIBILIDAD	F=E/C	0.94	0.90	0.94	0.90	0.90	0.86	0.93	0.95	0.92	0.93	0.92	0.93
PRODUCCION REAL	G=PROD*K	7566939	7924569	8145258	9126369	9012568	8856237	9324568	9245368	8923568	9148896	9254369	8912356
VELOCIDAD TEORICA	H	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
PRODUCCION TEORICA	I=E*H*95	9975148.2	9431975.25	10420252.7	9442244.8	10145660.9	8565492.6	10422467.1	9936237.15	10491115.1	11092496.4	9404452.8	9623367
INDICE DE PRODUCCION	J=I/G	0.76	0.84	0.78	0.97	0.89	1.03	0.89	0.93	0.85	0.82	0.98	0.93
PRODUCCION RECHAZADA	K	245698	268963	245693	109632	46596	43256	39254	3256	12458	926	10256	2312
INDICE DE CALIDAD	L=G-K/G	0.97	0.97	0.97	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	F*J*L*100%	69%	73%	71%	86%	80%	88%	83%	88%	80%	77%	90%	89%
INDICE DE PNC	K/G	3.24%	3.27%	3.02%	1.20%	0.52%	0.49%	0.42%	0.04%	0.14%	0.01%	0.11%	0.03%

BARIL		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
TIEMPO TOTAL	A	37440	34560	36000	37440	40320	37440	36000	34560	37440	38880	40320	23040
TIEMPO PARO PLANIFICADO	B	893	1256	1563	2458	3245	2589	1456	845	879	2687	3452	985
TIEMPO DISPONIBLE	C=A-B	36547	33304	34437	34982	37075	34851	34544	33715	36561	36293	36868	22055
TIEMPO PARO NO PLANIFICADO	D	1896	2459	2983	3245	1456	2145	1668	2458	985	1457	1365	1458
TIEMPO DE OPERACION	E=C-D	34651	30845	31454	31737	35619	32706	32866	31257	35576	34836	35503	20597
INDICE DE DISPONIBILIDAD	F=E/C	0.95	0.93	0.91	0.91	0.96	0.94	0.95	0.93	0.97	0.96	0.96	0.93
PRODUCCION real	G=PROD*K	9456000	9145685	9456321	8596324	8925638	9458678	9125478	8956989	9124568	9245689	93245689	5989763
VELOCIDAD TEORICA	H	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319
PRODUCCION TEORICA	I=E*H*95	10500985.55	9347577.25	9532134.7	9617897.85	10794338	9911553.3	9966102.3	9472433.85	10781306.8	10557049.8	10759184.2	6241920.85
INDICE DE PRODUCCION	J=I/G	0.90	0.98	0.99	0.89	0.83	0.95	0.92	0.95	0.95	0.88	0.86	0.96
PRODUCCION RECHAZADA	K	12600	8569	2368	15489	3698	4568	2456	1235	2789	2356	2569	896
INDICE DE CALIDAD	L=G-K/G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	F*J*L*100%	85%	91%	91%	81%	79%	90%	87%	88%	82%	84%	83%	90%
INDICE DE PNC	K/G	0.13%	0.09%	0.03%	0.18%	0.04%	0.05%	0.03%	0.01%	0.03%	0.03%	0.00%	0.01%

Nota: todos los tiempos están en minutos

TAPA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TIEMPO TOTAL	30240	30240	31680	30240	31680	33120	37440	36000	36000	36000	36000	30240	30240	31680	34560	31680	33120	37440	36000	36000	36000	33120	23040
TIEMPO PARO PLANIFICADO	1256	2356	956	1896	896	1466	3456	2456	2045	985	1653	457	1256	2356	956	1896	896	1466	3456	2456	2045	985	1653
TIEMPO DISPONIBLE	28984	27884	30724	28344	30784	31684	33984	33542	33955	35015	31267	22583	28984	27884	30724	28344	30784	31684	33984	33542	33955	31267	22583
TIEMPO PARO NO PLANIFICADO	1896	3568	2356	2146	1458	2588	1458	4586	6589	1458	2458	789	1896	3568	2356	2146	1458	2588	1458	4586	6589	1458	2458
TIEMPO DE OPERACION	27088	24316	28368	26198	29326	29075	32528	28956	27366	33557	28809	21794	27088	24316	28368	26198	29326	29075	32528	28956	27366	33557	28809
INDICE DE DISPONIBILIDAD	F=E/C	0.93	0.87	0.92	0.95	0.92	0.96	0.965	0.81	0.96	0.92	0.97	F=E/C	0.93	0.87	0.92	0.95	0.92	0.96	0.965	0.81	0.96	0.92
PRODUCCION REAL	G=PROD+K	8956523	9245632	9225638	8991256	9586234	8963547	9125863	8992369	9245689	9124589	8589325	8956523	9245632	9225638	8991256	9586234	8963547	9125863	8992369	9245689	9124589	8589325
VELOCIDAD TEORICA	H	422	422	422	422	422	422	422	422	422	422	422	H	422	422	422	422	422	422	422	422	422	422
PRODUCCION TEORICA	I=E+H*95	10859579.2	9748284.4	11372731.2	10502778.2	11756793.4	11656167.5	13039673.4	11608460.4	10971029.4	13453001.3	11549628.1	10859579.2	9748284.4	11372731.2	10502778.2	11756793.4	11656167.5	13039673.4	11608460.4	10971029.4	13453001.3	11549628.1
INDICE DE PRODUCCION	J=G/I	0.82	0.95	0.81	0.96	0.82	0.77	0.70	0.77	0.84	0.68	0.75	J=G/I	0.82	0.95	0.81	0.96	0.82	0.77	0.70	0.77	0.84	0.68
PRODUCCION RECHAZADA	K	3600	3456	2356	1146	2156	1588	1989	859	245	489	985	K	3600	3456	2356	1146	2156	1588	1989	859	245	489
INDICE DE CALIDAD	L=G-K)/G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	L=G-K)/G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	F*J*L*100%	77%	83%	75%	79%	78%	71%	67%	67%	67%	62%	73%	F*J*L*100%	77%	83%	75%	79%	78%	71%	67%	67%	62%	73%
INDICE DE PNC	K/G	0.04%	0.04%	0.03%	0.01%	0.02%	0.02%	0.02%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%	K/G	0.04%	0.04%	0.03%	0.01%	0.02%	0.02%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%



BOTON	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TIEMPO TOTAL	31680	33120	30240	34560	31680	34560	33120	28800	30240	34560	31680	18720
TIEMPO PARO PLANIFICADO	452	389	782	876	454	235	1458	129	895	358	398	1458
TIEMPO DISPONIBLE	31228	32731	29458	33684	31226	34325	31662	28671	29345	34201	31282	17262
TIEMPO PARO NO PLANIFICADO	1896	2458	1368	2368	589	758	1458	2569	891	921	1458	289
TIEMPO DE OPERACION	29332	30273	28090	31316	30637	33667	30204	26102	28464	33280	29824	17003
INDICE DE DISPONIBILIDAD	F=E/C	0.92	0.95	0.93	0.98	0.98	0.95	0.91	0.97	0.97	0.95	0.98
PRODUCCION REAL	G=PROD+K	8949085	9125689	8812563	9345689	9300458	9125468	8214569	8756823	9245683	9324568	5246395
VELOCIDAD TEORICA	H	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319
PRODUCCION TEORICA	I=E+H*95	9356908	9657087	8960710	9989804	9773203	10707873	8326538	9076825	10616320	9513856	5423957
INDICE DE PRODUCCION	J=G/I	0.96	0.94	0.98	0.94	0.95	0.85	0.99	0.96	0.87	0.98	0.97
PRODUCCION RECHAZADA	K	12662	4586	2456	1563	1256	1356	2104	245	398	189	256
INDICE DE CALIDAD	L=G-K)/G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EFICIENCIA TOTAL EQUIPO	F*J*L*100%	90%	87%	94%	87%	83%	83%	90%	94%	85%	93%	95%
INDICE DE PNC	K/G	0.14%	0.05%	0.03%	0.02%	0.01%	0.01%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

AREA DE SUBENSAMBLE

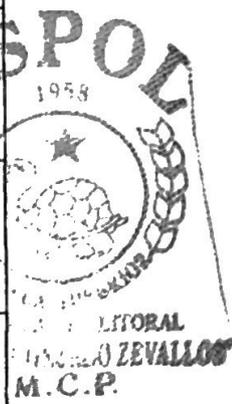
	714	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
TEMPO TOTAL	37440	34560	36000	36000	36000	38880	37440	36000	36000	37440	40320	36360	21600
TEMPO PARO PLANIFICADO	A	893	1256	1563	2458	3245	2589	1456	845	879	2587	3452	985
TEMPO DISPONIBLE	B	36547	33304	34437	33542	35635	34351	34544	35155	36561	37733	35428	20615
TEMPO PARO NO PLANIFICADO	C=A-B	1896	2459	2983	3245	1456	2145	1658	2458	985	1457	1365	1458
TEMPO DE OPERACION	D	34651	30845	31454	30297	34179	32706	32886	32697	35576	36278	34063	19157
INDICE DE DISPONIBILIDAD	E=C-D	0.95	0.93	0.91	0.90	0.96	0.94	0.95	0.93	0.97	0.96	0.96	0.93
PRODUCION REAL	F=E/C	3595689	3445685	3356321	3596324	4005638	4856235	4825478	4956989	4924568	4945689	4024568	2289753
VELOCIDAD TEORICA	G=PROD+K	188	168	168	168	168	168	168	168	168	168	128	128
PRODUCION TEORICA	H	5530299.6	4922862	5020058.4	4835401.2	5454568.4	5219877.6	5248605.6	5218441.2	5677929.6	5789849.6	4142060.3	2329491.2
INDICE DE PRODUCCION	I=H*95	0.65	0.70	0.67	0.74	0.73	0.93	0.92	0.95	0.87	0.85	0.97	0.98
PRODUCION RECHAZADA	J=G/I	54896	67893	71236	69236	3859	4356	2456	3254	789	656	561	399
INDICE DE CALIDAD	K	0.98	0.98	0.98	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EFFECTIVIDAD TOTAL EQUIPO	L=(G+K)/G	61%	64%	60%	66%	70%	87%	87%	88%	84%	82%	93%	91%
INDICE DE PNC	F*J*L*100%	1.53%	1.97%	2.12%	1.93%	0.10%	0.09%	0.05%	0.07%	0.02%	0.01%	0.01%	0.02%

	1012-1	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
TEMPO TOTAL	A	30240	30240	31680	31680	31680	34560	37440	36000	34560	40320	33120	23040
TEMPO PARO PLANIFICADO	B	1256	2356	956	1896	896	1456	3456	2458	2045	985	1853	457
TEMPO DISPONIBLE	C=A-B	28984	27884	30724	29784	30784	33104	33984	33542	32515	39335	31267	22533
TEMPO PARO NO PLANIFICADO	D	1896	1563	2356	2146	1458	1589	1458	3586	989	1458	2458	789
TEMPO DE OPERACION	E=C-D	27088	26316	28368	27638	29326	31515	32526	29956	31526	37877	28809	21794
INDICE DE DISPONIBILIDAD	F=E/C	0.93	0.94	0.92	0.93	0.95	0.95	0.96	0.89	0.97	0.96	0.92	0.97
PRODUCION REAL	G=PROD+K	1845486	1745632	1825638	1891256	1986234	2263547	2425863	2292369	2105689	2824589	2225689	1689825
VELOCIDAD TEORICA	H	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
PRODUCION TEORICA	I=H*95	2213089.6	2150017.2	2317665.6	2256024.6	2395934.2	2574775.5	2657374.2	2447405.2	2575674.2	3094550.9	2353665.3	1780569.8
INDICE DE PRODUCCION	J=I*95	0.33	0.81	0.79	0.84	0.83	0.88	0.91	0.94	0.82	0.82	0.95	0.95
PRODUCION RECHAZADA	K	18663	29563	32587	24589	1589	458	365	245	189	589	128	256
INDICE DE CALIDAD	L=(G+K)/G	0.99	0.98	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EFFECTIVIDAD TOTAL EQUIPO	F*J*L*100%	77%	75%	71%	77%	79%	84%	87%	84%	79%	84%	91%	92%
INDICE DE PNC	K/G	1.03%	1.69%	1.78%	1.30%	0.08%	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.02%	0.01%	0.02%

	1012-2	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
TEMPO TOTAL	A	34560	33120	36000	34560	37440	33120	37440	34560	36000	37440	34560	21600
TEMPO PARO PLANIFICADO	B	892	1256	2356	1456	1891	1458	2036	1493	981	1358	2145	1832
TEMPO DISPONIBLE	C=A-B	33668	31864	33644	33104	35549	31662	35404	33067	35019	36082	32415	19918
TEMPO PARO NO PLANIFICADO	D	2136	3489	2145	3256	3478	4586	2458	1656	1856	2458	2387	2458
TEMPO DE OPERACION	E=C-D	31532	28375	31499	29848	32071	27076	32946	31409	33163	33624	29728	17430
INDICE DE DISPONIBILIDAD	F=E/C	0.94	0.89	0.94	0.90	0.90	0.86	0.93	0.95	0.95	0.93	0.92	0.88
PRODUCION REAL	G=PROD+K	2586939	2224569	2345258	2325569	2612568	2356337	2824568	2745368	2823568	2845868	2554369	1482356
VELOCIDAD TEORICA	H	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
PRODUCION TEORICA	I=H*95	2815807.6	2533887.5	2812860.7	2665426.4	2883940.3	2417885.8	2942077.8	2804823.7	2961455.9	3002623.2	2854710.4	1559178
INDICE DE PRODUCCION	J=I*95	0.92	0.83	0.83	0.87	0.91	0.97	0.96	0.98	0.95	0.95	0.96	0.96
PRODUCION RECHAZADA	K	45638	54693	45693	26459	596	256	254	256	458	926	256	312
INDICE DE CALIDAD	L=(G+K)/G	0.98	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EFFECTIVIDAD TOTAL EQUIPO	F*J*L*100%	85%	85%	78%	78%	83%	83%	89%	83%	90%	88%	88%	81%
INDICE DE PNC	K/G	1.71%	2.65%	1.65%	1.44%	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.01%	0.03%

AREA DE ENSAMBLE

ENSAMBLADORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TIEMPO TOTAL	A 25920	28800	31680	28800	24480	28800	30240	28800	28800	27360	33120	17280
TIEMPO PARO PLANIFICADO	B 345	123	245	256	123	156	356	80	125	256	125	456
TIEMPO DISPONIBLE	C=A-B 25575	28672	31435	28544	24357	28644	29884	28720	28675	27104	32985	16824
TIEMPO PARO NO PLANIFICADO	D 1896	2459	2983	3245	1456	2145	1658	2458	985	1457	1365	1458
TIEMPO DE OPERACION	E=C-D 23679	26213	28452	25299	22901	26499	28226	26262	27690	25647	31930	15356
INDICE DE DISPONIBILIDAD	F=E/C 0.93	0.91	0.91	0.89	0.94	0.93	0.94	0.91	0.97	0.95	0.96	0.91
PRDUCCION REAL	G=PROD+K 9856000	9586685	9958621	11596324	10925638	11458678	12125478	10956989	12294568	11245689	133245689	6998973
VELOCIDAD TEORICA	H 512	512	512	512	512	512	512	512	512	512	512	512
PRDUCCION TEORICA	I=E*H*.95 11517465.6	12750003.2	13839052.8	12305433.6	11139046.4	12889113.6	13729126.4	12773836.8	13468416	12474700.8	15384332	7474022.4
INDICE DE PRDUCCION	J=G/I 0.86	0.75	0.72	0.94	0.98	0.89	0.88	0.86	0.91	0.90	8.66	0.94
PRDUCCION RECHAZADA	K 1536	1258	1369	1247	2156	1458	1259	1236	1457	1359	1354	1478
INDICE DE CALIDAD	L=(G-K)/G 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
EFFECTIVIDAD TOTAL EQUIPO	F*J*L*100% 79%	69%	65%	84%	92%	82%	83%	78%	88%	85%	830%	86%
INDICE DE PNC	K/G 0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.02%



Apéndice C

MDS y propiedades del Celcon

Ticona

CELCON M140 | POM | Unfilled

Physical properties
 Density
 Melt volume-flow rate
 Temperature

Value	Unit	Test Standard
1410	kg/m ³	ISO 1183
11	cm ³ /10min	ISO 1133
190	°C	ISO 1133
2.16	kg	ISO 1133
	%	ISO 294-4
	%	ISO 294-4
0.65	%	ISO 62

Load
 Molding shrinkage (parallel)
 Molding shrinkage (normal)
 Water absorption

Value	Unit	Test Standard
2800	MPa	ISO 527-2/1A
66	MPa	ISO 527-2/1A
9	%	ISO 527-2/1A
22	%	ISO 527-2/1A
1300	MPa	ISO 899-1
2350	MPa	ISO 899-1
2640	MPa	ISO 178
	kJ/m ²	ISO 179/1eU
	kJ/m ²	ISO 179/1eU
	kJ/m ²	ISO 179/1eA
	kJ/m ²	ISO 179/1eA
5.5	kJ/m ²	ISO 180/1A

Mechanical properties
 Tensile modulus
 Yield stress
 Yield strain
 Nominal strain at break
 Tensile creep modulus (1000h)
 Tensile creep modulus (1h)
 Flexural modulus (23°C)
 Charpy impact strength (+23°C)
 Charpy impact strength (-30°C)
 Charpy notched impact strength (+23°C)
 Charpy notched impact strength (-30°C)
 Notched impact strength (Izod) @ 23°C

Value	Unit	Test Standard
103	°C	ISO 75-1/-2
151	°C	ISO 306
1.2	E-4/°C	ISO 11359-2
	%	ISO 4589

Thermal properties
 Temp. of deflection under load (1.80 MPa)
 Vicat softening temperature (50°C/h 50N)
 Coeff. of linear therm. expansion (parallel)
 Oxygen index

Value	Unit	Test Standard
9988-2	-	Internal
195	°C	ISO 294
85	°C	ISO 294
200	mm/s	ISO 294
86	MPa	ISO 294

Test specimen production
 Processing conditions acc. ISO
 Injection Molding, melt temperature
 Injection Molding, mold temperature
 injection velocity
 pressure at hold

Value	Unit	Test Standard
1200	kg/m ³	Internal
0.155	W/(m K)	Internal
2210	J/(kg K)	Internal

Rheological Calculation properties
 Density of melt
 Thermal conductivity of melt
 Spec. heat capacity of melt

Disclaimer
 NOTICE TO USERS: Values shown are based on testing of laboratory test specimens and represent data that fall within the standard range of properties for natural material. These values alone do not represent a sufficient basis for any part design and are not intended for use in establishing maximum, minimum, or ranges of values for specification purposes. Colorants or other additives may cause significant variations in data values. Properties of molded parts can be influenced by a wide variety of factors including, but not limited to, material selection, additives, part design, processing conditions and environmental exposure. Any determination of the suitability of a particular material and part design for any use contemplated by the users and the manner of such use is the sole responsibility of the users, who must assure themselves that the material as subsequently processed meets the needs of their particular product or use. To the best of our knowledge, the information contained in this publication is accurate; however, we do not assume any liability whatsoever for the accuracy and completeness of such information. It is the sole responsibility of the users to investigate whether any existing patents are infringed by the use of the materials mentioned in this publication. Moreover, there is a need to reduce human exposure to many materials to the lowest practical limits in view of possible adverse effects. To the extent that any hazards may have been mentioned in this publication, we neither suggest nor guarantee that such hazards are the only ones that exist. We recommend that persons intending to rely on any recommendation or to use any equipment, processing technique or material mentioned in this publication should satisfy themselves that they can meet all applicable safety and health standards. We strongly recommend that users seek and adhere to the manufacturer's current instructions for handling each material they use, and entrust the handling of such material to adequately trained personnel only. Please call the telephone numbers listed (+49 (0) 69 305 16299 for Europe and +1 800 598-4169 for the Americas) for additional technical information. Call Customer Services for the appropriate Materials Safety Data Sheets (MSDS) before attempting to process our products. The products mentioned herein are not intended for use in medical or dental implants.

Material Safety Data Sheet

Ticona

Page 5 of 6

Name: CELCON M140 CF2001
Code: DB3341
Number: CN1000
Number: 4
Date: 03/07/2001
Decomposition: Trioxane, formaldehyde, paraformaldehyde, and formic acid.
Polymerization: Will not occur.

11. Toxicological Information

No specific information available on the product.

12. Ecological Information

The effects of resin pellets on the wildlife that may ingest them is not well understood. In the case of seabirds, some marine biologists believe that the fowl may not be able to pass plastic pellets through their digestive tracts. Thus, large quantities of ingested pellets may cause intestinal blockage, false feelings of satiation or reduction in absorption of nutrients, causing malnutrition and starvation. The goal of SPI's Operation Clean Sweep is zero loss of pellets into the environment.

This material is considered to be non-biodegradable.

13. Disposal Considerations

Recycling is encouraged. Dispose of in accordance with federal, state, and local regulations. This product, as shipped, is not a RCRA hazardous waste under present EPA regulations.

14. Transport Information

Not regulated under US Department of Transportation.

15. Regulatory Information

All the ingredients of this product comply with TSCA Inventory Regulations.

This product does not contain any toxic chemicals subject to the reporting requirements of Section 313 of the Emergency Planning and Community Right-to-Know Act of 1986 and of 40 CFR 372.

16. Other Information

Ratings:	Agency	Health	Flammability	Reactivity	Other
	NFPA	I	I	0	HELMICP
	IIMIS	I	I	0	

Note 1: NFPA and IIMIS ratings are as determined by Ticona.

This product is not intended for use in medical or dental implants.

Transportation Emergency

(800)424-9300 CHEMTREC - 24 hrs in USA
(703)527-3887 Outside USA
(888)522-7816 Ticona - 24 hrs/day, toll free in the USA and Canada.

Product Emergency:

(800)833-4882

Product Information:

 **Celanese**

Ticona
A business of Celanese AG

Material Safety Data Sheet

Ticona

Page 4 of 6

CELCON M140 CF2001

DB3341

CN1000

4

03/07/2001

above permissible exposure limits or that decomposition vapors may be generated.

Operations involving grinding and machining of parts should be reviewed to assure that particulate levels are kept below recommended standards.

This product may contain carbon black. Formaldehyde is a hazardous degradation product. See the exposure limits below.

Guidelines:

Ingredient:	Agency:	Value:
Carbon black	OSHA PEL	3.5 mg/cu m
	ACGIH TLV	3.5 mg/cu m
Formaldehyde	OSHA PEL	0.75 ppm 8 hr. TWA; 2 ppm STEL
	ACGIH TLV	0.3 ppm ceiling
Nuisance/inert dust	OSHA PEL	15 mg/cu m (total)
		5 mg/cu m (respirable)
Nuisance particulates	ACGIH TLV	10 mg/cu m (total)
		3 mg/cu m (respirable)

Ticona has decided not to adopt the ACGIH TLV for formaldehyde based on a scientific evaluation of all the available data. Ticona has decided to adopt the OSHA Standard.

9. Physical and Chemical Properties

Pellets

Slight characteristic odor

State: Solid

Pressure: < 0.001 mm Hg

Point: 165.0 deg C (329.0 deg F)

Negligible < 0.1% (in water)

Gravity: 1.4 - 1.8

Volatiles: < 1.0 by weight

10. Stability and Reactivity

Stability: Stable under ordinary conditions of use and storage.

to Avoid: Flame; do not allow mixing of this material with PVC, other halogen-containing materials, and partially and/or fully crosslinkable thermoplastic elastomers. Do not heat above 460 deg F (238 deg C). Avoid prolonged heating at or above the recommended processing temperature. Recommended melt temperatures 360 - 390 deg F (182 - 199 deg C).

Strong acids and oxidizing agents. Do not compound with PVC or other halogen containing polymers or partially and/or fully crosslinkable thermoplastic elastomers (to avoid acid formation).

Transportation Emergency

(800)424-9300 CHEMTREC - 24 hrs in USA

(703)527-3887 Outside USA

(888)522-7816 Ticona - 24 hrs/day, toll free in the USA and Canada.

Product Emergency:

Product Information:

(800)833-4882



Celanese

Ticona
A business of Celanese AG

Material Safety Data Sheet

Ticona

Page 3 of 6

CELCON M140 CF2001

DB3341

CN1000

4

03/07/2001

asphyxia (carbon dioxide replacing oxygen) is a possibility. Formaldehyde is a respiratory irritant gas. If patients may have inhaled high concentrations of irritating fumes they should be monitored for delayed onset pulmonary edema.

5. Fire Fighting Measures

> 93 deg C (>200 deg F) by Tag Closed Cup Method.

Base resin dust/powder has a US Bureau of Mines relative dust explosion hazard rating of severe.

Carbon monoxide and carbon dioxide.

Products of

Water spray, foam, carbon dioxide, or dry chemical.

Media:

Instructions:

Firefighters should wear self-contained breathing apparatus and full fire-fighting turn-out gear (bunker gear). Keep personnel removed from and upwind of fire. Water should be used to keep fire-exposed containers cool. Product burns with a very hot, but very faint blue flame. Water, foam and dry chemical may cause damage to electrical equipment.

6. Accidental Release Measures

*For more information, see regulatory section 15.

in Case of Spill or Sweep or gather up spills and place in proper container for recovery or disposal. Ticona supports SPI's Operation Clean Sweep.

7. Handling and Storage

Do not handle hot or molten material without appropriate protective equipment. Maintain good housekeeping in work areas. Do not exceed recommended process temperatures to minimize release of decomposition products. Do not smoke in areas where polymer dust is present. Appropriate measures should be taken to control the generation and accumulation of dust during conveying and processing operations.

Store in a cool dry place. Maintain dryness of resin.

8. Exposure Controls/Personal Protection

Controls: Local Exhaust: Recommended when appropriate to control employee exposure to dust or process vapors.
General: May not be adequate as the sole means to control employee exposure.

Equipment:

Skin: When thermal or melt processing, wear long pants, long sleeves, well insulated gloves, and face shield when there is a chance of contact.

Eyes: Safety eyewear recommended.

Inhalation: A NIOSH approved respirator is recommended if there is a possibility of dust generation

Transportation Emergency

(800)424-9300 CHEMTREC - 24 hrs in USA
(703)527-3887 Outside USA

Product Emergency:

(888)522-7816 Ticona - 24 hrs/day, toll free in the USA and Canada.

Product Information:

(800)833-4882

 **Celanese**
Ticona
A business of Celanese AG

Material Safety Data Sheet

Ticona

Page 2 of 6

Name: CELCON M140 CF2001
Code: DB3341
Number: CN1000
Number: 4
Date: 03/07/2001

Skin: Hot or molten material has the potential to cause thermal burns. Polymer particles can cause mechanical irritation. Formaldehyde, which may be generated if overheated, may cause skin sensitization, an allergic reaction, which becomes evident on reexposure.

Eyes: No specific information available on the product. Polymer particles can cause mechanical irritation. Degradation vapors may cause irritation.

Inhalation: No specific information available on the product. Pellets are not considered an inhalation hazard; polymer dust/flake may be considered an inert nuisance particulate. Formaldehyde, which may be released if overheated, may cause irritation of the upper respiratory tract.

Ingestion: No specific information available on the product, however, low toxicity by this route is expected based on the biological activity of high molecular weight polyacetal polymers.

Term/Delayed Effects: No specific information available on the product. Formaldehyde may cause respiratory sensitization.

No specific information available on the product. Formaldehyde is listed as a potential cancer hazard by OSHA, a probable human carcinogen by The International Agency for Research on Cancer (IARC, 2A), and a substance which can reasonably be anticipated to be a carcinogen by The National Testing Program (NTP). Formaldehyde should not pose a risk if exposures are kept below the OSHA Permissible Exposure Limit. The International Agency for Research on Cancer (IARC) has evaluated carbon black, which may be contained in this product, and found it to be possibly carcinogenic to humans (Group 2B). Any carbon black in this product is wetted by the polymer system, and therefore, presents no likelihood of exposure under normal conditions of processing and handling.

Conditions by Exposure: No specific information available on the product. Off-gases, which may be released if overheated, may affect those with chronic diseases of the respiratory system.

4. First Aid Measures

If hot or molten polymer or hot vapors contact skin, cool rapidly with cold water. If polymer is stuck to skin, do not remove. Seek medical attention. Allow adhered polymer to come off naturally. Removal of adhered polymer may result in more tissue damage than if polymer is allowed to come off over time.

Flush with plenty of water. Seek medical attention if discomfort persists, and to remove foreign body.

Remove to fresh air. Seek medical attention if breathing difficulties occur.

If a significant quantity has been swallowed, give two glasses of water to dilute. Seek medical attention.

Physicians: This product is essentially inert and nontoxic. However, if it is overheated or burns, gases such as carbon monoxide and formaldehyde may be released. Those exposed to off-gases may need to have their arterial blood gases and carboxyhemoglobin levels checked. If the carboxyhemoglobin levels are normal and the exposure occurred in an enclosed space,

Emergency (800)424-9300 CHEMTREC - 24 hrs in USA
(703)527-3887 Outside USA
Product Emergency: (888)522-7816 Ticona - 24 hrs/day, toll free in the USA and Canada.
Product Information: (800)833-4882

 **Celanese**
Ticona
A business of Celanese AG

Material Safety Data Sheet

Ticona

Page 1 of 6

Product Name: CELCON M140 CF2001
Product Code: DB3341
MSDS Number: CN1000
Revision Number: 4
Version Date: 03/07/2001

Product Name:
Product Code:
MSDS Number:
Revision Number:
Version Date:

Section 1. Chemical, Product and Company Identification

Product Name:
Product Code:
MSDS Number:
Synonyms:

CELCON M140 CF2001
DB3341
CN1000
POLYOXYMETHYLENE COPOLYMER
ACETAL COPOLYMER

Party: TICONA (formerly Hoechst Celanese Corporation)
90 MORRIS AVE.
SUMMIT, NJ. 07901
UNITED STATES
<http://www.ticona-us.com>

Use: Engineering thermoplastic.
MSDS Prepared By: O. Schnellenberger

2. Composition/Information on Ingredients

Is:	Ingredient	CAS Number
	Base Resin	24969-26-4

This is a polymeric material. All constituents are wetted by the polymer system, and therefore, present no likelihood of exposure under normal conditions of processing and handling.

This product may contain proprietary ingredients.

This product is not regulated by WHMIS.

This material is considered hazardous under OSHA Regulations due to the release, if overheated, of formaldehyde, an OSHA regulated material.

Section 3. Hazards Identification

Emergency Overview: Pellets or powder with slight to no odor. Combustion and decomposition may produce hazardous fumes. Base resin dust/powder has a US Bureau of Mines relative dust explosion hazard rating of severe. Molten material can cause thermal burns on contact with skin or eyes. Spilled pellets may create a slipping hazard. Overheating may result in release of formaldehyde, which may irritate the eyes and respiratory tract.

Health Effects:

Skin and eye contact; inhalation of vapors, if overheated.

Routes of Exposure:
Signs and Symptoms of Exposure:

No specific information available concerning exposure to the product. If formaldehyde is released as an off-gas, a burning sensation and tearing of the eyes may occur. An irritating odor may be noted.

Immediate Effects:

Transportation Emergency (800)424-9300 CHEMTREC - 24 hrs in USA.
(703)527-3887 Outside USA
Product Emergency: (888)522-7816 Ticona - 24 hrs/day, toll free in the USA and Canada.
Product Information: (800)833-4882

 **Celanese**
Ticona
A business of Celanese AG

Material Safety Data Sheet

Ticona

Page 6 of 6

CELCON M140 CF2001
DB3341
CN1000
4
03/07/2001

Refer to the appropriate Ticona bulletins for specific processing guidance and good manufacturing practices (purging, processing parameters, shutdown, etc.).

The information contained herein is accurate to the best of our knowledge. We do not suggest or guarantee that any hazards listed herein are the only ones which exist. Ticona makes no warranty of any kind, express or implied, concerning the safe use of this material in your process or in combination with other substances. Effects can be aggravated by other materials and/or this material may aggravate or add to the effects of other materials. User has the sole responsibility to determine the suitability of the materials for any use and the manner of use contemplated. User must meet all applicable safety and health standards.



Transportation Emergency

(800)424-9300 CHEMTREC - 24 hrs in USA
(703)527-3887 Outside USA

Product Emergency:

(888)522-7816 Ticona - 24 hrs/day, toll free in the USA and Canada.

Product Information:

(800)833-4882

 **Celanese**
Ticona
A business of Celanese AG

2.4 Drying

Celcon[®] acetal copolymer does not readily absorb moisture and can normally be fed to the extruder or molding machine without drying. However, if the material has adsorbed moisture due to improper handling or storage, drying may be necessary to prevent splay and odor problems during processing. It is good practice, and preferable for processing consistency, to dry the resin before processing to avoid potential production problems due to moisture.

Celcon acetal copolymer should be dried in a dehumidifying oven or a hopper dryer. For oven drying, the Celcon pellets should be spread evenly in less than one-inch deep layers on trays and placed in the oven for three to four hours at 82°C (180° F). For a hopper dryer, a three hour residence time at 82°C (180°F) is sufficient.

Caution: Formaldehyde fumes may be released; good ventilation is required in the area.

2.5 Processing Start-Up

To start up a machine which was shut down with Celcon acetal copolymer in the cylinder, the nozzle must not be blocked. This is one of the main reasons a nozzle heater band is recommended. See Table 2.1 for the typical start-up conditions.

The procedure for starting a machine with Celcon acetal copolymer already in the cylinder is as follows:

Table 2.1 Typical Start-Up Conditions

Cylinder Temperature:		
Rear	360°F	182°C
Center	370°F	188°C
Front	380°F	193°C
Nozzle	390°F	198°C
Melt Temperature (measured by "air shot")	360 - 390°F	182 - 199°C
Mold Temperature	180 - 250°F	82 - 121°C
1st Stage Injection Pressure	11,000 - 20,000 psi (75-138 MPa)	
2nd Stage (Hold) Pressure	11,000 - 20,000 psi (75 - 138 MPa)	
1st Stage Injection Fill Time	2 - 5 seconds	
1st Stage Injection Speed	moderate	
Screw Speed	20 - 40 rpm	
Back Pressure	0 - 50 psi (Higher and if using concentrates)	
Cushion	1/8 - 1/4 in.	
Drying	180°F (82°C) for 3 hrs. (Usually not necessary)	

Set the nozzle temperature at 400-420°F (204-216°C) and cylinder temperatures to 250-275°F (121-135°C). As the nozzle and cylinder come up to temperature, the nozzle orifice should be watched for signs of drooling. When drooling occurs (indicating that the material in the nozzle is fully molten), cylinder temperatures may be raised to 370-380°F (188-193°C). A few purge shots should then be taken at reduced injection pressure and speed with no booster. If there is no blockage, cylinder and nozzle temperatures as well as other conditions may be adjusted as desired, the heating cylinder closed to the mold, and molding started on cycle.

When Celcon acetal copolymer is started in an empty cylinder, nozzle temperature should be set at 400-420°F (204-216°C) and cylinder temperature at 370-390°F (188-199°C). Using low pressure (approximately 5,000 psi) and slow injector speed, pack Celcon resin into the cylinder with several short, deliberate strokes of the screw (plunger). After a few minutes, commence another series of strokes and repeat this procedure.

As the material melts, successive packing strokes will work the material farther into the cylinder until it is full. A few air shots should then be taken to clear the cylinder of any air bubbles which may have been entrapped during the packing process. Cylinder and nozzle temperatures, cycle time and other conditions may then be adjusted as required and molding may proceed.

In all cases, once Celcon acetal copolymer is introduced into the cylinder, it should be kept moving to prevent overheating. If a delay of more than 15 minutes is anticipated, the cylinder should be backed away from the mold and the machine purged (on cycle or manually) every few minutes. If a longer delay is expected, it is recommended that the machine be shut down entirely, following the procedure outlined under "Shutting Down a Machine with Celcon."

2.6 Changing from Another Resin to Celcon Acetal

If the other resin in the processing equipment requires a higher melt temperature than Celcon acetal copolymer (e.g. nylon, polycarbonate, etc.) or is a resin such as PVC (see note p. 2-1) which can chemically react with Celcon and cause degradation, the cylinder must first be thoroughly purged clean of these resins.



MEDIDAS SUGERIDAS PARA CORREGIR LOS PROBLEMAS QUE PUEDEN PRESENTARSE EN EL MOLDEO DEL CELCON

PROBLEMA	MEDIDA CORRECTIVA SUGERIDA
Inyectadas insuficientes, picado en la superficie, ondulaciones en la superficie..	<p>Aumentar la alimentación.</p> <p>Aumentar la presión.</p> <p>Emplear compresión y velocidad del pistón máxima.</p> <p>Disminuir el cojín del material.</p> <p>Precalear el material en la tolva.</p> <p>Aumentar la temperatura del molde</p> <p>Aumentar el ciclo total.</p> <p>Aumentar la temperatura del material.</p> <p>Añadir más agujeros de purga.</p> <p>Utilizar una máquina más grande.</p> <p>Aumentar la dimensión de las entradas.</p>
Marcas desplegadas elipses alargadas	<p>Reducir la temperatura del material.</p> <p>Secar el material.</p>
Marcas desplegadas de aspecto de arañazos	<p>Reducir la temperatura del material.</p> <p>Reducir la temperatura de la boquilla.</p> <p>Reducir el tiempo de apertura de la boquilla.</p>
Superficie mate	<p>Aumentar la temperatura del molde.</p> <p>Aumentar la temperatura del material</p>
Alteración del color	<p>Reducir la temperatura del material.</p> <p>Reducir el tiempo de permanencia en el cilindro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduciendo el ciclo total. - Utilizando una máquina más pequeña. <p>Suprimir la contaminación proveniente de la alimentación</p>
Alabeo, Distorsión de la pieza	<p>Establecer temperaturas uniformes en ambas mitades del molde.</p> <p>Observar el molde por lo que se refiere a uniformidad en uniformidad en la eyección de la pieza.</p> <p>Controlar la manipulación de las piezas después de la eyección del molde.</p> <p>Aumentar la presión.</p> <p>Aumentar el tiempo de inyección.</p>

Apéndice D

MDS del polipropileno



**Material Safety
Data Sheets**

Division of Facilities Services

**DOD Hazardous Material Information (ANSI Format)
For Cornell University Convenience Only**

POLYPROPYLENE

Section 1 - Product and Company Identification	Section 9 - Physical & Chemical Properties
Section 2 - Composition/Information on Ingredients	Section 10 - Stability & Reactivity Data
Section 3 - Hazards Identification Including Emergency Overview	Section 11 - Toxicological Information
Section 4 - First Aid Measures	Section 12 - Ecological Information
Section 5 - Fire Fighting Measures	Section 13 - Disposal Considerations
Section 6 - Accidental Release Measures	Section 14 - MSDS Transport Information
Section 7 - Handling and Storage	Section 15 - Regulatory Information
Section 8 - Exposure Controls & Personal Protection	Section 16 - Other Information

The information in this document is compiled from information maintained by the United States Department of Defense (DOD). Anyone using this information is solely responsible for the accuracy and applicability of this information to a particular use or situation. Cornell University does not in any way warrant or imply the applicability, viability or use of this information to any person or for use in any situation.

**Section 1 - Product and Company Identification
POLYPROPYLENE**

Product Identification: POLYPROPYLENE
Date of MSDS: 10/16/1985 **Technical Review Date:** 05/16/1995
PSC: 6810 **NIIN:** LIIN: 00N059378
Submitter: N EN
Status Code: C
MFN: 01
Title: N
Kit Part: N

Manufacturer's Information

Manufacturer's Name: AMOCO CHEMICALS CO
Manufacturer's Address: 200 EAST RANDOLPH DR

POLYPROPYLENE

Manufacturer's Address2: CHICAGO, IL 60601
Manufacturer's Country: US
General Information Telephone: 312-856-3304
Emergency Telephone: 800-447-8735;800-424-9300(CHEMTREC)
Emergency Telephone: 800-447-8735;800-424-9300(CHEMTREC)
MSDS Preparer's Name: STEPHEN A. ELBERT
Proprietary: N
Reviewed: N
Published: Y
CAGE: 15965
Special Project Code: N

Contractor Information

Contractor's Name: AMOCO CHEMICALS CORP
Contractor's Address1: 200 E RANDOLPH DR MC 4001
Contractor's Address2: CHICAGO, IL 60601-6401
Contractor's Telephone: UNKNOWN
Contractor's CAGE: 15965

**Section 2 - Compositon/Information on Ingredients
POLYPROPYLENE**

Ingredient Name: PROPENE POLYMERS; (POLYPROPYLENE)
Ingredient CAS Number: 9003-07-4 Ingredient CAS Code: M
RTECS Number: UD1842000 RTECS Code: M
=WT: =WT Code:
=Volume: =Volume Code:
>WT: >WT Code:
>Volume: >Volume Code:
<WT: <WT Code:
<Volume: <Volume Code:
% Low WT: % Low WT Code:
% High WT: % High WT Code:
% Low Volume: % Low Volume Code:
% High Volume: % High Volume Code:
% Text: N/K
% Enviromental Weight:
Other REC Limits: N/K
OSHA PEL: N/K (FP N) OSHA PEL Code: M
OSHA STEL: OSHA STEL Code:
ACGIH TLV: N/K (FP N) ACGIH TLV Code: M
ACGIH STEL: N/P ACGIH STEL Code:
EPA Reporting Quantity:
DOT Reporting Quantity:
Ozone Depleting Chemical:



**Section 3 - Hazards Identification, Including Emergency Overview
POLYPROPYLENE**

Health Hazards Acute & Chronic: EYE:NONE EXPECTED OTHER THAN POSSIBLE
MECHANICAL IRRITATION. SKIN/INHAL:NONE EXPECTED UNDER NORMAL
CONDITIONS OF USE. INGEST:EXPECTED TO BE RELATIVELY NON-TOXIC.

Signs & Symptoms of Overexposure:

POLYPROPYLENE

SEE HEALTH HAZARDS.

Medical Conditions Aggravated by Exposure:
NONE SPECIFIED BY MANUFACTURER.

LD50 LC50 Mixture: LD50:(ORAL,RAT) >34,600 MG/KG.

Route of Entry Indicators:
Inhalation: NO
Skin: NO
Ingestion: NO

Carcinogenicity Indicators
NTP: NO
IARC: NO
OSHA: NO

Carcinogenicity Explanation: NOT RELEVANT

Section 4 - First Aid Measures POLYPROPYLENE

First Aid:
INGEST:CALL MD IMMEDIATELY (FP N). INHAL:REMOVE TO FRESH AIR. SUPPORT BREATHING (GIVE O*2/ARTF RESP) (FP N). SKIN:FLUSH W/COPIOUS AMOUNTS OF WATER. CALL MD (FP N). EYES:FLUSH W/PLENTY OF WATER FOR AT LEAST 15 MINUTES. GET MEDICAL ATTENTIONIF IRRITATION PERSISTS.

Section 5 - Fire Fighting Measures POLYPROPYLENE

Fire Fighting Procedures:
USE NIOSH/MSHA APPROVED SCBA & FULL PROTECTIVE EQUIPMENT (FP N).
Unusual Fire or Explosion Hazard:
NONE.

Extinguishing Media:
AGENTS APPROVED FOR CLASS A HAZARDS (E.G., HALOGENATED AGENTS, FOAM, STEAM) OR WATER FOG.
Flash Point: Flash Point Text: 690F,366C

Autoignition Temperature:
Autoignition Temperature Text: N/A
Lower Limit(s): N/K
Upper Limit(s): N/K

Section 6 - Accidental Release Measures POLYPROPYLENE

Spill Release Procedures:
CONTAIN & REMOVE BY MECHANICAL MEANS.
Section 7 - Handling and Storage
POLYPROPYLENE

Handling and Storage Precautions:

Other Precautions:

POLYPROPYLENE

Section 8 - Exposure Controls & Personal Protection POLYPROPYLENE

Respiratory Protection:
NIOSH/MSHA APPROVED RESPIRATOR APPROPRIATE FOR EXPOSURE OF CONCERN (FP N).

Ventilation:
LOCAL EXHAUST VENT SHOULD BE USED TO DISPOSE OF VAPORS FROM HOT PROCESSING EQUIPMENT, PARTICULARLY DURING PURGING.

Protective Gloves:
IMPERVIOUS GLOVES (FP N).

Eye Protection: ANSI APPROVED SAFETY GLASSES (FP N).

Other Protective Equipment: NONE SPECIFIED BY MANUFACTURER.

Work Hygienic Practices: NONE SPECIFIED BY MANUFACTURER.

Supplemental Health & Safety Information: NONE SPECIFIED BY MANUFACTURER.

Section 9 - Physical & Chemical Properties POLYPROPYLENE

HCC:

NRC/State License Number:

Net Property Weight for Ammo:

Boiling Point: Boiling Point Text: N/K

Melting/Freezing Point: Melting/Freezing Text: 330F, 166C

Decomposition Point: Decomposition Text: N/K

Vapor Pressure: N/K Vapor Density: N/K

Percent Volatile Organic Content:

Specific Gravity: 0.9 (H₂O=1)

Volatile Organic Content Pounds per Gallon:

pH: N/K

Volatile Organic Content Grams per Liter:

Viscosity: N/P

Evaporation Weight and Reference: N/K

Solubility in Water: NEGLIGIBLE, <0.1%.

Appearance and Odor: ODORLESS WHITE PELLETS.

Percent Volatiles by Volume: N/K

Corrosion Rate: N/K

Section 10 - Stability & Reactivity Data POLYPROPYLENE

Stability Indicator: YES

Materials to Avoid:
NONE IDENTIFIED.

Stability Condition to Avoid:
NONE SPECIFIED BY MANUFACTURER.

Hazardous Decomposition Products:
INCOMPLETE BURNING CAN PRODUCE CARBON MONOXIDE, CARBON DIOXIDE & OTHER HARMFUL PRODUCTS.

Hazardous Polymerization Indicator: NO

Conditions to Avoid Polymerization:
NOT RELEVANT

Section 11 - Toxicological Information POLYPROPYLENE

Toxicological Information:
N/P



POLYPROPYLENE

Section 12 - Ecological Information
POLYPROPYLENE

Ecological Information:
 N/P

Section 13 - Disposal Considerations
POLYPROPYLENE

Waste Disposal Methods:
 DISPOSAL MUST BE I/A/W APPLICABLE FEDERAL, STATE OR LOCAL REGULATIONS.
 DETERMINE WASTE CLASSIFICATIONS AT TIME OF DISP. CNDTNS OF USE MAY
 RENDER SPENT PROD A HAZ WASTE. ENCLSD-CONTROLLED INCIN IS REC UNLESS
 DIRECTED OTHERWISE BY APPLIC ORDINANCES.

Section 14 - MSDS Transport Information
POLYPROPYLENE

Transport Information:
 N/P

Section 15 - Regulatory Information
POLYPROPYLENE

SARA Title III Information:
 N/P

Federal Regulatory Information:
 N/P

State Regulatory Information:
 N/P

Section 16 - Other Information
POLYPROPYLENE

Other Information:
 N/P

HAZCOM Label Information

Product Identification: POLYPROPYLENE

CAGE: 15965

Assigned Individual: N

Company Name: AMOCO CHEMICALS CORP

Company PO Box:

Company Street Address1: 200 E RANDOLPH DR MC 4001

Company Street Address2: CHICAGO, IL 60601-6401 US

Health Emergency Telephone: 800-447-8735;800-424-9300(CHEMTREC)

Label Required Indicator: Y

Date Label Reviewed: 05/16/1995

Status Code: C

Manufacturer's Label Number:

Date of Label: 05/16/1995

Year Procured: N/K

Organization Code: G

Chronic Hazard Indicator: N

Eye Protection Indicator: YES

Skin Protection Indicator: YES

Respiratory Protection Indicator: YES

Signal Word: CAUTION

Health Hazard: Slight

Contact Hazard: Slight

Fire Hazard: Slight

Apéndice E

Características de secadores Disecantes para Celcon

Secador disecante para CELCON
Nuestro O-6874/1

Estimados señores:

Entendiendo su requerimiento ponemos a su consideración la Oferta O-6874/1 por un secador disecante CTT 40 de Colortronic de Alemania para CELCON (POM). Se incluye la tolva de secado TT 40, la cual se colocaría sobre la boca de la máquina.

Según las recomendaciones del fabricante que también estamos incluyendo, este material deberá secarse a 82 °C durante 3 horas. Como es un material sumamente pesado (1.400 gramos por litro), la tolva de 25 litros alcanza perfectamente.

Es importante resaltar la diferencia de secar con aire seco que se obtiene con secador disecante (con aire deshumidificado) a secar con aire caliente. El proceso continuo de secado, que tiene un punto de rocío que en promedio es de - 40 °C, se obtiene de dos celdas de secado que se regeneran (Recomendado para trabajos de 24 horas). El secado se da sin cambios en la temperatura y con un suministro constante de aire deshumidificado. Estos equipos son libre de mantenimiento, solo se debe limpiar el filtro de aire regularmente.

Los precios se entienden ex fábrica en Alemania, en Euros, para importación directa por parte de ustedes. Bajo pedido podemos despachar C+F Guayaquil, con flete marítimo consolidado prepagado, que resulta más económico que contratarlo localmente.

BIBLIOTECA GONZALO ZAVALLA
R.I.M.C.P.

En espera de sus comentarios, quedamos con

Cordiales saludos,
L. HEDDAEUS DEL ECUADOR C. LTDA.


Peter Bastidas Izurieta

OFERTA NO. O-6874/1

23.04.04

V 62219 COLORTRONIC® CTT 40/25
Secador disecante

EUR 8.480,00

Material a secarse: POM
 Rendimiento requerido: aprox. 10 kg/h
 Temperatura de secado: 100° C
 Tiempo de permanencia 3 horas

Cantidad de aire seco: 40 m³
 Volumen de tolva: max. 100 litros
 Valor conectado: 1,1 kW + máx. 1,5 kW
 Tensión: 1x230 V, 50/60 ciclos
 Color: gris RAL 7035

Ejecución básica:

- Unidad de secado movable
- 2 Celdas de secado (para trabajo continuo)
- Mando con regulación integrada para la calefacción de tolva
- Conmutación de válvulas libre de mantenimiento
- Alarma visual general
- Calefacción de regeneración y calefacción de tolva con desconexión de seguridad
- Tubería flexible para el aire
- con tolva de secado de acero inoxidable de 25 litros de capacidad.

Equipos Adicionales Opcionales:

1 V 62016 MAK-VA
 Compuerta de cierre de acero inoxidable
 debajo de la tolva DN 80

EUR 216,00

1 V 62257 ZU 230
 Reloj digital de conmutación

EUR 300,00

L. HEDDAEUS GMBH. & CO.

HEDDAEUS

BRAMFELDER STR. 110 B • 22305 HAMBURG • TEL +49-40-374938-0 • FAX +49-40-374938-38 • EMAIL HAMBURG@HEDDAEUS.DE

Page No. 2 de la oferta No. O-6874/1 del 23.04.04

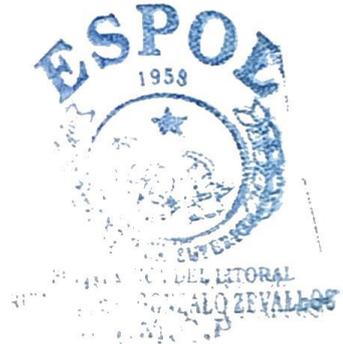
condiciones:
ex fábrica, sin embalaje

Plazo de entrega:
aprox. 4 semanas después de haberse aclarado todos los detalles técnicos y comerciales, salvo venta previa.

Pago:
Mediante Carta de Crédito irrevocable y confirmada en nuestro favor pagadera por el Deutsche Bank AG en Hamburgo contra presentación de los documentos de embarque. Todos los gastos por cuenta del comprador.

Nota:
Los precios contenidos en esta oferta no incluyen ni el montaje ni la puesta en marcha del equipo. En caso de desear ustedes contratar uno de los técnicos especializados de nuestra fábrica para estos trabajos, gustosamente les indicaremos los gastos correspondientes.

L. HEDDAEUS GMBH & CO.



DEUTSCHE BANK AG HAMBURG
BLZ 200 700 00 - KTO 0306514
IBAN DE93 2007 0000 0030 6514 00
SWIFT DEUTDE33

STEUER-NR 71/57001293
HAMB - BARMBEK - UHLENHORST

KOMPLEMENTÄR
GESCHÄFTSFÜHRER

RTG-GERICHT
HANDELSREG-ENTPACHTUNG

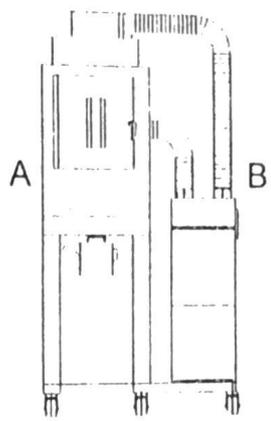
AUSSENHANDELSGESELLSCHAFT HEDDAEUS MHH
DIPL. WIRTSCH. ING. ALFRED HEDDAEUS
HANS PETER TRIER
AMTSGERICHT HAMBURG
A 43590 VOM 04.01.1994

CTT 40
CTT 70

Typical application of a dry air drying system.

A Drying hopper
B Dry Air Dryer

Component B is described below.



Brief Description

Application

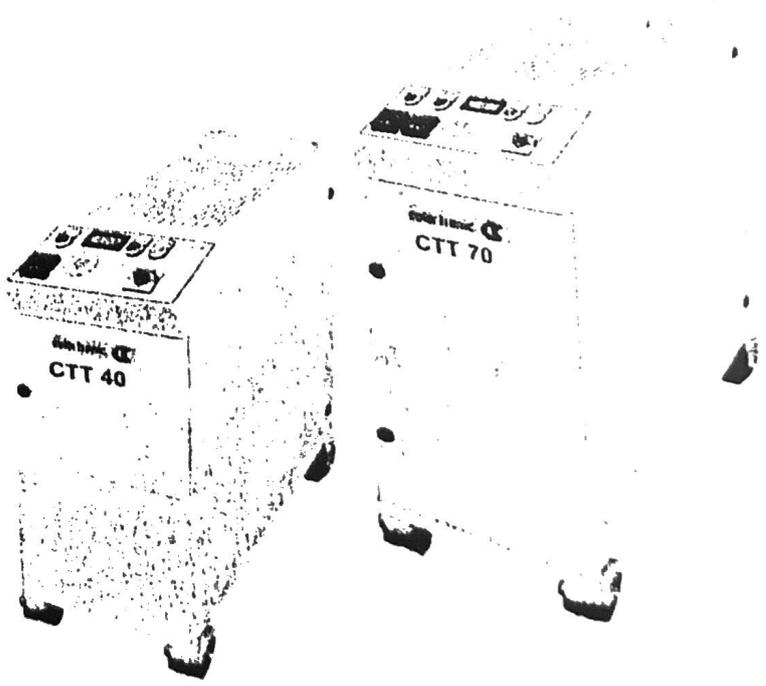
For the drying of thermoplastic granules and re-grind, independent of climate or ambient air conditions, before processing to remove all remaining moisture from the granules both inside and out.

- Colortronic drying systems are designed for continuous, 24 hour operation
- Colortronic drying systems meet all CE requirements

Rugged, modular construction

Colortronic dry air dryers operate on the principle of absorption. Under this principle, the air is not heated, rather the moisture is absorbed and removed from it inside the drying hopper. Through this technology plastic granules can be dried to extremely low residual moisture levels (i.e. 0.002% with PET). Colortronic CTT 40/70 dry air dryers have 2 drying cells which continuously maintain a dew point level of up to -60°C . Because our air flow is constant, we maintain zero temperature change during the drying process.

Colortronic dry air dryers are virtually maintenance free. Only the air filters required routine cleaning or change out.



Concepción técnica

Estos aparatos Colortronic secan granulado de termoplásticos a bajísimos valores de humedad residual, independientemente de las condiciones atmosféricas reinantes.

Tanto si Vds. deben deshumedecer superficies en el caso de materias plásticas no higroscópicas, ahorrando energía, o si deben conseguir valores mínimos de humedad residual cuando se trata de materias plásticas fuertemente higroscópicas, como por ejemplo PA o PET, la adaptabilidad de nuestro secadores hace posible una aplicación eficiente, con una o varias tolvas de secado, con o sin calefacción suplementaria.

Los secadores de aire seco Colortronic trabajan conforme al principio de adsorción, es decir, el aire no sólo es calentado, sino que también deshumedecido antes de fluir a través del material en la tolva de secado. Gracias a esta técnica los granulados plásticos pueden secarse a bajísimos valores de humedad residual (por ejemplo, 0,002 % para PET).

¿Secar centralizadamente o al pie de la máquina?

Si esa fuera la interrogante, con gusto analizaremos su necesidad y mostraremos detalladamente las posibilidades de solución.

Los equipos de secado al **pie de la máquina** se instalan principalmente en función del procedimiento en máquinas individuales o como "reserva".

El secado del material se realiza directamente a los lados o sobre la máquina.

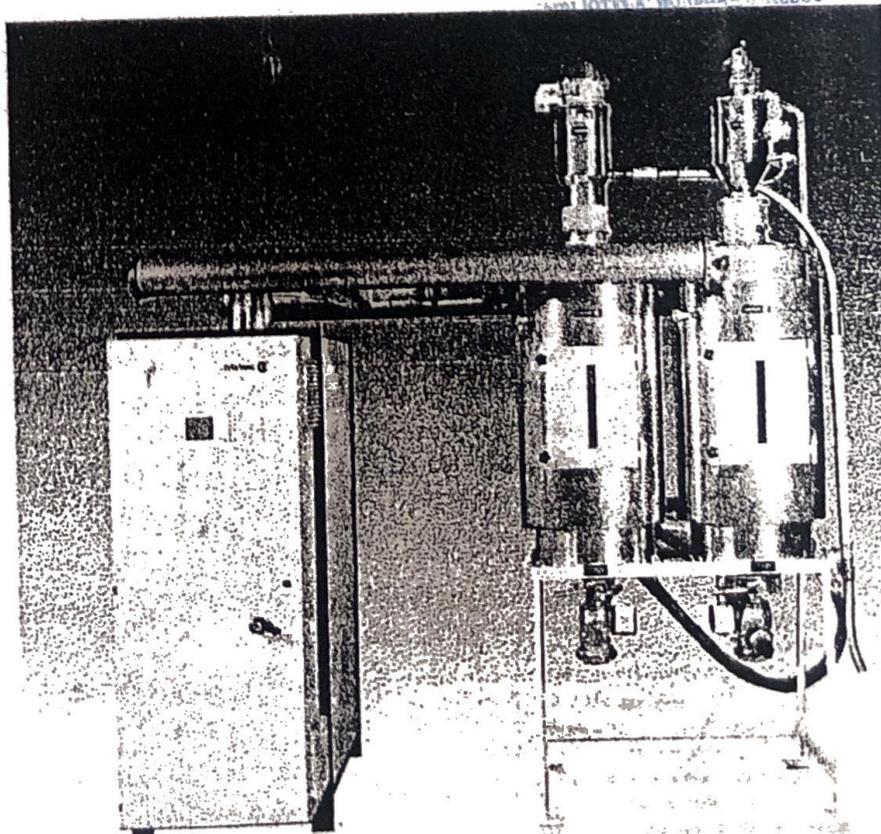
Con una instalación de secado **centralizada** todas las máquinas de elaboración pueden proveerse del material secado.

Los materiales principales están asignados concretamente a determinadas tolvas de secado y se preparan en conexión con un transportador centralizado Colortronic en la máquina que se desee. Por supuesto que si se desea, también esto puede realizarse, utilizando aire transportador secado y calentado.

Para materiales normalmente menos utilizados se emplean tolvas de secado independientes que puntualmente antes del cambio de material se vacían, se limpian y se cargan con el nuevo material. Con esto se evita pérdida de tiempo entre cambios de puesta de marcha.



POLITECNICA DEL LITORAL
GONZALO ZERVELLOS



tema seco

Los secadores de aire seco Colortronic trabajan continuamente, es decir, siempre hay aire seco a disposición. Ello se logra gracias a un sistema de múltiples cámaras que se van integrando de a una o en grupo al ciclo de secado y mientras una trabaja; la otra, se regenera.

El aire seco se transporta en el ciclo con una temperatura de punto de rocío promedio de -40°C ; el secador y la tolva de secado conforman una sola unidad.

La humedad del material absorbida por el aire seco, es adsorbida por un secante (tamiz por acción molecular) a las cámaras de secado.

Sólo cuando la temperatura del punto de rocío alcanza el límite de conmutación preseleccionado, se conmuta a la cámara recién regenerada y enfriada. Inmediatamente después, la cámara de secado

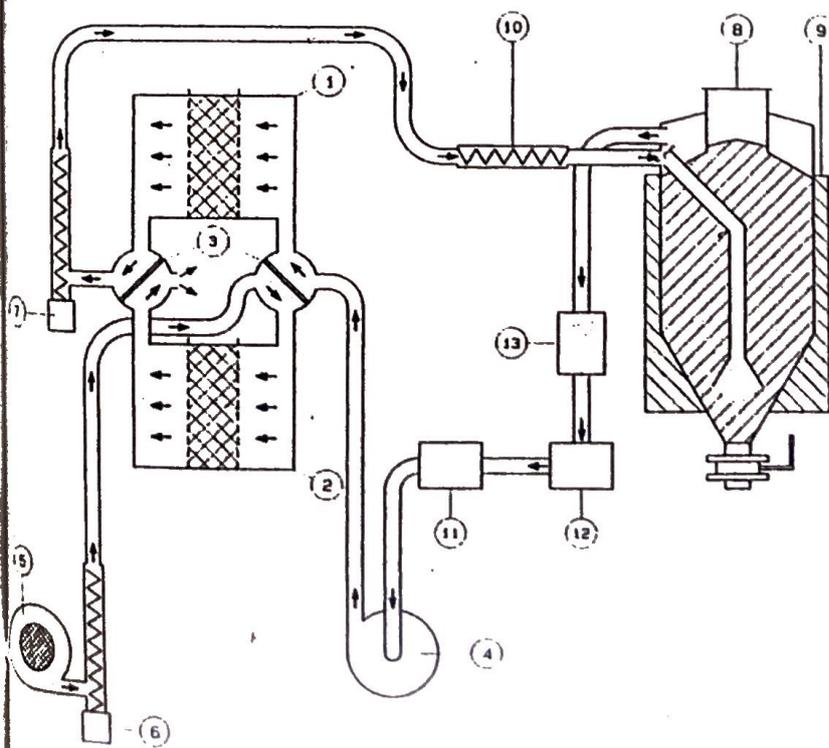
cargada con agua se regenera para ahorrar energía, se enfría para aumentar la productividad y se espera hasta el próximo ciclo.

Para ahorrar energía se supervisa el ciclo de regeneración, lo que garantiza, en contraposición a otros sistemas tradicionales, que las cámaras de secado no se regeneren por más tiempo del necesario.

La conmutación de regeneración dependiente del punto de rocío, con punto de conmutación ajustable, garantiza una calidad máxima de secado con un mínimo consumo de energía.

Ventajas Colortronic

- Válvulas de conmutación de aire, exentas de mantenimiento
- Conmutación de regeneración dependiente del punto de rocío regulable
- Limitador de temperatura de seguridad en todas las calefacciones
- Calefacciones de acero fino
- Máxima calidad de secado con un consumo de energía muy reducido
- Fácil manejo
- Cañerías rígidas en todas las conducciones de aire



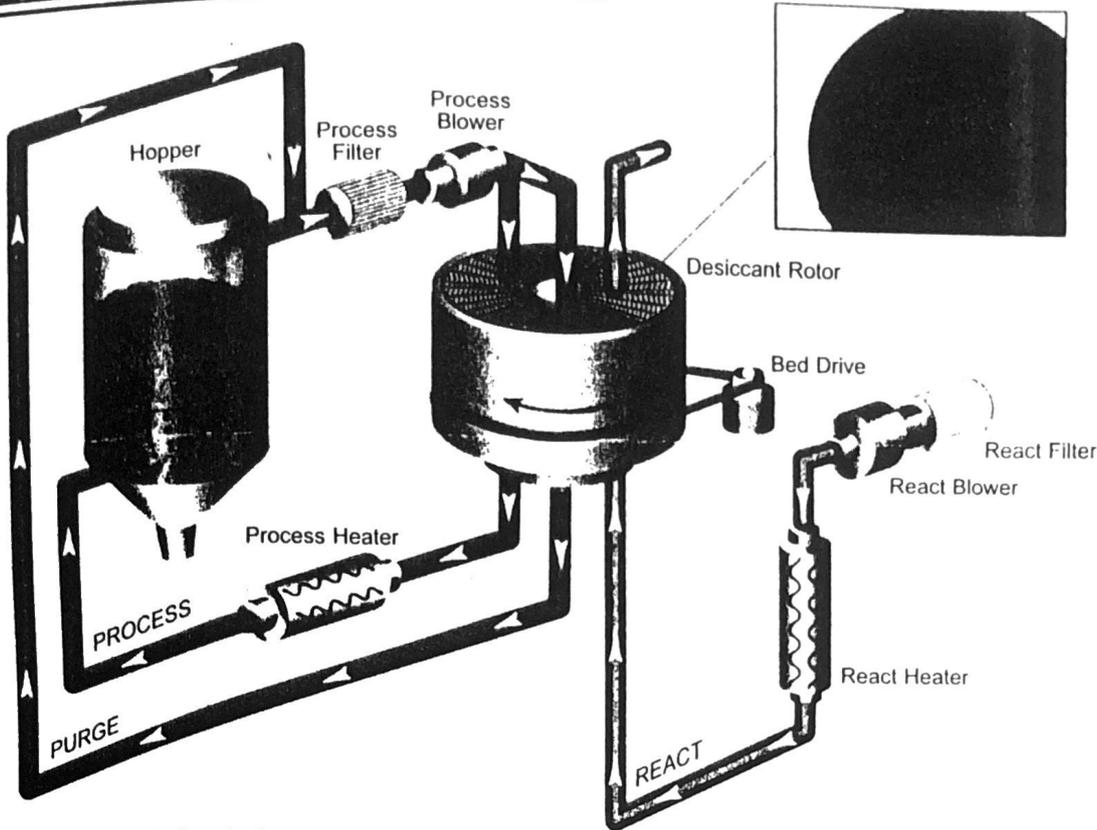
Leyenda

- 1 cámara de secado 1
- 2 cámara de secado 2
- 3 válvula de conmutación de aire
- 4 soplador de secado
- 5 soplador para regeneración
- 6 calefacción para regeneración
- 7 calefacción para secado
- 8 tolva de secado
- 9 aislación
- 10 calefacción adicional
- 11 refrigerador de aire de retorno
- 12 filtro de aire de retorno
- 13 separador del agua condensada

CLOSED LOOP DESICCANT DRYERS

FEATURING THE LATEST HONEYCOMB DESICCANT ROTOR TECHNOLOGY

Closed Loop Operating Air Flow



Design and Operating Principles:

The *EZ-Dry*™ Series of desiccant dryers incorporates desiccant rotor technology.

Moisture-laden air enters through the process filter, then moves through the desiccant media. The desiccant absorbs the water vapor and the dehumidified air is then delivered through the process outlet directly into the drying hopper.

Then, as the desiccant media rotates into the reactivation air stream, the hot air entering through the reactivation inlet drives off the moisture and exhausts it into the atmosphere. After reactivation, the hot, dry desiccant rotates back into the process air stream where a small portion of the process air cools the desiccant so that it can begin the absorption process all over again.

Drying Rates*

RZ Type	Drying Temp. (°F)	Drying Time Time (Hrs)	EZ-60 (Lbs/Hr)	EZ-100 (Lbs/Hr)	EZ-150 (Lbs/Hr)	EZ-200 (Lbs/Hr)	EZ-300 (Lbs/Hr)
ABS	180 - 200	2 - 3	60	100	150	200	300
Acrylic	170 - 190	2 - 3	60	100	150	200	300
Barex	160	6	60	100	150	200	300
Noryl	175	2 - 3	46	80	120	160	240
Nylon 6/6	160 - 190	4 - 5	48	90	135	180	270
Polycarbonate	250	3 - 4	48	90	135	180	270
PET	325 - 375	3 - 4	40	75	113	150	216
Polysulfone	250 - 275	4 - 5	46	80	120	160	240
Polyurethane	180 - 200	3 - 4	60	110	160	225	330
SAN	180	2 - 3	60	110	160	225	330

*Times and temperatures are general guidelines. Information on specific resins should be obtained from resin suppliers. Maximum drying temperature is 400°F.

PLASTIC PROCESS EQUIPMENT, INC. www.ppe.com • e-mail: sales@ppe.com
 8303 CORPORATE PARK DRIVE, MACEDONIA (Cleveland), OHIO 44056, U.S.A. Toll Free: USA & Canada
 216-367-7000 • Toll Free: 800-321-0562 • Fax: 216-367-7022 • Order Fax: 800-223-8305 **800-362-0706**
PPE WEST 3615 Walnut Avenue, Chino, California 91710, U.S.A. **PPE SOUTH** 5402-D Pioneer Park Blvd., Tampa, Florida 33634, U.S.A.
 909-627-8511 • 800-258-8877 • Fax: 909-627-8101 813-886-6015 • 800-282-6783 • Fax: 813-886-0960

CLOSED LOOP DESICCANT DRYERS

FEATURING THE LATEST HONEYCOMB DESICCANT ROTOR TECHNOLOGY

SAVE 10% + NET 60 DAYS

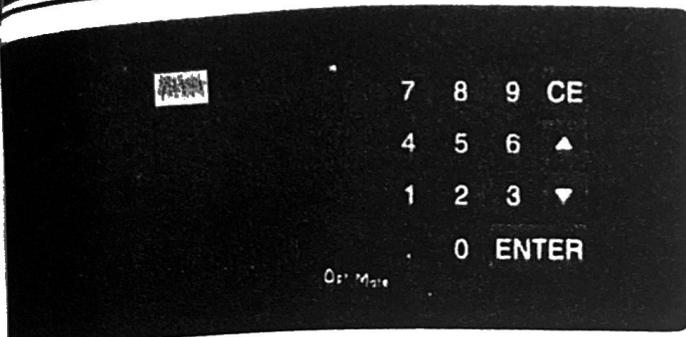
Prices for Desiccant Rotor Based Resin Dryers: EZ-Dry™ Series

MODEL NO.	PRICE*	SPECIAL SALE PRICES*	LBS. PER HOUR	PROCESS CFM	OUTLET INLET SIZE	VOLTAGE**	AMPS	DIMENSIONS		
								LENGTH	WIDTH	HEIGHT
EZ-60220	\$5,199.00	\$4,679.00	60	35	2"	220/60/1	26	30"	25"	55"
EZ-100230	\$7,881.00	\$6,462.00	100	59	3"	230/60/3	32	42-1/2"	34-1/2"	61"
EZ-100460						460/60/3	20			
EZ-150230	\$7,952.00	\$7,066.00	150	88	4"	230/60/3	44	42-1/2"	34-1/2"	61"
EZ-150460						460/60/3	22			
EZ-200230	\$8,863.00	\$7,976.00	200	118	4"	230/60/3	55	42-1/2"	34-1/2"	61"
EZ-200460						460/60/3	30			
EZ-300230	\$9,844.00	\$8,859.00	300	177	4"	230/60/3	77	45-1/2"	35-1/2"	67"
EZ-300460						460/60/3	41			

Prices include standard control and Return Air Cooling Coil.

** Special voltages available upon request.

Smart-Dry™ Controller



The **Smart-Dry™** controller was developed for use on all models of desiccant dryers with the sole intent of making the units easier to operate. The system enables the operator to quickly set the production criteria, such as a specific dew point and the controller controls the rest.

Available as an optional component, the **Smart-Dry™** microprocessor-based diagnostic controller gives added performance values and control features needed in certain drying applications. The controller package includes a 7-day timer, dew point setting capabilities, process and regeneration temperature control, return air temperature indication, and various alarm functions affecting the drying process. All monitoring can be done either at the dryer or by remote via the RS-485 serial port. If your application only requires a -5°F dew point and not -40°F, simply set controller to your needs. This allows dryer to consume less energy operating at a lower cost to you.

Smart-Dry™ Microprocessor-Based Diagnostic Controller.

Smart-Dry™ Key Features:

- True dew point settings and delivery.
- User-friendly operation.
- LCD display with continuous scroll parameters for dew point, process and react temperature in & out.
- No codes or multi-level menus.
- Seven-day timer for increased control.
- Process and regeneration temperature control.
- Return air temperature indication.
- Remote monitoring via RS-485 serial port.
- Audible and visual alarms:
 - Process outlet temperature.
 - Process inlet temperature.
 - Process dirty filter.
 - Reactivation dirty filter.
 - Bed rotation alarm.
 - Thermocouple fault detection.
 - Dew point sensor fault.
 - High dew point alarm.

For **Smart-Dry™** Microprocessor Control add **MPC** to Model Number

Price \$1,500.00

PLASTIC PROCESS EQUIPMENT, INC. www.ppe.com • e-mail. sales@ppe.com
 8303 CORPORATE PARK DRIVE, MACEDONIA (Cleveland), OHIO 44056, U.S.A.
 216-367-7000 • Toll Free: 800-321-0562 • Fax: 216-367-7022 • Order Fax: 800-223-8305
Toll Free: USA & Canada 800-362-0706
PPE WEST 3615 Walnut Avenue, Chino, California 91710, U.S.A. 909-627-8511 • 800-258-8877 • Fax: 909-627-8101
PPE SOUTH 5402-D Pioneer Park Blvd., Tampa, Florida 33634, U.S.A. 813-886-6015 • 800-282-6783 • Fax: 813-886-0960

CLOSED LOOP DESICCANT DRYERS

FEATURING THE LATEST HONEYCOMB DESICCANT ROTOR TECHNOLOGY

EZ-Dry™ Beside the Press Drying Series

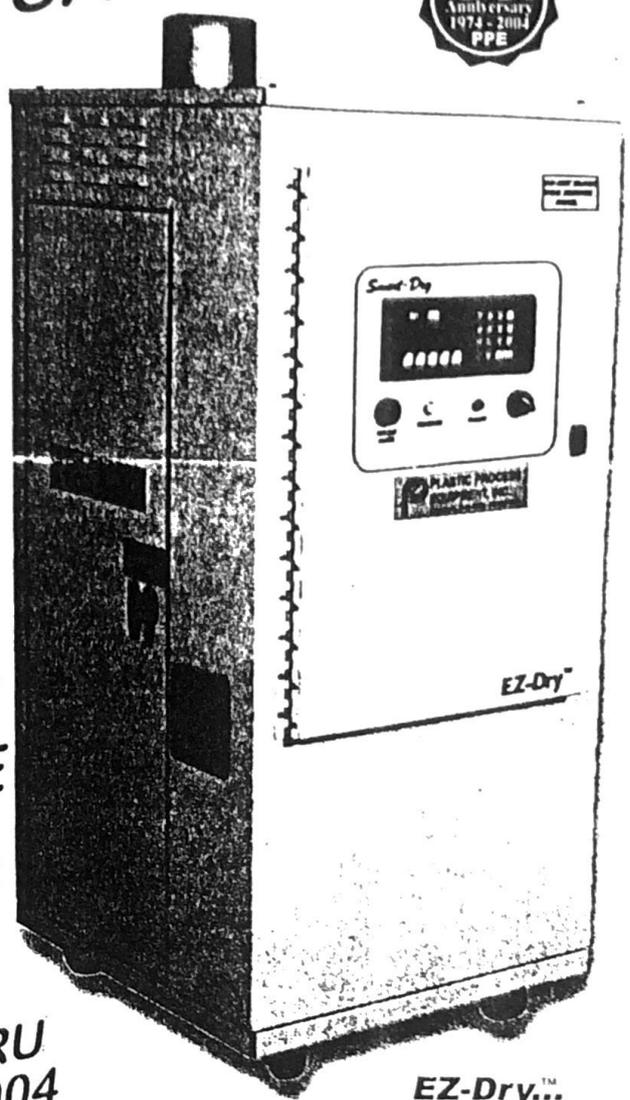
SAVE 10%



At PPE, we believe resin drying should be easy and totally effective! WE GUARANTEE IT!

That's why we developed the EZ-Dry™ Beside the Press Drying Series - a revolutionary new plastic resin dryer capable of processing up to 300 lbs/hr of most materials without the hassles found in other resin dryers.

The EZ-Dry™ simplifies your drying process through faster machine start-ups, easy operator controls and a design that allows for quick maintenance - features that save you time and money. This desiccant rotor-based drying system is designed for low cost operation, enhanced energy efficiency and long-term reliability. No more peaks and valleys on your drying dewpoint settings, just continuous dry air and we back our units with an industry-leading 5-year warranty. Our advanced desiccant rotor should last up to 5 years under normal conditions.



EZ-Dry™ Features

ANNIVERSARY SPECIAL SALE + NET 60 DAYS

Standard Features:

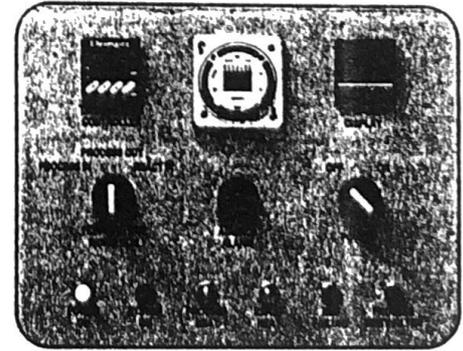
- Five-year warranty.
- Easy-to-use operator controls.
- Digital dewpoint display for accurate drying performance.
- 7-day timer for increased control.
- Bed rotation alarm and dirty filter alarm.
- Process temperature alarms.
- Return air cooling coil included.
- Circuit breakers eliminate the need for fuses.
- Two 12 ft. hoses with clamps included:
1 Silicone (supply air) and 1 Neoprene (return air).
- Remote thermocouple ports.
- Maximum drying efficiency at minimal operating cost.
- Easy access panels for maintenance - no tools required.
- Durable powder coat finish.

MAY 17 THRU JULY 16, 2004

EZ-Dry™ World Class Resin Drying Solution.

Optional Features:

- Smart-Dry™ microprocessor controller with true dew point delivery system settings.
- Common stand mount to integrate hopper and loader.
- Custom-engineered systems available.



Easy-to-use Standard Control Features; Digital Temperature Controller, 7-Day Timer, Digital Dewpoint Display, etc.

PLASTIC PROCESS EQUIPMENT, INC.

8303 CORPORATE PARK DRIVE, MACEDONIA (Cleveland), OHIO 44056, U.S.A.
216-367-7000 • Toll Free: 800-321-0562 • Fax: 216-367-7022 • Order Fax: 800-223-8305

www.ppe.com • e-mail: sales@ppe.com

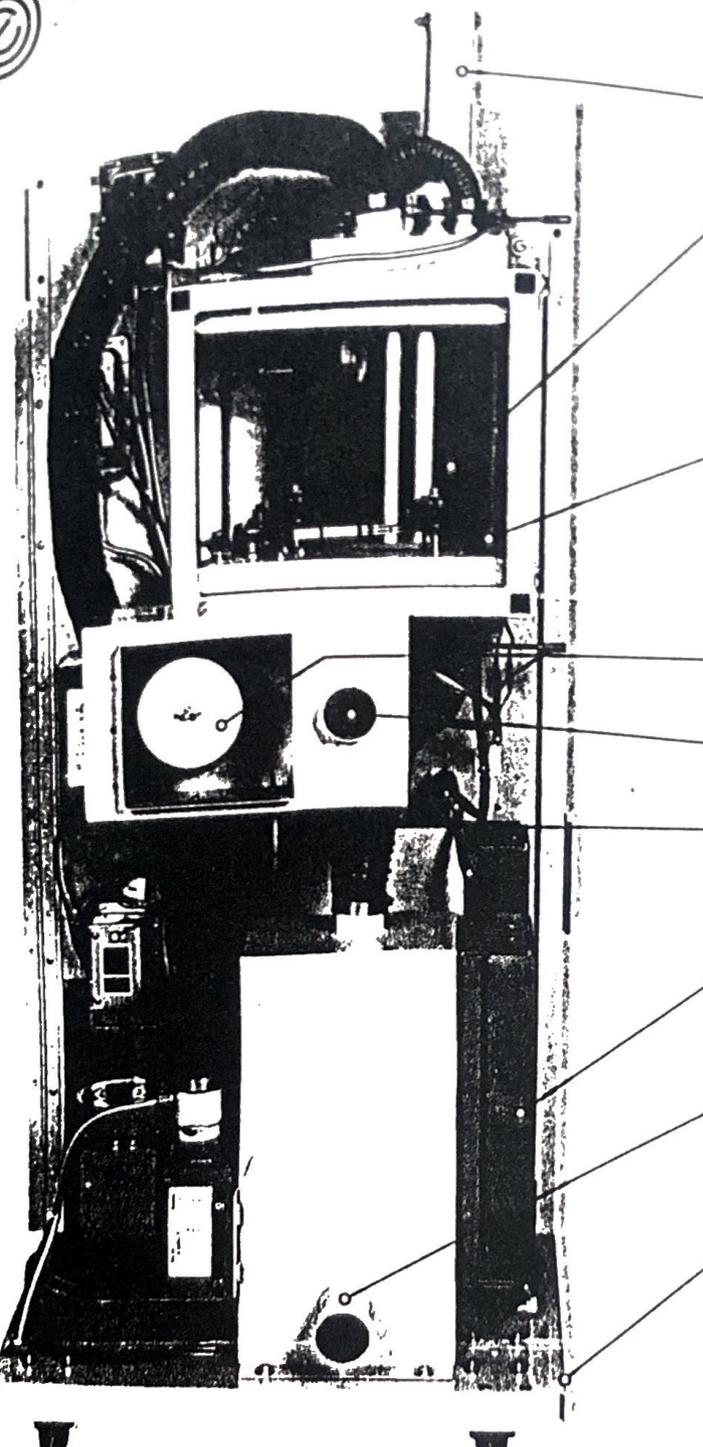
Toll Free: USA & Canada 800-362-0706

PPE WEST 3615 Walnut Avenue, Chino, California 91710, U.S.A. 909-627-8511 • 800-258-8877 • Fax: 909-627-8101

PPE SOUTH 5402-D Pioneer Park Blvd., Tampa, Florida 33634, U.S.A. 813-886-6015 • 800-282-6783 • Fax: 813-886-0960

RELIABLE - AFFORDABLE - CONTINUOUS DRY AIR

EZ-DRY™ =
CURRENT STATE OF THE ART DRYING



React exhaust.
(Heat shield included, not shown.)

Stainless steel banded honeycomb desiccant rotor canister. **No beads to change ever!**

Teflon® coated silicone gaskets for extended seal life.

Return air filter
(No tools required for routine maintenance.)

Closed loop return supplied with return air cooling coil as standard.

Off-the-shelf maintenance components (if needed).

Complete and easy access to machine components.

Outlet to material hopper.

Small machine footprint.



With five standard sizes, it's easy to accurately match *EZ-Dry™* to your specific drying requirements.

With EZ-Dry™ you will get:

- Delivery: Stock to four-week maximum.
- The latest desiccant matrix drying technology.
- Five standard sizes from 60 - 300 lbs/hr.
- Easy-to-use operation and maintenance.
- Higher performance in a smaller machine footprint.
- Lower cost of operation.
- Delivers precise and consistent, -40° dew point air and process temperatures.
- Easier maintenance.
- Technical support.
- A machine built to last.

PLASTIC PROCESS EQUIPMENT, INC. www.ppe.com • e-mail: sales@ppe.com
8303 CORPORATE PARK DRIVE, MACEDONIA (Cleveland), OHIO 44056, U.S.A.
216-367-7000 • Toll Free: 800-321-0562 • Fax: 216-367-7022 • Order Fax: 800-223-8305

Toll Free: USA & Canada
800-362-0706

PPE WEST 3615 Walnut Avenue, Chino, California 91710, U.S.A. 909-627-8511 • 800-258-8877 • Fax: 909-627-8101

PPE SOUTH 5402-D Pioneer Park Blvd., Tampa, Florida 33634, U.S.A. 813-886-6015 • 800-282-6783 • Fax: 813-886-0960

BIBLIOGRAFÍA

1. HARTMANN EDGARD H., P.E., Succesfully installing TPM in a Non Japanese Plant.
2. SCHONBERGER RICHARD J, Manufactura de categoría mundial, Colombia. Editorial Norma S.A. Tercera Edición, 1997.
3. WHEAT BARBARA, CHECK MILLS, MIKE CARNELL, Seis Sigma. Bogotá Colombia. Editorial Norma. Segunda Edición en español. 1993.
4. DRUCKER P.F. – ECCLES R.G.- NESS J.A. – CUCUZZA T.G., R. SIMONS – A. DAVILA – MEYER C. – KAPLAN R.S. – NORTON D.P; “Como medir el rendimiento de la empresa”; Editorial Deusto, Barcelona, Segunda Edición en español.

3. WHEAT BARBARA, CHECK MILLS, MIKE CARNELL, Seis Sigma. Bogotá Colombia. Editorial Norma. Segunda Edición en español. 1993.

4. DRUCKER P.F. – ECCLES R.G.- NESS J.A. – CUCUZZA T.G., R. SIMONS – A. DAVILA – MEYER C. – KAPLAN R.S. – NORTON D.P; “Como medir el rendimiento de la empresa”; Editorial Deusto, Barcelona, Segunda Edición en español.