

CENTRO COLOMBO ALEMAN **CA-ASTIN**

SERVICIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN TECNOLÓGICA EDICIÓN No. 57-1998 ISSN 0122-056X

COEXTRUSIÓN DE PERFILES

**PROYECTO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL - CADENA
PRODUCTIVA PARA LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS
PLÁSTICOS**

TARIFA POSTAL REDUCIDA No. 1568



Valle

INFORMADOR TÉCNICO

Edición 57 - 1 998

ISSN: 0122-056X

JUAN CARLOS PÉREZ BUITRAGO
Director Regional

MARIANO ANTONIO BENAVIDES CUÉLLAR
Jefe CDT - ASTIN

EDITOR
GERMÁN CIFUENTES CEBALLOS
Técnico Especialista en Información
y Divulgación Tecnológica

COLABORADORES
WALBER ALBERTO MUÑOZ C.
ILSE KÖNIG DE LAVERDE
ALEXANDRA C. KOLB KLOETZNER
EDWIN PEREA RAYO

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
WALBER ALBERTO MUÑOZ C.
GERMÁN CIFUENTES C.

IMPRESIÓN
Publicaciones SENA - Cali
El INFORMADOR TÉCNICO es una publicación
del Centro de Desarrollo Tecnológico de
Asistencia Técnica a la Industria CDT-ASTIN,
dirigida a las empresas del subsector de
plásticos y afines para su actualización
tecnológica.

Dirección: Calle 52 No. 2Bis-15
Tels.: (92) 446 7182 - 447 6164 - 447 1075
Fax: (92) 447 6166 - 446 7170
Apartado Aéreo 8053 Cali - Colombia
E-mail: senastin@cali.cetcol.net.co
senastin@colnet.com.co
http://www.sena-astin.edu.co

Tarifa Postal Reducida 1568 según Resolución
0150 del 26 de febrero de 1997 de Adpostal -
Ministerio de Comunicaciones.

CONTENIDO

Recubrimiento duro BALINIT en útiles de conformado Por: Balzers - Elay S.A., Barcelona, España	2
Proyecto regional de saneamiento ambiental y apoyo a la competitividad, la innovación y el desarrollo tecnológico de la cadena productiva para la reutilización de desechos plásticos 1998-2008 Por: Mariano Antonio Benavides Jesus A. García Oscar Gamboa CDT - ASTIN	9
Herramienta cortadoras de engranejes Por: Balzers - Elay S.A., Barcelona, España	18
Efectos de la aplicación y del tipo de fluido para rectificado sobre el rendimiento de una rueda CBN Por: Alan C. Carius GE Superabrasives Worthington, Ohio	21
La coextrusión de perfiles Por: Thomas Ide Werkzeug - und Maschinenbau, Alemania	31
Fallas en la elaboración de película Por: Peter Pleßke BASF - Alemania	38
Metodologías y herramientas para la mejora continua y la resolución de problemas	50
Revistas técnicas para la industria	56



RECUBRIMIENTO DURO BALINIT EN ÚTILES DE CONFORMADO

Por: Balzers - Elay S.A.
Barcelona, España

© Reproducido con autorización expresa del editor

Los modernos procesos de conformado, permiten la producción de piezas de alta precisión. Sin embargo, modificaciones dimensionales en las herramientas producidas por el desgaste tienen un efecto directo en la calidad de la pieza fabricada. Los costes de fabricación se elevan drásticamente cuando las herramientas/troqueles fallan prematuramente debido a roturas o desgaste.



Fig. 1 Herramientas de conformado en frío recubiertas para la producción de casquillos dentados

La tendencia a fabricar piezas aún de mayor precisión en series de fabricación más cortas, con mayor rapidez y más económicamente, aumentan también las exigencias en las herramientas de conformado. El recubrimiento duro BALINIT, aumenta la precisión de trabajo y la fiabilidad en el proceso.

Medidas contra la rotura y el desgaste

Las herramientas son el factor económico decisivo en la técnica de conformado. Las paradas de producción ocasionadas por fallo de las herramientas, las necesarias herramientas de repuesto y las variaciones de medida debidas al desgaste, producen un incremento de los costes.

Las medidas habituales contra estos efectos son: rediseñar el componente y cambiar la secuencia de la operación para hacerla más adecuada a los procesos de conformado, pretratar las piezas y optimizar el diseño y la producción de las herramientas. De lo último resultan a veces exigencias contradictorias, como son la alta dureza para el aumento de la resistencia al desgaste y más tenacidad para disminuir el riesgo de rotura.

Debido a que las exigencias en cuanto a la precisión de trabajo y economía de las herramientas de conformado van en aumento, a menudo no son suficientes las medidas habituales. Los avances decisivos se consiguen sólo después del tratamiento de las superficies de los elementos activos como matrices, punzones, etc.

Los procesos usuales para el tratamiento de superficies en las herramientas de conformado son: nitruración, boruración, vanadización y recubrimiento de cromo duro.

Estos tratamientos, no obstante, no son siempre satisfactorios. La dureza o resistencia a la abrasión puede ser demasiado baja o la capa susceptible a microgrietas, con mala adherencia o tendencia a la rotura. Recubrimientos duros, como Nitruros de Titanio (TiN), Carbonitruro de Titanio (TiCN) y Carburo de Titanio (TiC), ganan cada vez más importancia. Estos recubrimientos se pueden aplicar por el proceso PVD (Physical Vapour Deposition) o CVD (Chemical Vapour Deposition).

Los recubrimientos por CVD se realizan, por regla general, a temperaturas entre 800 y 1.100°C. Debido a esto, la herramienta necesita un tratamiento térmico posterior con el consiguiente riesgo de deformaciones geométricas y dimensionales.

Estos recubrimientos tienen un espesor superior a 5µm, estructura de grano grueso y una rugosidad superior a los recubrimientos PVD. Este hecho, impone a los recubrimientos por CVD, ciertos límites en la práctica.

Tratamiento de superficie	Costes de fabricación incluido tratamiento térmico (factor)	Aumento de duración (*) (factor)
Sin tratamiento	1,00	1,00
Nitrurado en gas	1,02	4,5
Nitrurado en plasma (~25 µm)	1,06	0,75
Nitrocarburo en gas (3 h)	1,08	1,05 - 4,5
Buroración (20 - 30 µm)	1,35	no determinado
Vanadizado (4 h)	1,35 - 1,75	no determinado
Recubierto PVD (3 - µm TiN)	1,35 - 1,75	32
Recubierto CVD (~8 µm TiC)	2,65	no determinado

Tabla1 Comparación económica de diversos procedimientos para el tratamiento de superficies (Extracto)

*La duración se determinó bajo las siguientes condiciones de trabajo: Proceso de extrusión inverso.

Útil: DIN 1.7147/AISI 5120

Lubricante: Bonderlube 236

Fuente: Westheide/Universidad de Stuttgart.



Fig.2 Los costes de producción y vida de la herramienta de la tabla1 corresponden a este punzón de conformado

Recubrimiento duro BALINIT

Los recubrimientos duros PVD se aplican por evaporación en vacío a temperaturas máximas de 500 °C. Esto posibilita el recubrimiento de muchas herramientas de uso normal sin pérdida de dureza ni deformación térmica. Ejemplos:

Aceros para trabajo en frío

DIN 1.2379/AISI D2

DIN 1.2380

DIN 1.2601

Aceros para trabajos en caliente

DIN 1.2343/AISI H11

DIN 1.2344/AISI H13 DIN 1.2706

Aceros rápidos

DIN 1.3207/AISI M48

DIN 1.3343/AISI M2

DIN 1.3344/AISI M3 class 2

Aceros pulvimetalúrgicos

Son recubribles todos los aceros pulvimetalúrgicos que tengan un revenido superior a 500 °C.

Metales duros

Son recubribles todos los metales duros.

BALINIT es un recubrimiento PVD y se deposita por el método de plaquado iónico ("Ion Plating"). Esto no sólo garantiza una buena adherencia de la capa de hasta 4µm de espesor, sino también una estructura de grano fino. En comparación con otros tratamientos de superficies, el recubrimiento PVD ofrece también una relación favorable de costes/resultado. (Tabla 1, figura 2).

El rendimiento de las herramientas de conformado está determinado principalmente por las características de su superficie de trabajo. El recubrimiento BALINIT de unas

pocas micras de espesor mejora notablemente el rendimiento de las herramientas.

Mayor vida útil debido a la alta dureza

Las capas BALINIT son más duras que el metal duro. El BALINIT A (TiN) amarillo dorado, tiene una dureza de 2.300 HVy el BALINIT B (TiCN) gris azulado tiene una dureza de 3.000 HV. Esta alta dureza protege las herramientas con efectividad contra el desgaste abrasivo. Por ello, se aumenta la duración hasta 20 veces y se evitan las modificaciones de medida de las superficies funcionales de las herramientas. Esto influye directamente en una mejora de la precisión de trabajo y una reducción de los costes de las herramientas.

Menor desgaste por una menor fricción

Las superficies de BALINIT no sólo son duras. También tienen un menor coeficiente de rozamiento y menor tendencia a la adhesión con el material a conformar. Estas propiedades reducen el desgaste

adhesivo motivado por el roce y retardan el deterioro superficial (grietas). El resultado de ello es una duración mucho mayor (Fig.3).

El recubrimiento BALINIT B es especialmente rentable en herramientas para el conformado de metales no ferrosos y aceros muy duros.

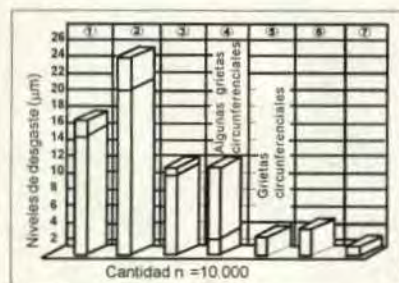


Fig. 3 Niveles de desgaste de punzones con diferentes tratamientos en extrusión inversa

Punzón: DIN 1.3343/AISI M2
Pieza elaborada: DIN 1.7147/
AISI 5120
Lubricante: Bonderlube 236

1. Sin tratamiento
2. Nitrurado en plasma (30 min)
3. Implantación iónica (10^{18} N⁺/cm² 150 keV)
4. Nitrocarburation a gas (60 min)
5. Nitruración en gas (40 h)
6. Vanadizado (4 h)
7. Recubrimiento PVD (5 µm TiN)

Fuente: Westheide / Universidad de Stuttgart

Con lubricantes se influye en el proceso de rozamiento entre la herramienta y pieza a fabricar. Debido al calor de fricción originado por la alta presión de superficie, puede empeorarse la efectividad de la lubricación. El recubrimiento BALINIT, separa la herramienta y pieza a fabricar con seguridad y garantiza relaciones de fricción definidas.

Menos roturas de herramientas

Las fuerzas de compresión y cizalladura que actúan durante el conformado, precisan de aceros de herramienta con alta tenacidad. El recubrimiento BALINIT, posibilita la combinación de propiedades y por tanto reduce el riesgo de roturas de herramienta. El tratamiento térmico del acero, puede orientarse a una tenacidad óptima y la resistencia al desgaste de la superficie de la herramienta se asegura por el recubrimiento BALINIT, que es de muy alta dureza.

Más fácil expulsión, menos rayas en la limpieza elaborada

El desgaste de herramienta causado por soldaduras en frío, ocasiona una rápida formación de rayas sobre la pieza a elaborar. El recubrimiento BALINIT, evita estos efectos (figura 4). Esto, significa no sólo, una mejora de la calidad de las piezas fabricadas y menos rechazos, sino menos necesidad de repulido y mantenimiento. Los usuarios informan, en relación a las herramientas recubiertas, de una mejor y más segura expulsión de la pieza elaborada. Por tanto, BALINIT contribuye a una producción con menos paradas.

Mejora de las características del conformado

La alta resistencia al desgaste y las buenas características antifricción del recubrimiento BALINIT, resultan ventajosas en el conformado. Las piezas a elaborar, pueden ser realizadas con una mayor precisión de medidas. Por ello las piezas resultan, de acuerdo con las exigencias en cada caso, piezas elaboradas listas para el montaje o piezas elaboradas que precisan menor mecanizado.

Hay varias aplicaciones de conformado en frío que eran imposibles antes del recubrimiento BALINIT. Para otras el recubrimiento ha permitido reducir el número de pasos de conformado.

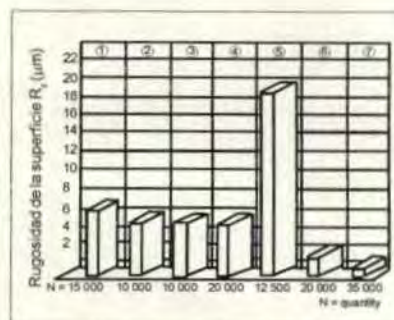


Fig. 4 Rugosidad superficial en punzones de extrusión inversa con diferentes tratamientos

Punzón: DIN 1.3343/AISI M2
Pieza elaborada: DIN 1.7147/
AISI 5120
Lubricante: Bonderlube 236

1. Sin tratamiento
2. Nitrurado en plasma (30 min)
3. Implantación iónica (10^{18} N⁺/cm², 150 keV)
4. Nitrocarburation a gas (60 min)
5. Nitruración en gas (40 h)
6. Vanadizado (4 h)
7. Recubrimiento PVD (5 µm TiN)

Fuente: Westheide / Universidad de Stuttgart

Qué es lo que hay que tener en cuenta?

El rendimiento de las herramientas de conformado recubiertas depende del diseño, elección de material y tratamiento térmico, fabricación y acabado final de la herramienta. Sobre estos criterios, la empresa de recubrimiento, no tiene muchas veces influencia alguna. Las soluciones, sólo se pueden alcanzar en estrecha colaboración entre el utilizador y la empresa de recubrimiento.

En la **electroerosión** se origina la

"capa blanca" y una zona de dureza alterada. La "capa blanca" puede tener un grosor de hasta 30 μm , es como escoria y tiene una mala adherencia al material base. La capa retemplada tiene una dureza muy alta y tendencia a microgrietas, las cuales pueden ocasionar la rotura de la herramienta cuando las fuerzas de conformado son altas. Las medidas para solucionar este problema, son varias pasadas de acabado y la eliminación total de estas capas por rectificado y pulido.

Al **rectificar** se deberá tener en cuenta que, muelas abrasivas desafiladas y una inadecuada utilización del líquido de refrigeración, ocasionan capas de rectificado y modificaciones metalúrgicas entre los granos. Estas pueden ser la causa de formación de grietas, fallos de pulido y una insuficiente adherencia del recubrimiento.

La rugosidad de la superficie de la herramienta, tiene mucha influencia en su rendimiento, por tanto las superficies de trabajo de la mayoría de los elementos activos, se pulen. Al pulir se cuidará de eliminar las partículas de acero y no sólo de suavizar la aspereza. De lo contrario, se incrustan restos de pasta de pulido los cuales se gasifican durante el proceso de recubrimiento y con ello perjudican la superficie.

En los recubrimientos BALINIT es típico el aumento del valor de rugosidad R_a en 0.02 hasta 0.04 μm . Esto, no obstante, disminuye durante el trabajo de producción de la herramienta de conformado. Por regla general, no es pues necesario un pulido adicional de las superficies recubiertas. Por un control especial del proceso de recubrimiento, es posible reducir la

rugosidad al realizar el recubrimiento.

Por motivos físicos, no todas las formas huecas son apropiadas para el recubrimiento PVD. Un reparto uniforme del espesor del recubrimiento depende de la relación diámetro/profundidad.

DATOS TÉCNICOS DE LOS RECUBRIMIENTOS BALINIT		
	BALINIT A (TiN)	BALINIT B (TiCN)
Microdureza (HV 0.05)	2300	3000
Espesor de recubrimiento (μm)	1 - 4	1 - 4
Coefficiente de fricción contra acero (en seco)	0.4	0.4
Resistencia a la temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	600	400
Color	amarillo dorado	gris azulado

El recubrimiento BALINIT en la práctica

Las buenas características de fricción y la alta dureza del recubrimiento BALINIT, resultan positivas en el proceso de conformación y en el comportamiento de trabajo de las herramientas de conformado. Con el recubrimiento, se aumenta el grado de utilidad de los medios de producción que son de un alto coste y la calidad de la pieza elaborada.

El recubrimiento BALINIT mejora los costes en la técnica de conformado. Los ejemplos de conformado en frío que se citan a continuación, demuestran lo anterior. Debe tenerse en cuenta que los datos indicados, se refieren, en cada caso, a la aplicación citada.

Conformado en frío

Extrusión

La fabricación de este engranaje (figura 5) de DIN 1.71 31/AISI 5115 por extrusión directa no era posible hasta que la matriz fue recubierta con BALINIT A. Vida útil: 10,000 hasta 15,000 piezas.



Fig. 5 Engranaje fabricado en proceso de conformado en frío

Se consiguió multiplicar por 15 la vida útil de este punzón de extrusión inversa con el recubrimiento TiN (figura 6).

Se aumenta nueve veces la vida útil de las herramientas recubiertas con BALINIT A en la fabricación de remaches huecos de acero. Por lo contrario, con el cromo duro se alcanzó sólo un aumento por un factor de tres en la vida útil de la herramienta.

Para la fabricación de tubos de aluminio puro, se utilizan herramientas de prensar recubiertas de BALINIT B. El recubrimiento hizo que la duración de la herramienta se alargara de 10,000 a 100,000 tubos.

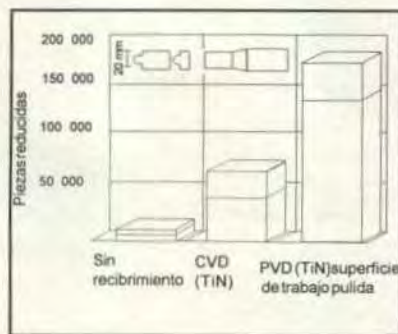


Fig. 6 Comparación de las duraciones de punzones de conformado en frío

Punzón: Acero rápido.

Pieza elaborada: DIN 1.4001 / AISI 410S
Fuentes: Daimler-Benz

Estirado/Embutición

Unos punzones combinados, de corte y conformado para perforar los orificios de llamas de automóvil de 4,7mm de grosor de chapa de acero DIN 1.0334, tuvieron una vida útil de 20,000 golpes. Con el recubrimiento de BALINIT A, son posibles 60,000 golpes.

Con el recubrimiento de BALINIT B se alcanza un nuevo aumento de hasta 140,000 golpes. Fuente: Veith, GmbH.

Se tenía que pulir de nuevo los punzones de embutición recubiertos con cromo duro para el conformado de latón después de elaborar de 40,000-80,000 piezas. En los punzones recubiertos con BALINIT B después de fabricar 5,000,000 de piezas no se aprecia aún desgaste. El ahorro de costes se estimó en 1,000 Marcos alemanes por punzón.

Con el recubrimiento BALINIT A es posible una elaboración más económica de chaveteros en los mangos de brocas por conformado en frío (figura 7). Los costes de producción fueron un 50% menores



Fig. 7 Punzones combinados de corte y conformado para perforar los orificios de llantas de acero de automóvil

con respecto a la misma operación de fresado.

Para estas herramientas de estampado se conocen las siguientes duraciones:

	Punzón	Matriz
Sin recubrimiento	35,000	200,000
BALINIT A	200,000	800,000
BALINIT B	300,000	1,600,000

Punzones y matrices: DIN 1.3343
AISI M2

Pieza elaborada: DIN 1.6582
AISI 4340

Recalcado

Troquel para un punzón de válvula (figura 8) de DIN 1.1141 (Ck15), no se podía utilizar sin recubrimiento.

Recubierto con BALINIT A, se alcanza una vida útil de aproximadamente 20,000 piezas. Resultados en la fabricación de tornillos (figura 9):



Fig. 8 Matriz para producción de seguidores de levas



Fig. 9 Punzones de conformado para la fabricación de tornillos con cabeza Philips

Punzón para tornillos de cabeza Philips:

Sin recubrimiento: 30,000 piezas
BALINIT B: 120,000 piezas

Punzón para tornillos de inoxidable con cabeza Philips:

BALINIT A: 10,000 piezas
BALINIT B: 25,000 piezas

Punzón para tornillos de cabeza Philips:

Nitrurado: 80,000 piezas
BALINIT A: 250,000 piezas.

En estampado se fabrican articulaciones esféricas de acero inoxidable. Con recubrimiento BALINIT se pudo aumentar la vida útil 5 veces.

Hileras de calibrar recubiertas con BALINIT A alcanzan una vida útil 20 veces mayor.

En punzones de calibrar piezas sinterizadas, se alcanza con recubrimiento BALINIT A, una vida útil 10 veces mayor.

Conformado de chapa

Embutición profunda

Matrices de embutir recubiertas con BALINIT A para la fabricación de asientos de cojinetes, siguen trabajando después de realizar 500,000 piezas. Las matrices de embutir sin recubrimiento, tuvieron una vida útil de 6,000 piezas.

En relación a las matrices de embutición para la fabricación de quemadores (figura 10) de acero resistente al calor, se conocen las siguientes duraciones:



Fig. 10 Tres pasos del conformado de un tubo para un quemador de petróleo

Matriz de primer embutido recubierta con BALINIT A, 30,000 hasta 40,000 piezas. Estas matrices de AMPCO sin recubrimiento resistieron entre 5,000 y 10,000 piezas. Las matrices de acabado recubiertas, estaban aún en uso después de 30,000 piezas. Fuente: Örtli AG.

Con el recubrimiento BALINIT A en matrices de embutición de metal duro para chapa DIN 1.0335 (St24) la vida de la herramienta se aumenta 10 veces.

Con estos troqueles de embutición (figura 11), se fabrican bisagras

partiendo de banda de 2 mm de grosor. La vida útil era sin recubrimiento, entre 40,000 y 70,000 golpes. Irregularidades en el comportamiento de embutición influyeron en el proceso de elaboración. Se formaron rayas después de 40,000 golpes.

Estos troqueles de embutir recubiertos con BALINIT A, alcanzan vidas útiles de 200,000 hasta 300,000 golpes y ello, con un comportamiento regular de embutición. Las primeras rayas no se ven hasta después de 200,000 golpes.

Con la utilización del mismo troquel recubierto con BALINIT B, el resultado fue mejorado en un 50%. Fuente: Blum GmbH.

Con el recubrimiento BALINIT A se pueden fabricar amortiguadores en una operación de trabajo, en vez de en tres.

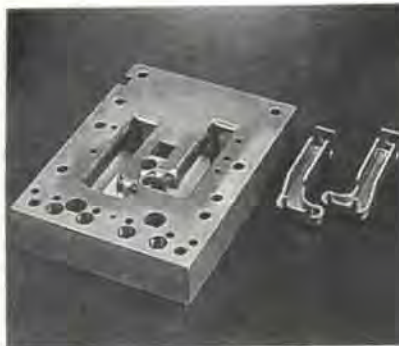


Fig. 11 Matriz de embutición para la fabricación de bisagras

Doblado

Matrices de doblado sin recubrimiento para la elaboración de chapas de aleación de CuNi, alcanzan una vida útil de 1.5 millones de piezas elaboradas. Las matrices con recubrimiento BALINIT A, están aún en uso después de 3 millones de piezas. Mordazas de

doblar recubiertas con BALINIT A para el procesado de alambre al cromo, aguantan 120,000 piezas. Las mordazas de doblar recubiertas con cromo duro, alcanzan una vida útil de 3,000 piezas.

La fabricación económica de una pieza de DIN 1.1141/AISI 1015 para cadenas de transmisión, fue sólo posible después de recubrir con BALINIT B el punzón de curvar.

Sin recubrimiento: 60 hasta 80 piezas/minuto.

Recubierto: 700 - 800 piezas/minuto aumentando al mismo tiempo la duración.

El recubrimiento BALINIT ofrece más beneficios

El recubrimiento BALINIT hace que las operaciones de conformado sean más económicas. Existen varias razones para ello:

La mayor duración de la herramienta reduce el coste de:

- Herramientas
- Mantenimiento
- Preparación y ajuste
- Mantenimiento de almacén de herramientas

La fiabilidad del proceso se mejora por:

- Mejor expulsión de las piezas elaboradas
- Menos paradas de máquina por fallos

Aumento de la precisión de trabajo por :

- Calidad de pieza elaborada mejorada
- Menos costos por rechazos y trabajos de reparación

Las características del conformado mejoradas permiten:

- Conformado en frío de piezas complicadas
- Reducción de los pasos de producción.

Desde 1978 estamos recubriendo con éxito las herramientas para el conformado en frío. Usted se puede beneficiar de las ventajas del recubrimiento BALINIT y nuestra experiencia.

Agradecimientos

A la firma Balzer - Elay S.A. de Barcelona, España, por la colaboración al Centro ASTIN, al permitirnos reproducir este documento, como contribución a la actualización tecnológica para el desarrollo de la industria Colombiana.

Los lectores interesados en obtener más información sobre recubrimientos BALINIT, pueden dirigirse a la siguiente dirección:

BALZERS-ELAY S.A. Delegación
Cataluña Carrer Central, Cantonada
C/Textil Poll Industrial La Ferreira
08110 Montcada I Reixach
Fax: (93) 5751954
Barcelona, ESPAÑA

También pueden consultar sobre este tema y de muchos otros existentes en el Servicio de Información y Documentación Tecnológica ASTIN, en la siguiente dirección:

Calle 52 2Bis-15
Apartado Aéreo: 8053
Tels: (92) 447 1075, 446 7182,
447 6164
Fax: (92) 4476166, 446 7170
E-mail: senastin@colnet.com.co
senastin@cali.cetcol.net.co
<http://www.sena-astin.edu.co>



PROGRAMACIÓN DE CURSOS PRIMER SEMESTRE 1998 EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO CDT-ASTIN

SEMINARIO	FECHA	INTENSIDAD	HORARIO	DOCENTE
Inyección	16 - 19 de junio,	20 horas	8-12 A.M	Javier Castillo
Extrusión de Película	23 - 26 de junio	20 horas	8-12 M.	Bolmer Vivas
Extrusión de Tubos y Perfiles	01 - 05 de junio	20 horas	4-8 P.M.	Edgar Pretel
Materiales Plásticos	01 - 05 de junio	20 horas	4-8 P.M.	Sandra Gutiérrez
Elementos Básicos en Mantenimiento de Máquinas y Equipos	16 - 26 de junio	40 horas	4-8 P.M.	Héctor Fabio García Gonzalo Gómez
Diseño de Herramientas y/o Productos	01 - 05 de junio	20 horas	4-8 P.M.	Alvaro Jaramillo
Afilado de Herramientas	08 - 12 de junio	20 horas	2-6 P.M.	Luis E. Gómez
Electroerosión por Penetración	15 - 19 de Junio	20 horas	2-6 P.M.	Jose Ramiro Rúa

Requisitos

- * Personal vinculado a empresas del sector del plástico y afines
- * Carta de la empresa solicitando el cupo

Mayor Información: Coordinación Proyectos, Promoción y Mercadeo CDT-ASTIN, SENA-Salómia
Teléfonos: 4467182 - 447 6164 - Fax: 4476166 Cali, Colombia

PROYECTO REGIONAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL Y APOYO A LA COMPETITIVIDAD, LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CADENA PRODUCTIVA PARA LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PLÁSTICOS 1.998 - 2.008

Por: Mariano Antonio Benavides
Jesus A. Garcia
Oscar Gamboa
CDT - ASTIN

ANTECEDENTES

A. El manejo de los residuos sólidos¹

La generación indiscriminada de residuos, y con especial incidencia en la población, por su proximidad a los vertederos en las zonas urbanas, comienza a ser un hecho de gran preocupación y rechazo en la comunidad. Es necesario entonces buscar nuevas tecnologías que permitan aprovechar, al menos en parte, los residuos que en la actualidad se arrojan, sin ninguna clase de tratamiento.

Los seres humanos, desde la sociedad primitiva, han empleado los recursos de la tierra para su supervivencia, sin que la evacuación de residuos haya planteado un problema significativo, pues la población era pequeña y el terreno disponible para la asimilación de estos residuos muy extenso.

Debemos suponer que la evacuación de los residuos comenzó a convertirse en problema en la medida en que los seres humanos se congregaron en tribus, aldeas y comunidades y la acumulación de los residuos pasó a ser una actividad cotidiana de la vida. Desde entonces arrojar las basuras ha sido la práctica más común para manejar los residuos sólidos. De ahí que, en el transcurso del tiempo, las ciudades, con su numerosa población, han aumentado enormemente sus desechos.

Todos sabemos que los animales transmisores de enfermedades, como ratas, moscas y zancudos, se reproducen rápidamente en vertederos no controlados y constituyen un constante riesgo para la salud de los vecinos cercanos. Además, la era moderna ha creado una nueva clase de desechos, los desechos industriales, en su gran mayoría no

biodegradables y altamente tóxicos. Arrojados contaminan aguas y aire, una experiencia que ha llevado a una nueva valoración del paisaje, del clima y de los recursos naturales.

El nivel actual de concientización que posee la sociedad sobre la ecología obliga a que los residuos sean gestados correctamente para conservar y proteger el medio ambiente. En consecuencia, se están exigiendo mayores y mejores reglamentaciones que controlen el impacto de los residuos sobre nuestro "hábitat". Otro aspecto importante se relaciona con el uso cuidadoso de las materias primas no renovables, especialmente en el campo de la generación de energía.

Existen actualmente los siguientes métodos para eliminar residuos sólidos: arrojarlos, quemarlos, reciclarlos (convertirlos en algo que pueda ser usado) o reducir al

¹ Residuos sólidos son aquellas materias primas generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el cual fueron producidas, bien sea por carencia de tecnología adecuada para su aprovechamiento, bien por la dificultad para comercializar productos recuperados, debido a su elevado costo, la inexistencia de mercados o el rechazo del producto obtenido.

máximo (desde el diseño de un producto) la generación de residuos.

B. El manejo de los desechos plásticos

Como método más apropiado para el tratamiento de los desechos plásticos, que en nuestros basureros no se descomponen ni tienen utilidad, nos interesa ante todo el reciclaje².

Reciclado mecánico

La finalidad del reciclado mecánico o físico es obtener productos, cuya calidad satisfaga las exigencias del mercado tradicional del plástico. Distinguimos entre desechos plásticos homogéneos y heterogéneos. El reciclado mecánico de plásticos homogéneos se puede dividir en las distintas familias de polímeros: **PE ; PET ; PVC :**

* El polietileno (PE) reciclado se emplea fundamentalmente en la fabricación de envases para detergentes, colocando una lámina de plástico reciclado entre dos capas de polímeros vírgenes, o mediante el moldeo por soplado, mezclando un porcentaje de PE reciclado al material virgen. Además se reciclan las bolsas de película soplada para fabricar bolsas negras de calidad inferior para la basura

* El polietilentereftalato (PET) reciclado se mezcla con PET virgen para producir recipientes, fibras de uso en tejidos no tejidos, tapicería para el mobiliario o relleno para la ropa de vestir y las prendas para el frío

* El policloruro de vinilo (PVC) reciclado es empleado ante todo como material de construcción, para la fabricación de tubería de agua/ desagüe y sistemas de alcantarillado, además de tubo rígido para la protección de líneas eléctricas y telefónicas

Los desechos plásticos heterogéneos permiten fabricar elementos decorativos como bancas, mesas, cercos, farolas, macetas y adoquines, que se necesitan en las ciudades y aldeas para la construcción de plazoletas y espacios públicos.

Reciclado energético

Los plásticos derivados de hidrocarburos tienen una excelente aplicación como combustible alternativo de gran pureza y alto poder calorífico.

La recuperación de energía y el reciclado físico se encuentran al mismo nivel con relación al tipo de utilización y oportunidades de mercado, con tres alternativas de uso :

- * Generación de energía eléctrica y/o térmica en hornos rotatorios equipados con sistemas intensivos de recuperación de energía
- * Sustitución de combustibles tradicionales (aceite, carbón o coque) en hornos para la producción de cemento
- * Producción de gas de síntesis, mediante la gasificación de materiales plásticos, para usarlo

como combustible en la generación de energía.

Reciclado químico

La finalidad del reciclado químico es obtener precursores de los materiales plásticos (polímeros de bajo peso molecular), monómeros (materiales brutos para la producción de nuevos plásticos, combustibles gaseosos y líquidos).

C. Impacto ambiental

El manejo inadecuado de los residuos sólidos acelera el deterioro estético no sólo de los centros urbanos sino también de las áreas rurales. Además, tiene efectos negativos en la salud de la población humana y animal, debido a la proliferación de enfermedades. Este problema se agudiza con la disposición inadecuada de residuos de diferentes orígenes.

Aguas superficiales

Los residuos sólidos que genera la industria de alimentos, generalmente contienen restos de materia orgánica que afectan gravemente los recursos hídricos superficiales como quebradas, lagunas y ríos, ya que sirven de alimento a microorganismos presentes en el agua que, para realizar su proceso metabólico, consumen el oxígeno del agua y liberan nutrientes tales como nitrógeno y fósforo. A su vez, estos nutrientes facilitan la proliferación de algas, que reducen la vida acuática y deterioran las riberas.

Las Corporaciones Regionales Autónomas han registrado que los municipios ribereños del río

² Reciclar significa separar o extraer materiales del flujo de desechos, acondicionarlos para su comercialización, emplearlos como materia prima en sustitución de materiales vírgenes para manufacturar nuevos productos y utilizar dichos productos hasta que vuelvan al flujo de los desechos y puedan ser reciclados nuevamente.

Tipos de recuperación y reciclado de materiales plásticos

RECICLADO MECÁNICO	RECICLADO ENERGÉTICO	RECICLADO QUÍMICO
PEHD reciclado	Co-combustión	Hidrólisis (sólo PET)
PET reciclado	Mono-combustión	Gasificación
PVC reciclado	Gasificación + combustión	Termólisis
	Incineración	Hidrogenación

Magdalena vierten todos los residuos sólidos a su cauce.

Aguas subterráneas

La disposición de gran cantidad de residuos sólidos en rellenos sanitarios, donde están expuestos a las aguas lluvias, crea una situación muy crítica, porque constantemente se disuelve materia sólida en los líquidos, la cual al disolverse forma parte de su cuerpo, filtrándose a través de los suelos a las aguas subterráneas.

En el relleno sanitario localizado en el corregimiento de Navarro se han constatado filtraciones desde el suelo del vertedero a las corrientes de aguas subterráneas que a su vez se conectan con el río Cauca. En Santafé de Bogotá se comprobó igualmente, que las aguas subterráneas que pasan por debajo de los dos vertederos más grandes de la ciudad, contienen muestras de plomo, cromo, mercurio y sustancias orgánicas; es decir, que estas aguas se encuentran severamente contaminadas.

Suelos

La gran mayoría de los basureros en Colombia se hallan a cielo abierto y sin ninguna clase de recubrimiento del fondo que aisle, en forma técnica y segura, el suelo de los residuos

sólidos y los lixiviados. El problema más grande quizás lo constituyen los vertederos clandestinos, cuyos efectos sobre la salud pública o el medio ambiente sólo se advierten, cuando están manifiestos.

Aire

Al quemar los residuos a cielo abierto, se contribuye a la contaminación del aire, generando partículas en suspensión, gases con alto grado de toxicidad y malos olores.

D. Programa para el manejo técnico de los residuos sólidos

Desde comienzos de la década de los 80, se ha tratado de organizar en la ciudad de Cali un programa de recolección de basuras y su adecuada disposición y clasificación en centros de acopio, sin embargo, no se ha hecho el esfuerzo suficiente para lograr la participación activa de la ciudadanía, iniciando la acción en las mismas fuentes donde se generan los desechos, como son los hogares, los establecimientos comerciales y la industria. Tampoco se ha pensado en el diseño de nuevos productos aprovechando el plástico reciclado. Actualmente se utiliza el reciclado de algunos materiales

plásticos, con niveles bajos de calidad y en porcentajes muy pequeños con relación a los volúmenes incorporados en los residuos sólidos.

Por otra parte, también hace falta un trabajo más coordinado entre las diferentes entidades que están dispuestas a enfrentar el problema y las instituciones que por Ley están relacionadas con el tratamiento de residuos sólidos.

A partir de 1.991, el Centro de Desarrollo Tecnológico y Formación Profesional Especializada ASTIN, en Cali, estructuró un proyecto para la prestación de servicios tecnológicos y la formación profesional en los principales procesos de transformación de los plásticos, que cuenta además con un Servicio de Información y Documentación, en condiciones importantes para la actualización tecnológica de las diferentes componentes de la cadena productiva de desechos plásticos.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante los últimos años, los productos plásticos pasaron de ser algo exótico en Colombia a formar parte integral de la vida cotidiana, por su gran versatilidad, su higiene,

sus cualidades de resistencia y duración y su gran economía. Se utilizan especialmente como piezas técnicas en la industria automotriz y la electrónica, en muchas formas en el campo de la medicina, como utensilios prácticos en el hogar y como importante medio de empaque y envase. En muchas aplicaciones los plásticos sustituyen materiales tradicionales, renovables y no renovables. Es por ello, que se han convertido en una alternativa indispensable en todos los sectores de la actividad humana.

Al examinar los diferentes materiales que componen los desechos sólidos en nuestros basureros, papel, cartón, aluminio, hojalata, vidrio, se observa que el plástico representa entre el 5 % y el 7 % del peso total. El volumen de los desechos sólidos que se produce en Cali y su inadecuada disposición en el vertedero de Navarro, está generando graves problemas e inconvenientes que lo tienen al borde del cierre obligatorio. De las 21.737 toneladas de desechos plásticos generados en Cali en 1.995³ sólo 3.100 toneladas

(el 14 %) fueron recicladas, lo cual no satisface la demanda actual de material reciclado y no cumple con especificaciones mínimas de calidad.

En la Tabla 1, se muestra la distribución de los residuos sólidos en la ciudad de Cali, clasificada por sus generadores más importantes: el sector residencial - comercial y el industrial (datos para 1.995). A la fecha, la producción de residuos sólidos asciende a 1.700 toneladas diarias.

La composición de los desechos generados en Cali, por tipo de material para 1.995 se puede apreciar en la tabla 2.

Con base en la información que posee EMSIRVA para 1.995, la tabla 3 indica el volumen de desechos plásticos generados en Cali por los sectores residencial - comercial y el industrial.

De acuerdo con los datos estimados por EMSIRVA para 1.995 e incorporados en el Plan Integral de Aseo para la Ciudad de Santiago

de Cali, la producción de residuos sólidos por habitante se incrementa en un uno por ciento cada año, como consecuencia de los cambios en los hábitos de consumo. La producción de residuos sólidos se relaciona además con el crecimiento de la población esperado (tabla 4).

Esta situación ha motivado al Centro de Desarrollo Tecnológico CDT-ASTIN del SENA a formular el Proyecto de "**Saneamiento Ambiental y Apoyo a la Competitividad, la Innovación y el Desarrollo Tecnológico de la Cadena Productiva para el Reciclaje de Plásticos de Desecho, 1998-2008**" en el marco de la Ley de Ciencia y Tecnología, Ley 29 de 1990 y Ley 344 de 1996.

La cobertura del Proyecto será regional y comprenderá los departamentos y municipios del sur occidente colombiano, así :

Departamento del Valle del Cauca: Ciudades de Cali, Palmira, Buga, Tuluá, Buenaventura, Yumbo, Candelaria, Jamundí, Florida y

Distribución de los residuos sólidos en Santiago de Cali por sectores en 1995

Sector	Promedio de Residuos Toneladas por día	Promedio de Residuos Toneladas por año
Residencial - Comercial	1.000	665.000
Industrial	43	15.695

Fuente: Emsirva 1.995

Tabla 1

Composición de los desechos sólidos por tipo de material en Santiago de Cali en 1995

Tipo de material	Distribución porcentual
Orgánicos	79,92
Papel y cartón	7,60
Trapos	2,00
Huesos	0,23
Plásticos	5,71
Vidrio	1,59
Metales	1,02
Otros	1,92

Fuente : Emsirva 1995

Tabla 2

³ Datos estimados sobre el volumen de desechos plásticos generado en la ciudad de Santiago de Cali en 1995, Ver : VALENCIA Maritza / VELÁZQUEZ Clara Luz. *Presentación de un modelo para la industrialización del desecho plástico. Santiago de Cali 1997: Trabajo de grado. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente.*

Desechos plásticos producidos en Santiago de Cali en 1995, por sectores

Sector	Desechos Plásticos Toneladas por año
Residencial - Comercial	20.841
Industrial	896

Fuente: Emsirva 1.995

Tabla 3

Proyección de la generación de residuos plásticos para Santiago de Cali de acuerdo con el crecimiento de la población

Año	Población esperada	Residuos plásticos Toneladas por año
1.996	1.946.200	27.817
1.997	1.992.100	34.167
1.998	2.031.800	39.760
1.999	2.078.800	46.375
2.000	2.161.400	57.765

Fuente: Emsirva 1.995

Tabla 4

Cartago. Departamento del Cauca: Popayán y su zona de influencia
Departamento de Nariño: Pasto y su zona de influencia
Departamentos de la Zona Cafetera: (Caldas, Risaralda y Quindío): Ciudades de Manizales, Pereira, Armenia y su zona de influencia.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir en la región del sur occidente colombiano a la disminución de los residuos sólidos, la polución y la contaminación y al incremento de la competitividad de la cadena productiva de productos provenientes de materiales plásticos de desecho, con el fin de:

1. *Sanear el medio ambiente, fomentando una cultura ecológica en los generadores de basuras*
2. *Mejorar la productividad y las capacidades innovativas de la*

empresa recicladora de la región y elevar el nivel de conocimiento de los empresarios y trabajadores del subsector

como apoyo a la generación de empleo y al mejoramiento de la calidad de vida de la población de la región, en la búsqueda de un desarrollo sostenible⁴ y equitativo.

MECANISMOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Implementar el desarrollo del proyecto, a través de sub-proyectos con financiación propia e interrelacionados bajo una sola coordinación y dirección.
2. Para cada sub-proyecto, establecer alianzas estratégicas de orden internacional, nacional o regional que permitan la consolidación y el logro de los objetivos específicos.

3. Diseñar y desarrollar la formación profesional con el concurso de la comunidad científico - tecnológica para el fortalecimiento del sistema nacional de formación profesional.

4. Financiar el desarrollo del proyecto mediante la Ley 344 de 1.996, el Convenio SENA - COLCIENCIAS, los programas de fomento y financiamiento a la innovación y al desarrollo tecnológico del I.F.I. y COLCIENCIAS, las entidades del Estado, las universidades y el aporte de las empresas de esta cadena productiva.

5. El logro de los objetivos específicos se desarrollará mediante proyectos regionales debidamente concertados con las empresas e instituciones de apoyo y desagregados por sub-proyectos zonales.

⁴ Sostenible es el desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para satisfacción de sus necesidades. (Artículo 4. Ley 99 de 1993)

INDICADORES DE LOGRO DEL PROYECTO REGIONAL PARA EL AÑO 2.008

1. Se ha contribuido a la disminución de la polución de los residuos plásticos en la región, mínimo en un 30% al año 2.003 y en un 50 % al año 2.008, y se ha hecho rentable el manejo de estos desechos.

2. Se ha asimilado, desarrollado e incorporado tecnologías de diseño, manufactura y calidad para la recuperación y el reciclaje de los materiales plásticos de desecho en todos los procesos de la cadena productiva.

3. Está involucrado directa indirectamente el 95 % de todas las organizaciones productoras de la cadena productiva en el proyecto regional.

4. Se ha generado mínimo un 40 % del empleo directo o indirecto en la cadena productiva con relación al año de 1.998.

5. Está formado, actualizado y recalificado todo el personal vinculado a la cadena productiva entre directivos, expertos, trabajadores vinculados y nueva mano de obra, con los perfiles de competencias exigidos en el modelo futuro, factible y deseable que debe formularse.

6. Las empresas existentes están consolidadas en la cadena productiva mediante alianzas estratégicas de orden nacional e internacional y se ha contribuido a la generación de nuevas empresas.

7. Existe el modelo para un sistema regional de innovación tecnológica, donde está incorporado el 90 % de las organizaciones de apoyo al proyecto regional.

8. Para el año 2.000 se tienen conectadas y articuladas todas las organizaciones productivas y de apoyo al sistema regional de innovación de la cadena productiva.

9. Se ha mejorado la capacidad de diseño, desarrollo e innovación

tecnológica para el 50 % de los productos que fabrican las empresas, mediante alianzas estratégicas (cluster) de orden regional, nacional e internacional.

10. Para el año 2.000 se estará procesando mínimo el 30 % de los residuos sólidos de plástico y en el año 2.008 el 50 % de éstos, en forma rentable.

11. Se tiene un modelo técnicamente adecuado y probado para los rellenos sanitarios, con el fin de evitar el deterioro del ecosistema.

12. Se ha logrado un crecimiento del 60 % en las inversiones (maquinaria, equipo e instalaciones).

13. Se tiene funcionando un modelo de disposición de desechos que involucra desde los hogares hasta las tiendas comerciales, y de recolección para clasificar y/o recibir los desechos separados por tipo de material.



Ilustración tomada de la Revista de Plásticos Modernos Vol. 64 No. 435 Septiembre, 1992

OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y METAS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METAS
Fase 1: <i>Estudiar, caracterizar y diagnosticar la cadena productiva de material plástico reciclado y otras aplicaciones como los rellenos sanitarios para finales de mayo de 1.998.</i>	<i>Tener una clara definición de las potencialidades en términos de la reducción de los residuos sólidos de plástico, de la productividad y la competitividad de esta cadena productiva.</i>
Fase 2: <i>Liderar y planear las propuestas estratégicas para la reducción de los desechos plásticos, el manejo técnico de rellenos sanitarios y el desarrollo de la competitividad de la cadena productiva del reciclaje de los plásticos.</i>	<i>Difundir el Proyecto Regional, a través de distintos medios de comunicación, en las organizaciones de la cadena productiva y en las organizaciones de apoyo.</i> <i>Para 1.999, liderar la construcción concertada de un escenario futuro, factible y deseable para la conservación del medio ambiente y el desarrollo de la competitividad de la cadena productiva en el sur occidente colombiano y de una estrategia para alcanzarlo con todos sus actores.</i> <i>Establecer para el año 1.999, con un mínimo del 30% de las empresas, un sistema de medición y monitoreo de la productividad y la competitividad para los diferentes eslabones de la cadena productiva y mantener este sistema, para que en el año 2.008 la medición se realice a un mínimo del 80% de las empresas pertenecientes a esta industria.</i> <i>Para el año 2.000, establecer un sistema de monitoreo y alerta sobre producción, comercialización y cambios técnicos de esta industria a nivel mundial.</i> <i>Elaborar un modelo para el manejo técnico de los rellenos sanitarios en la ciudad de Santiago de Cali, que pueda ser adaptado en los diferentes lugares del sur occidente colombiano, que lo requieran.</i>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METAS
Fase 3: <i>Formar nuevo talento humano y perfeccionar el existente en toda la cadena productiva, en tecnologías y recolección, clasificación y reciclaje de desechos plásticos, y el diseño y desarrollo de productos con base en plásticos de desecho, así como las tecnologías de organización empresarial, mercadeo y gerencia tecnológica, con los niveles de competencia exigidos en la propuesta del escenario futuro, factible y deseable que resulte en la fase 2.</i>	<i>Al año 2.002, tener formado el 90% de los gerentes y directivos de estas empresas en gestión administrativa y tecnológica.</i> <i>Al año 2.004, tener formados a 600 expertos en asimilación, innovación y transferencia de tecnologías avanzadas en los campos de diseño, manufactura y calidad para la industria.</i> <i>Para el año 2.003, tener recalificado y actualizado el 90 % de los trabajadores de esta cadena en tecnologías de recolección, clasificación y reciclaje de materiales plásticos de desecho.</i> <i>Tener formado todo el personal de nueva mano de obra requerido para las distintas especialidades que genere esta industria.</i>
<i>Apoyar la consolidación de las organizaciones y empresas existentes y la generación de nuevas empresas en la cadena productiva, mediante la prestación de servicios tecnológicos, el fomento de proyectos de identificación, asimilación, transferencia, mejoramiento y desarrollo de tecnologías competitivas y limpias.</i>	<i>Para el año 2.000, tener desarrollado y mantener un programa de información y promoción para la creación de empresas en los diferentes procesos de la cadena productiva.</i> <i>para el año 2.008, haber apoyado la creación de mínimo 8 empresas como contribución al crecimiento y desarrollo de la cadena productiva de reciclaje.</i> <i>Al año 2.000, tener funcionando un programa de asistencia técnica y consultoría en diseño y desarrollado de productos, en procesos de selección, clasificación, reciclaje y transformación de materiales plásticos de desecho y en tecnologías de gestión y desarrollo empresarial.</i> <i>Con la participación de las empresas, las universidades y otras instituciones, tener desarrollo para el año 2.000 y mantener permanentemente programas de elaboración y concertación de proyectos tecnológicos para esta industria.</i> <i>Para el año 2.003 elaborar y concertar la realización de 10 proyectos de incorporación de tecnología; para el año 2.006, lograr un nivel de 30 proyectos formulados y concertados y para el 2.008 un proyecto elaborado y concertado en el 90% de las empresas de la cadena productiva.</i>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METAS
<i>Liderar una estrategia de información y divulgación tecnológica, económica, social y ecológica para la conservación del medio ambiente y la implementación de los propósitos del proyecto.</i>	<i>Impulsar una nueva cultura en la población respecto al manejo de los desechos sólidos y la conservación del medio ambiente.</i> <i>Promover la cultura de la innovación y el desarrollo tecnológico mediante el mantenimiento permanente de un programa de alfabetización tecnológica y divulgación de tecnologías avanzadas de diseño, manufactura y calidad que para el año 2.002 debe tener una cobertura del 100 % de las empresas participantes.</i> <i>Apoyar la ampliación de la cobertura de los programas de formación profesional, mediante el aprendizaje desescolarizado y/o a través de la telemática.</i>

**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

SERRANO Carlos. Waste '97. Tendencias en el manejo de los desperdicios sólidos. En : TECNOLOGÍA DEL PLÁSTICO : Septiembre de 1.997, p. 25-28,30-31

REPLASTIC. Reciclado de botellas de PET. En : REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS. Vol. 73,

No. 490, Abril de 1.997, p. 350-358
BARRALES-RIENDA Juan Manuel. Reciclado de PVC. En : REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS. Vol. 74, No 493, Jul. de 1.997, p. 43-53

CAMARGO CAMACHO Luis Alberto, / CASTAÑEDA CASTRO Luis Hernando. Gestión integral de residuos de envases y empaques en la cadena del empaque en la industria de alimentos en Colombia. Bogotá 1.997 ; Especialización en

Gerencia de Tecnología. Escuela de Administración de Negocios. VALENCIA Maritza/VELÁZQUEZ Clara Luz. Presentación de un modelo para la industrialización del desecho plástico. Cali 1.997 : Trabajo de Grado. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente.



Ilustración tomada de la revista Clase Empresarial No 59 Mayo 1998

HERRAMIENTAS CORTADORAS DE ENGRANAJES

Por: Balzers - Elay S.A.
Barcelona, España

Las herramientas cortadoras de engranajes con recubrimiento BALINIT como por ejemplo las fresas madres y cortadores circulares, han alcanzado rápidamente una participación importante en el mercado debido a su vida de servicio prolongada. Otra consideración que contribuye a esta tendencia, es el hecho que las máquinas cortadoras de engranajes de hoy (por contraste por ejemplo con los taladros) pueden maniobrarse fácilmente a altas velocidades de corte que pueden utilizarse ahora favorablemente con la disponibilidad de las herramientas con recubrimiento BALINIT.



Recubriendo las herramientas con nitruro de titanio se reduce considerablemente la craterización en superficie de corte a pesar de la mayor velocidad de corte. Con las herramientas recubiertas con BALINIT no se da este tipo de

desgaste hasta mucho después que en las herramientas sin recubrimiento. El desgaste de flanco empieza aún más tarde (fig. 1).

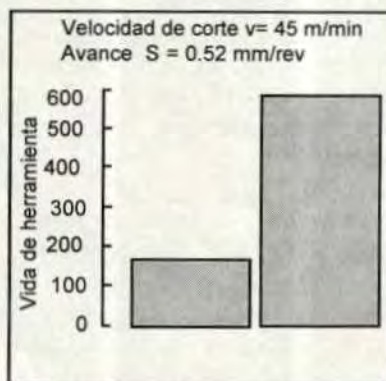


Fig. 1 Vida de herramienta de fresas madres sin recubrimiento y con recubrimiento BALINIT ($\phi 32 \text{ mm}$, módulo 1)

Pieza de trabajo: 18NiCrMo5 (AISI 3120)
Refrigerante: Gulfcut EN
Fuente: HILTIAG

Para las herramientas reafiladas corresponde el grado de craterización al experimentado con las herramientas sin recubrimiento (fig. 2), el desgaste de flanco permanece inferior sin embargo (fig. 3). Las características de desgaste especiales de las herramientas cortadoras de engranajes tienen por resultado un descenso de la arista (fig. 2). De esta manera se reducirá el área de fricción entre el flanco y la pieza de trabajo.

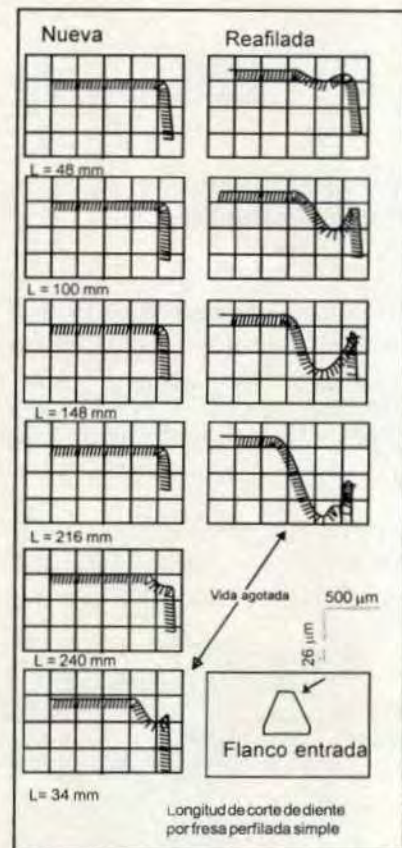


Fig. 2 Comparación del comportamiento de craterización en las fresas perfiladas simples nuevas y reafiladas con recubrimiento BALINIT (módulo 4).

Pieza de trabajo: 42CrMo4 (1.7225/AISI 4140)
Acero rápido: S 6-5-2-5 (M35) Velocidad de corte: 30 m/min
Avance: 4 mm/revolución pieza de trabajo
Corte descendente

Fuente: TH Aachen

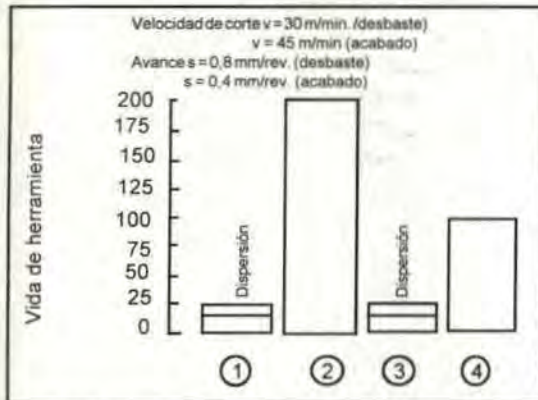


Fig. 3 Vida de herramienta de cortadores embutidores tipo piñón sin recubrimiento y con recubrimiento BALINIT ($\phi 4''$ módulo 4).
Pieza de trabajo: Acero Ck60, 1.1221/AISI 1064

- 1 sin recubrimiento
- 2 con recubrimiento BALINIT
- 3 sin recubrimiento, reafilada
- 4 con recubrimiento BALINIT, reafilada

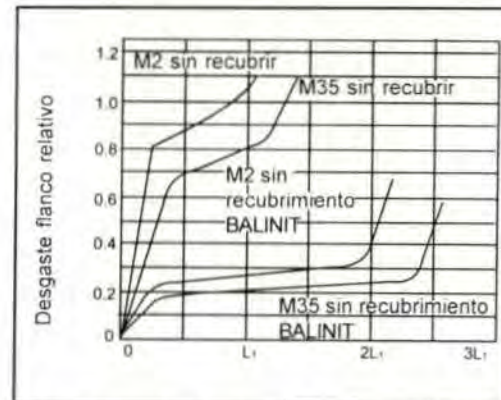


Fig. 4 Prolongación de vida de herramientas cortadoras de engranajes con recubrimiento Balinit. Identifica el punto en el cual resulta más favorable el reafilado de la herramienta para toda su vida de servicio. Fuente: BARBER-COLMAN

Esto a su vez reduce la carga térmica sobre la herramienta por lo que se incrementa su vida. El grado de reducción de desgaste está influenciado también por el tipo de acero de herramientas (fig. 4).

Las herramientas con recubrimiento tienden a fallar debido a la fractura del labio del cráter (fig. 5), donde las virutas pueden ser tan largas como 0,7 mm, aunque el desgaste de flanco antes de desbarbar solo es de aproximadamente 0,1 mm y la profundidad de cráter solo aproximadamente 0,15 mm.

Por esta razón tiene que evitarse la fractura del labio de cráter mediante el reafilado de la herramienta a tiempo, es decir antes de que se haga visible el desgaste de flanco. Las herramientas con recubrimiento BALINIT es aconsejable que se reafilan con muelas de CBN (Borazón).

El recubrimiento con nitruro de titanio no sólo reduce el desgaste sino impide la formación de canto en las herramientas nuevas, en las herramientas con recubrimiento BALINIT y se reduce en las herramientas reafiladas. La formación de virutas resulta más favorable, las fuerzas de corte son más bajas.

Como resultado, la velocidad de corte y en ciertas ocasiones también el avance pueden aumentarse desde un 20 a un 50% de manera que se logra una mayor productividad. El incremento en la vida de herramienta resulta más aumentado al subir la velocidad de corte.

Otra ventaja de las herramientas con recubrimiento BALINIT es que la rugosidad de superficie resulta considerablemente reducida en las piezas elaboradas (fig. 6).

Es de gran importancia para la vida de una herramienta con recubrimiento que no esté sometida a un gran esfuerzo térmico y mecánico durante su elaboración y que disponga de una superficie lisa.

Una superficie lisa y sin desperfectos proporciona una base de más coherencia para la película y una capacidad de mayor resistencia a la carga.

De modo que cuanto más fina sea la muela utilizada, más larga será la duración de la herramienta. El espesor óptimo de la película TiN es 4 μm aproximadamente.

Este valor es un compromiso entre la resistencia alta de desgaste de una película gruesa y la elasticidad requerida de una película fina.

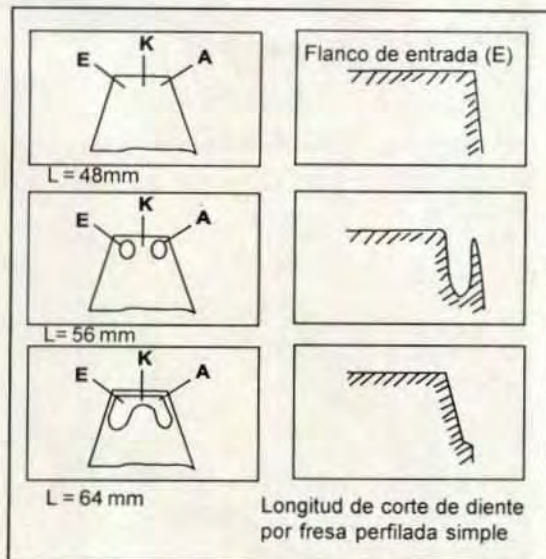


Fig. 5 Comportamiento de craterización de fresas madres con recubrimiento BALINIT (modulo 4) Pieza de trabajo: 42 CrMo4 (1.7225/AISI 4140) Acero rápido: S 6-5-2-5 (M35) Velocidad de corte: 80 m/min . Avance: 4 mm/revolución pieza de trabajo

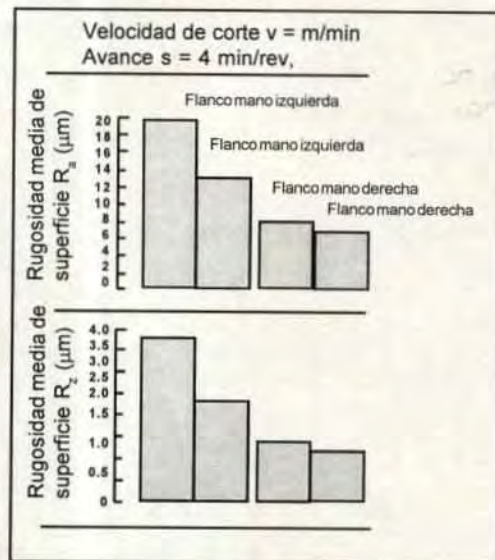


Fig. 6 Comparación de aspereza de superficie entre fresas sin recubrimiento y con recubrimiento BALINIT (R_a , R_z medida según DIN 4768). Pieza de trabajo : 16 MnCr5N (1.7139/AISI 5115)
1 sin recubrimiento
2 con recubrimiento BALINIT

Agradecimientos

A la firma Balzer - Elay S. A. de Barcelona, España, por la colaboración al Centro ASTIN, al permitir reproducir este documento, como una contribución a la actualización tecnológica para el desarrollo de la industria colombiana.

Los lectores interesados en obtener más información sobre recubrimientos BALINIT pueden dirigirse a la siguiente dirección:

BALZERS - ELAY S.A.
Delegación Catalunya
Carrer Central, Cantonada C/Tèxtil
Pol. Industrial La Ferreira
08110 Montcada I Reixach
Fax: (93) 5751954
Barcelona, España

También pueden encontrar información sobre estos recubrimientos y otros temas de su interés en el Servicio de Información y Documentación Tecnológica ASTIN, en la siguiente dirección:

Calle 52 2Bis-15
Apartado Aéreo: 8053
Tels: (92) 447 1075, 446 7182,
447 6164
Fax: (92) 4476166, 446 7170
E-mail: senastin@colnet.com.co
senastin@cali.cetcol.net.co
http://www.sena-astin.edu.co



Adpostal



Llegamos a todo el mundo

CAMBIAMOS PARA SERVIRME MEJOR
A COLOMBIA Y AL MUNDO

ESTOS SON NUESTROS SERVICIOS

VENTA DE PRODUCTOS POR CORREO
SERVICIO DE CORREO NORMAL
CORREO INTERNACIONAL
CORREO PROMOCIONAL
CORREO CERTIFICADO
RESPUESTA PAGADA
POST EXPRESS
ENCOMIENDAS
FILATELIA
CORRA
FAX

LE ATENDEMOS EN LOS TELEFONOS
881 3265 - 881 0165 - 881 1281
Conm. 881 2288
Call

EFECTOS DE LA APLICACIÓN Y DEL TIPO DE FLUIDO PARA RECTIFICADO SOBRE EL RENDIMIENTO DE UNA RUEDA CBN

Por: Alan C. Carius

Program Manager, Borazon CBN Marketing
GE Superabrasives Worthington, Ohio

©Reproducido con autorización expresa del editor



Fig 1

INTRODUCCIÓN

El uso de ruedas rectificadoras que contienen nitruro de boro cúbico (CBN), un abrasivo super duro, se ha incrementado dramáticamente en los últimos años. (Figura 1) Antes, desde la introducción del CBN en 1969 por la General Electric, su uso era limitado y se aplicaba principalmente en el afilado de herramientas de corte. Una serie de factores han conllevado a un incremento en el interés por el uso de este superabrasivo, en particular en las áreas de rectificado de producción. Uno de estos factores es el conocimiento adquirido por los usuarios potenciales del CBN acerca de sus beneficios y

principios de funcionamiento. Los parámetros y consideraciones necesarias para aplicar y optimizar el rendimiento de una rueda CBN no son difíciles de entender. Sin embargo, en muchos casos, ellos difieren un poco de aquellos ampliamente aceptados y por mucho tiempo utilizados en ruedas de óxido de aluminio Al_2O_3 convencionales.

Haciendo una discusión y un análisis profundo de todos los factores que influyen en el rendimiento de una rueda CBN se podría fácilmente llenar un libro. De hecho, ha sido publicado un nuevo libro que contiene información acerca de los superabrasivos.⁽¹⁰⁾

Existen cinco factores principales que deben ser considerados al diseñar un proceso de remoción de metales que incorpore el uso de una rueda rectificadora CBN. La optimización del proceso de rectificado, con respecto a estos factores, incrementará el rendimiento de la rueda CBN y bajará los costos totales del rectificado. En muchos casos, estos factores hacen la diferencia entre el éxito y el fracaso del proceso. Estos factores son:

- Calidad de la máquina herramienta
- Acondicionamiento inicial de la rueda rectificadora
- Parámetros de avance de la máquina
- Velocidad de la rueda rectificadora
- Fluidos para rectificado.

Ninguno de los factores nombrados con anterioridad son un misterio, ni deben ser considerados exclusivos al CBN. El rendimiento de cualquier rueda rectificadora será mejorado si estos factores son tenidos en cuenta y optimizados para alguna aplicación particular. Sin embargo, la relativamente corta vida y bajo costo de las ruedas convencionales, en muchos casos, han satisfecho a sus usuarios.

La razón de rectificado (GR) es un valor que indica la eficiencia y sobre todo el potencial de vida de una rueda rectificadora. Este valor es obtenido dividiendo el volumen de material removido en el proceso de rectificado por el volumen consumido por la rueda de rectificado. El valor GR para una rueda CBN típicamente fluctuará de 100 a 1000 veces, a como lo haría una rueda Al_2O_3 bajo las mismas condiciones. En consecuencia, el resultado de la optimización del rendimiento de la rueda por medio de la consideración de estos factores es similarmente magnificada cuando las ruedas CBN son utilizadas.

Calidad de la máquina herramienta

El rendimiento del mejor y más sofisticado equipo de rectificado CNC será limitado por la capacidad de la rueda que se está utilizando. Sin embargo, una máquina bien diseñada y bien mantenida puede incrementar significativamente el potencial de rendimiento de una rueda rectificadora (Figura 2). Algunas máquinas alrededor del mundo han sido diseñadas específicamente para ser usadas con ruedas de rectificado CBN. (6, 13, 18)

Calidad de la máquina herramienta

- Rigidez
- Exactitud de los sistemas de alimentación
- Energía adecuada
- Equipo de acondicionamiento de la rueda
- Aplicación del fluido/contención

Fig. 2

Las ruedas CBN pueden desempeñarse muy satisfactoriamente en equipos no tan nuevos si estos han tenido un mantenimiento apropiado. Un buen rodamiento de husillo, así como unas guías y tornillos de avance ajustados y exactos, son esenciales para un rendimiento efectivo. Una máquina vieja y usada no puede llegar a desempeñarse en iguales condiciones que una máquina nueva con la instalación de una rueda rectificadora CBN. De hecho, bajo estas condiciones, un equipo de rectificado puede rendir de manera menos efectiva con ruedas CBN que con ruedas Al_2O_3 .

Acondicionamiento inicial de la rueda rectificadora

El acondicionamiento inicial de la rueda rectificadora aparenta ser muy básico. Sin embargo, si se desea que la rueda rectificadora funcione bien, este debe ser hecho apropiadamente. Muchas ruedas rectificadoras CBN fallan en su funcionamiento como resultado de un acondicionamiento inadecuado más que por alguna otra razón. El tipo de rueda y el tipo de sistema de unión, así como la condición en que se encuentra la rueda al ser recibida de quien la ha fabricado, dictarán la magnitud de alineado y preparación mecánica requeridas. Se han escrito un número de artículos técnicos sobre el acondicionamiento de ruedas CBN y su efecto en el rendimiento de estas. (1, 12, 15, 16)

Parámetros de avance de la máquina

El proceso global de rectificado abarca un número de elementos tales como, avance descendente, avance normal, avance transversal y velocidad de trabajo. La variación de estos parámetros, respecto uno del otro, puede afectar la vida de la

rueda, el acabado e integridad de la superficie de la pieza de trabajo, la exactitud geométrica de la parte y la efectividad de costo de la operación.

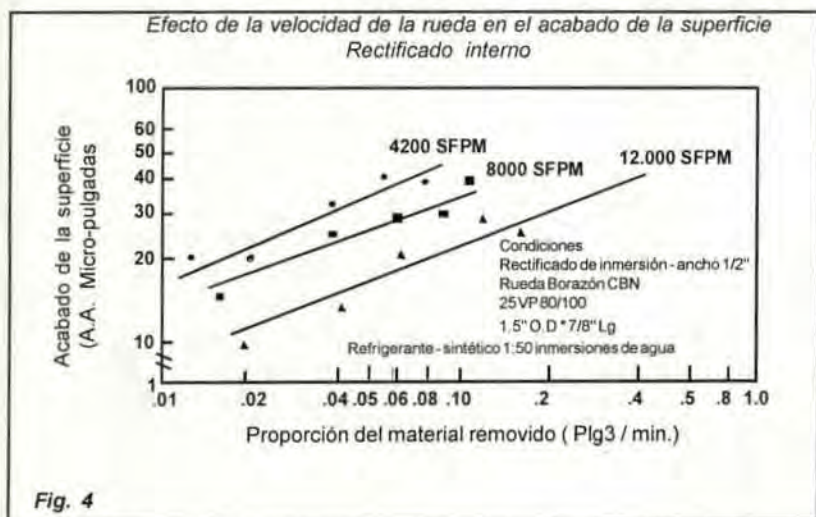
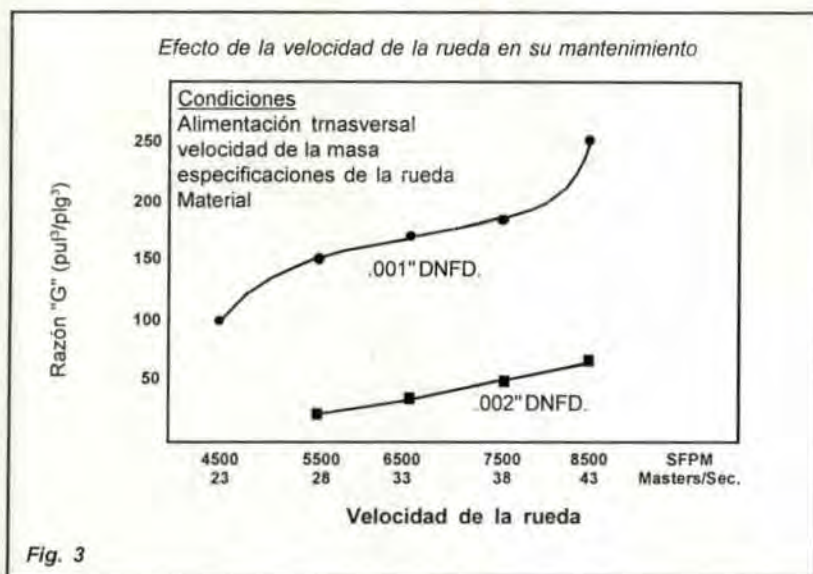
Por estas razones estos parámetros no deben ser considerados a la ligera. Puesto que una rueda CBN se desgasta más lentamente que una rueda Al_2O_3 convencional, un avance adicional para compensar el desgaste de la rueda por lo general, no es requerido. Unos rangos de avance más bajos pueden extender la vida de una rueda CBN y a menudo remover la misma cantidad de material que una rueda Al_2O_3 que esté funcionando con rangos de avance más altos para compensar sus posibles fallas.

Velocidad de rectificado de la rueda

El uso de una mayor velocidad en la rueda de rectificado suministra un gran número de beneficios. Se ha probado que un incremento en la velocidad de la rueda de 4500 SFPM (pies por minuto (rev)) a 8500 SFPM (pies por minuto (rev)) puede duplicar la vida de la rueda CBN o proveer una vida equivalente mientras duplica el grado de remoción de material (Figura 3). También se ha probado que la calidad del acabado superficial generado mejorará con el incremento de la velocidad de la rueda (Figura 4).

Muchas máquinas herramientas comunes son capaces de incrementar la velocidad de las ruedas en el rango de 6500, 7500 u 8500 SFPM (pies por minuto (rev)).

Los rodamientos de husillo, los sistemas de balanceo y de descarga de refrigerante pueden requerir modificaciones para operar



a estas velocidades. Sin embargo, las velocidades nunca deben excederse de aquellas recomendadas por el fabricante de las ruedas de rectificado.

En los últimos años se han llevado a cabo varios trabajos en universidades⁽¹⁹⁾ y en la industria privada para desarrollar sistemas de rectificado que operen a muy altas velocidades hasta 50000 SFPM y a veces más. Estas condiciones no se encuentran en equipos comunes con ruedas CBN estándar. Una nueva generación de

máquinas herramientas están siendo diseñadas e implementadas para lograr rangos de remoción de material nunca antes imaginados en un proceso de rectificado.

FLUIDOS DE RECTIFICADO

El fluido de rectificado es probablemente el factor más malentendido y descuidado en la optimización del rendimiento de una rueda. No sólo es importante el tipo de fluido sino también su utilización para el

éxito de una operación de rectificado.

Aunque algunas aplicaciones son llevadas a cabo en seco (sin el uso de un fluido), las operaciones de producción de más alta eficiencia utilizan algunos fluidos de rectificado. Los fluidos lubrican la zona a rectificar, reducen el calor por fricción, enfrían la rueda y la parte trabajada para reducir o eliminar el daño térmico y limpiar la rueda y la zona de rectificado de virutas y otras partículas que pueden cargar la cara de la rueda y reducir la eficiencia del proceso. Los fluidos proporcionan rangos de remoción de material más altos, mientras que incrementan la vida de la rueda y la calidad de la pieza. Antes se utilizaba agua con un simple inhibidor de óxido, ahora los fluidos son una sofisticada mezcla de ingredientes, los cuales refrigeran, lubrican e inhiben la corrosión mientras que alargan la vida del fluido a pesar de la existencia de condiciones muy adversas.

Tipos de fluidos para rectificado

- Sintético (químico)
- Semi-sintético
- Aceite soluble (emulsión)
- Aceite corriente.
 - Petróleo
 - Sintético

Fig. 5

Los fluidos de rectificado pueden ser clasificados en cuatro categorías principales: (Figura 5) Estas categorías se diferencian una de otra en sus características químicas y de rendimiento. Algunas de estas características son presentadas en la Figura 6. Ningún

Características de los fluidos para rectificado				
	1= pobre		4 = óptimo	
	Sintético	Semi-sintético	Aceite soluble	Aceite corriente
Remoción de calor	4	3	2	1
Lubricidad	1	2	3	4
Mantenimiento	3	2	1	4
Filtrabilidad	4	3	2	1
Ambiente	4	3	2	1
Costo	4	3	2	1
Vida de la rueda	1	2	3	4

Fig. 6

fluído puede ser denominado como ideal en todos sus aspectos. Cada fluído debe ser evaluado por los requerimientos y las limitaciones de la aplicación y por el ambiente en que será utilizado. La vida de la rueda, la calidad de la pieza, las capacidades del equipo y las consideraciones ambientales deben ser tenidas en cuenta.

Programas de prueba

Recientemente se han gestionado tres programas de evaluación diferentes para determinar las características de rendimiento de varios tipos de fluidos de rectificado (figura 7).

Evaluación del rendimiento de los fluidos para rectificado

- 3 Programas de laboratorio
- Tipos de fluidos
 - Aplicación de alta presión
 - Tensión residual producida con fluidos a base de agua

Fig. 7

Tipos de fluidos

El primer programa evalúa el efecto de los tipos de fluidos de rectificado en la vida de las ruedas CBN con uniones de resina.⁽³⁾ En estas

evaluaciones de rectificado de superficies sobre aceros endurcidos T-15 y D-2, se muestra que, entre los productos evaluados, el aceite corriente sobresalió en rendimiento sobre todos los tipos de fluidos basados en agua por factores de 1.2 a 9 veces. (figuras 8,9,10).

Tipos de fluidos vs vida de la rueda

Material: T-15
Veloc. de la rueda: 5500pies/min (rev)
Veloc. de la mesa: 50 pies/min
Avance vertical: 0.002 pulg
Avance transversal: 0,050 pulg
Rueda: 6X1/4" unión de resina
100 conc 140/170
Borazón CBN=11

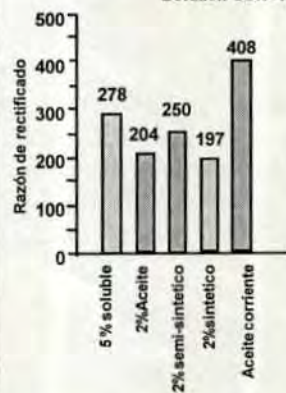


Fig. 8

El uso de fluidos a base de agua que contienen aceites, a menudo

Tipos de fluidos vs vida de la rueda

Material: D-2
Veloc. de la rueda: 5500pies/min (nev)
Veloc. de la mesa: 50 pies/min
Avance vertical: 0.002 pulg
Avance transversal: 050 pulg
Rueda: 6X1/4" unión de resina
100 conc 140/170
Borazón CBN=11

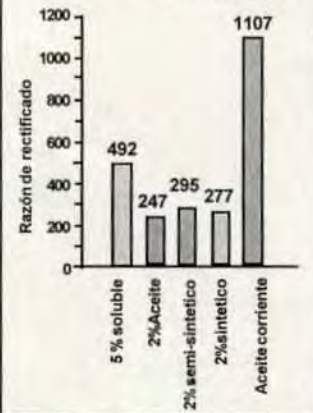


Fig. 9

no pueden ser mostrados como benéficos cuando son comparados con aquellos que no lo contienen. Los fluidos de aceite soluble y los fluidos semi-sintéticos contienen algún porcentaje de aceite, el cual le agrega lubricidad y protección a la partícula abrasiva CBN.

El aumento en la concentración de estos fluidos en la base de agua generalmente mejora la efectividad de estos.

Sin embargo, la información sobre la concentración ideal de cualquier fluído dado, ha sido usualmente desarrollada por su fabricante y debe ser seguida de este modo.

El uso de una concentración muy alta puede causar espumado o no dar ningún beneficio adicional, mientras que agrega costos.

Ha sido aceptado que las ruedas de rectificado CBN suministran un

Tipos de fluidos vs vida de la rueda

Material: D-2
Veloc. de la rueda: 5500 pies/min (nev)
Veloc. de la mesa: 50 pies/min
Avance vertical: 0.003 pulg
Avance transversal: 0.050 pulg
Rueda: 6X1/4" unión de resina
100 conc 140/170
Borazón CBN=11

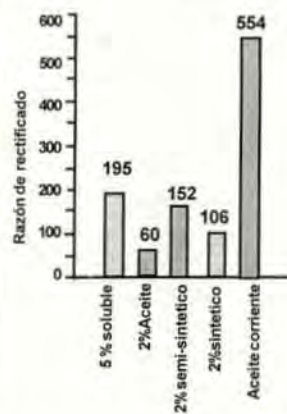


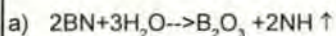
Fig. 10

rendimiento sobresaliente cuando son utilizadas con fluidos de tipo lubricante con ausencia de agua. Estos fluidos no solamente proveen menos generación de calor por fricción sino que también reducen o eliminan la descomposición química asociada con el CBN y con el vapor de alta temperatura. La formación de un óxido (B_2O_3) en la superficie de una partícula CBN crea una capa protectora que impide una futura oxidación (Figura 11 a,b).

Sin embargo, esta capa de óxido es soluble en agua a altas temperaturas (Figura 11 c) y puede permitir una oxidación posterior de la partícula CBN.

Estas reacciones, aunque son muy lentas, pueden causar fallas aceleradas en las partículas abrasivas CBN, y de este modo acortar la vida de la rueda. El uso de fluidos para rectificado de aceite corriente minimiza este efecto.

Reacciones químicas del nitrato de boro en fluidos a base de agua



o

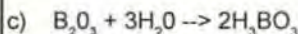
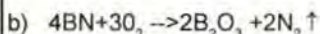


Fig. 11

Aplicaciones de alta presión

Como se ha venido discutiendo, el tipo de fluido tiene un efecto primordial en el rendimiento de un proceso de rectificado CBN. Sin embargo, el método por el cual éste es aplicado puede también tener un efecto dramático. Los sistemas típicos de aplicación de fluidos pueden producir rangos de

Un programa para determinar los efectos de la aplicación de un fluido a alta presión fue recientemente desarrollado.⁽⁵⁾ El montaje del ensayo (Figura 12) fue diseñado para rectificar una pieza de trabajo angosta, con una rueda ancha electrodepositada con CBN de forma inclinada con avances de deslizamiento - una condición muy severa. El sistema de fluido a alta presión se compone del estándar incrementado por un segundo sistema, un suministro filtrado que es bombeado bajo presiones de 300-1000 psi hacia unas boquillas localizadas cerca de la rueda de rectificado.

Los resultados de este programa indican que cuando el sistema de aplicación estándar (Figura 13a) fue aumentado con una limpieza de alta presión (Figura 13b), con una

Montaje para el ensayo de fluidos a alta presión

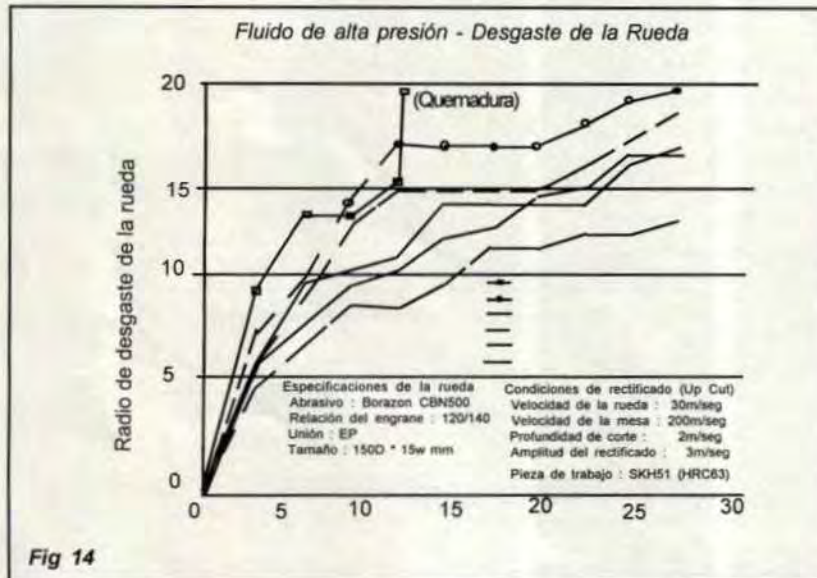
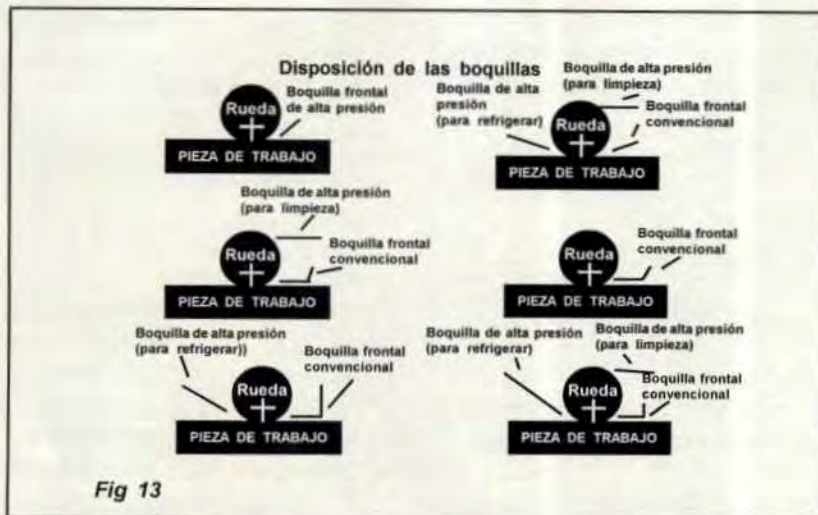


Fig. 12

flujo a relativa menor presión. Para operaciones de grandes y altas remociones de existencias, las aplicaciones de volúmenes de fluido y presión pueden ser significativamente mayores. En la mayoría de los casos, esto es adecuado y producirá excelentes resultados.

Luego, ¿qué efecto podría esperarse si el fluido es aplicado a la zona de rectificado bajo presiones más altas?

refrigeración de alta presión (Figura 13c), o una combinación de estas (Figura 13d) mejoran el rendimiento del rectificado. Se notaron mejoramientos posteriores cuando la boquilla estándar de baja presión fue reemplazada con una de alta presión (Figura 13e,f). No sólo decreció el desgaste de la rueda, sino también la energía de rectificado y se mejoró el acabado de la superficie (Figuras 14, 15, 16). Sólo con el sistema convencional de aplicación del fluido, se desarrolló



una quemadura en la pieza de trabajo y la evaluación fué terminada. En todos los casos en que se utilizó un fluido a alta presión, no se notó ninguna quemadura en la pieza de trabajo. También se puede notar una correlación entre el desgaste de la rueda, los requerimientos de energía, los acabados de la superficie de la pieza de trabajo y el número de boquillas de alta presión utilizadas.

Tensión residual producida con fluidos a base de agua

Un trabajo hecho por R. Mukai y T. Imai de Toyoda Koki⁽¹⁴⁾ demuestra los efectos del tipo de fluido para rectificado y la importancia de los aditivos de presión extrema (EP) cuando son añadidos a fluidos para rectificado estándar. El programa fue dividido en dos segmentos separados. El primer segmento evaluaba los efectos del tipo de fluido (sintético, semi - sintético, y aceite soluble con aditivos EP) para la vida y requerimientos de energía en una rueda CBN de unión vítrea. La pieza de trabajo también fué

evaluada para determinar el acabado superficial y la integridad de la superficie fundamental. Los parámetros evaluativos para ambos segmentos de ensayo son mostrados en la Figura 17.

Los resultados de estas evaluaciones (Figura 18) indican que el fluido de aceite soluble dió el mejor rendimiento con aproximadamente el doble de la vida de la rueda, fuerzas tangenciales más bajas y un significativo mejor acabado superficial. La tensión residual de las superficies fundamentales, medida por difracción de rayos-X, es presentada gráficamente en la Figura 19. Aunque todos los fluidos permitieron la formación de tensiones de compresión benéficas en la superficie, ambos fluidos, los sintéticos y los semi-sintéticos, produjeron esfuerzos de tensión justo debajo de la superficie con una profundidad de por lo menos 50 micrómetros.

La tensión residual es un factor clave en la vida a la fatiga de materiales de alta resistencia. Se ha probado en un número de estudios que, en la mayoría de los casos, las tensiones residuales pueden disminuir la vida a la fatiga de las partes fundamentales. (4, 7, 8, 11) Estos estudios también indicaron que el esfuerzo de tensión es fundamentalmente el resultado de exceso de calor absorbido por la parte durante el proceso de rectificado. Si se utiliza el CBN, junto con el tipo correcto y la aplicación apropiada de fluido de rectificado, esta generación de calor puede ser minimizada, dando como resultado la reducción o eliminación de los esfuerzos de tensión.

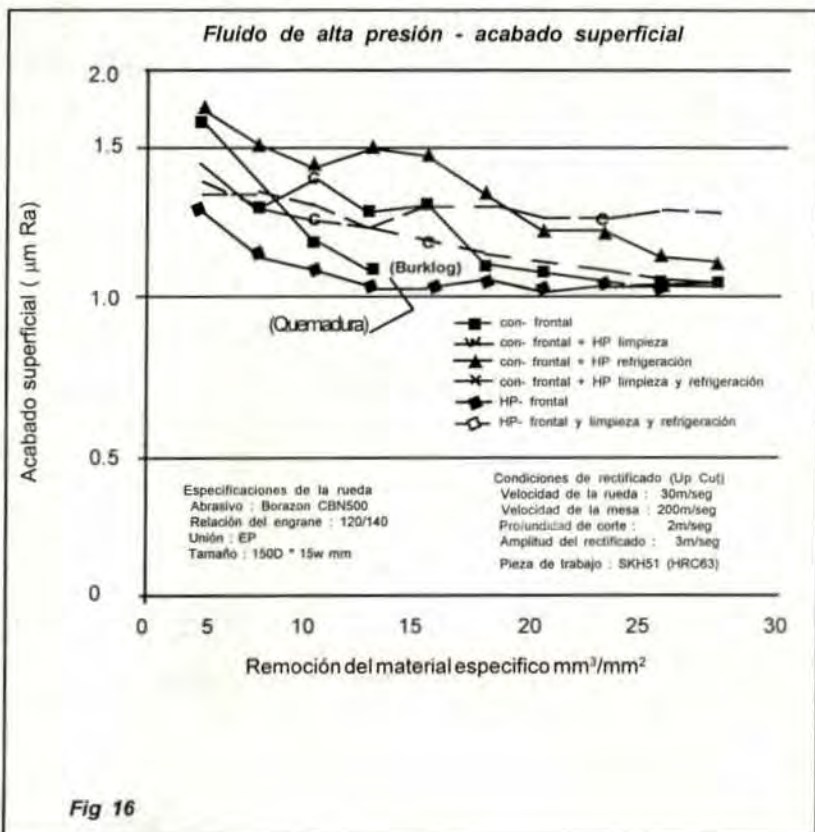
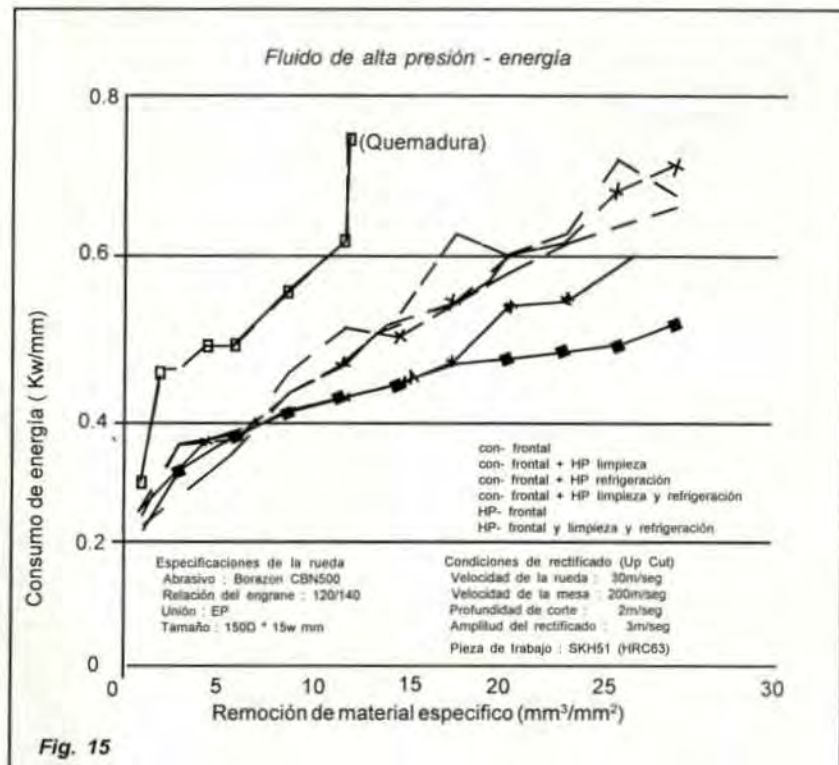
En el segundo segmento del trabajo hecho por Mukai e Imai, los efectos de la adición de aditivos de presión extrema EP al fluido para rectificado fueron evaluados. Se utilizaron tres fluidos de aceite soluble para esta prueba. Uno no contenía aditivos EP, mientras que el segundo contenía azufre y el tercero azufre y cloro.

Los resultados de estas evaluaciones indican que la adición de aditivos EP tiene un impacto importante no sólo en la vida de la rueda CBN, sino también en la calidad de la superficie fundamental (figura 20). La adición de azufre incrementa la razón de rectificado de la rueda con unión vítrea en un 20%, mientras que la adición de ambos azufre y cloro la incrementan en un 96%. También se mejoró dramáticamente el acabado superficial de 2.9 $\mu\text{m Rz}$ a 2.0 $\mu\text{m Rz}$.

Los efectos de estos aditivos EP en las tensiones residuales de la superficie fundamental son mostrados en la Figura 21. El fluido que contenía azufre y cloro produjo tensiones de compresión en la superficie, así como en la sub-superficie hasta una profundidad de 40 micrómetros. El fluido que contenía sólo azufre produjo tensiones de compresión en la superficie y esfuerzos de tensión bajo esta, con una profundidad de 40 micrómetros. Sin aditivos EP en el fluido de rectificado, el esfuerzo de tensión fué más severo.

Conclusiones

Las ruedas de rectificado CBN pueden proveer ventajas de rendimiento significativas cuando son comparadas con las ruedas de Al_2O_3 en el rectificado de aceros endurecidos y su efectividad puede mejorar



significativamente con la correcta selección de los fluidos para rectificado. No sólo se puede mejorar la vida de la rueda y la efectividad de los costos de estas herramientas sino también la calidad de la parte trabajada. Mientras que crezcan las demandas de calidad en las piezas, con respecto al acabado superficial y a la vida de fatiga, se hará más énfasis en los efectos de los parámetros del proceso. Los fluidos para rectificado siempre tendrán un importante papel en estos desarrollos.

Aunque el tipo de fluido de rectificado será un importante factor en la optimización de la rueda de rectificado, el método de aplicación del fluido debe ser considerado también importante. Un posicionamiento correcto, así como el uso de un sistema de aplicación de alta presión para enfriar y limpiar la rueda y la zona de rectificado, mejoran significativamente el proceso de rectificado.

CONDICIONES DE ENSAYO

Modelo de rectificado	Inmersión cilíndrica
Material	AISI 4135 HR ₂ 50
Rueda	14x3 plg - Unión vitrificada, 170 conc. 80/100 Borazón CBN tipo I
Velocidad de la rueda	16,000 Pie/min (per)
Velocidad de la pieza de trabajo	60 pie.min
Proporción de remoción del material (Z')	15 mm ³ / mm seg
Volúmen del fluido	15.5 gal/min

Fig. 17

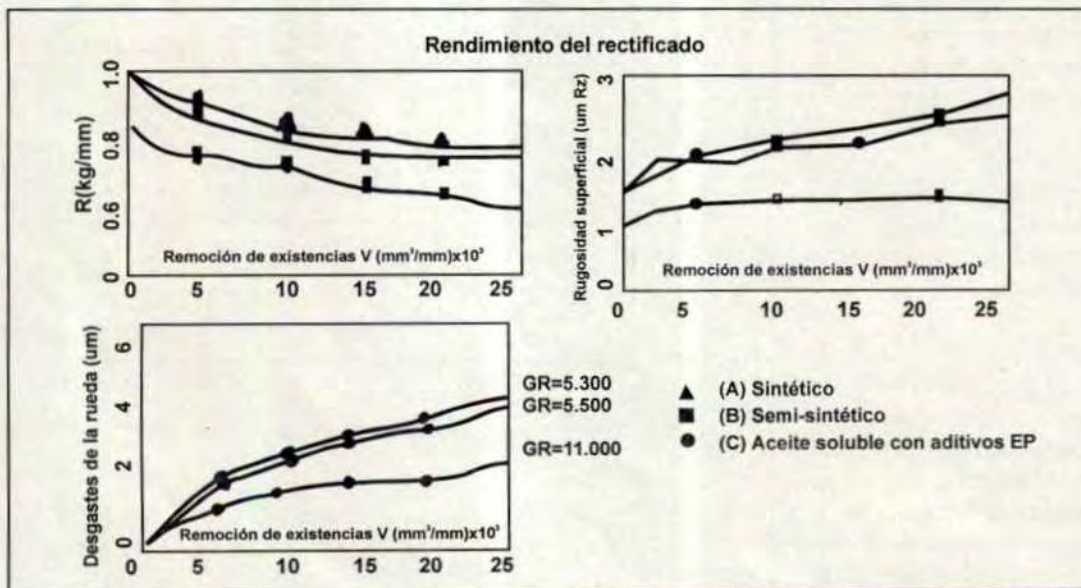


Fig. 18

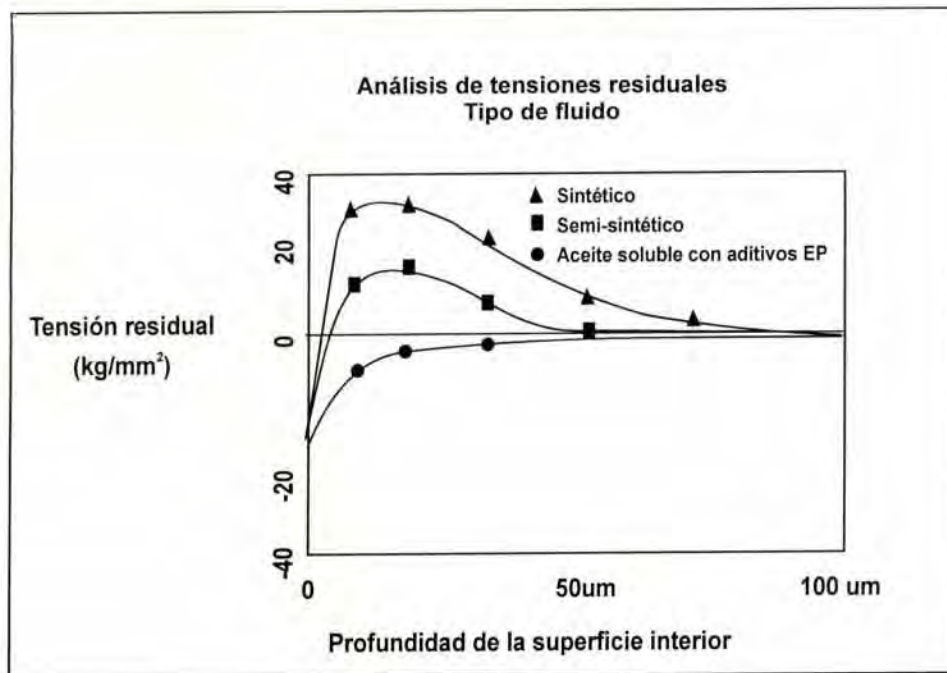


Fig. 19

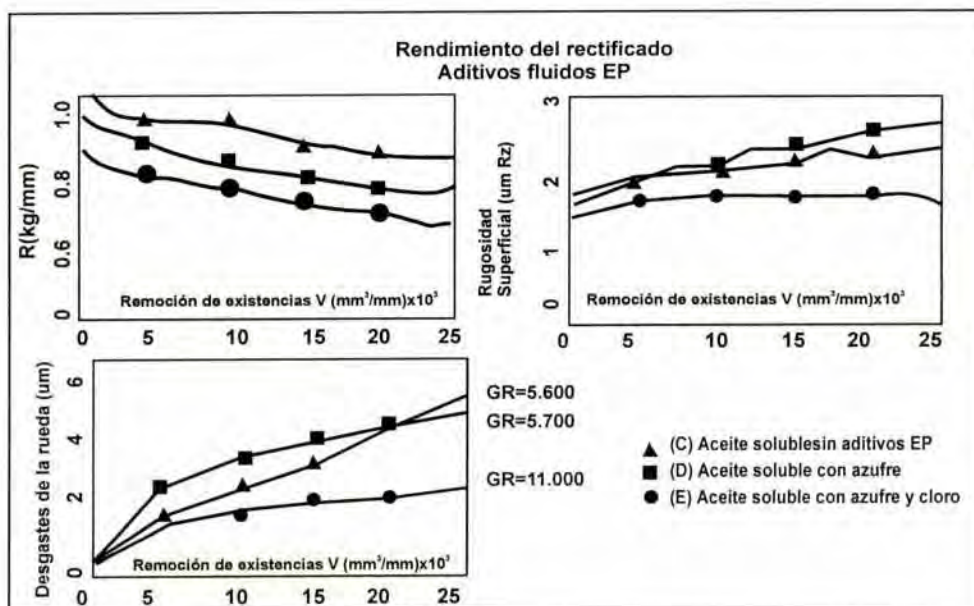


Fig. 20

Bibliografía

- (1) Carius, Alan C. Preliminaries to Success - Preparation of Grinding Wheels Containing CBN. Paper number MR84-547, Society of Manufacturing Engineers, International Grinding Conference, Lake Geneva, Wisconsin, 1984.
- (2) "CBN at 30,000 sfm" American Machinist, June 1989.
- (3) "Coolant Types and Their Applications significantly Influence Performance of Borazon* CBN wheels". GE Superabrasives Technical Report No. 1, May, 1986.
- (4) Drago, Raymond J. Comparative Load Capacity Evaluation of CBN-finished Gears, AGMA Technical Paper, 88FTM8, October 1988.
- (5) "High Pressure Coolant Study - Phase II (Effect of High Pressure Coolant in Creep Feed Grinding)." Ge Superabrasives EB No. P-88049, 1988.
- (6) JIMTOF 1986, Worthington, Ohio: GE superabrasives, 1986. Videotape No. B-219.
- (7) Johnson, Glenn A., and Ratterman, Ernest, "Enhanced product performance Through CBN Grinding". Gear Technology, Vol. 5 No. 5, September / October 1988.
- (8) Jhonson, Glenn A.. Beneficial compressive Residual Stress Resulting From CBN Grinding. Society Of Manufacturing Engineers. Second International Grinding conference Philadelphia, PA., 1986.
- (9) Konig, W., Yegenoglu, Kemal Stuckenholtz, Bernd. "Lower Grinding Costs and Better Workpiece Quality by High Performance Grinding with CBN Wheels." Gear Technology, January/February 1986
- (10) Krar, S.F. and Ratterman, E. Superabrasives: Grinding and Machining with CBN and Diamond. McGraw-Hill, New York, 1989.
- (11) Kumar, K.V., Mattarese, R.R., Ratterman, E. Control of Residual Stress in Production Grinding with CBN. SAE Earthmoving Conference, Peoria, Illinois, 1989.
- (12) Meyer, Dr. Hans-Robert and Sauren, Josef. Truing and Dressing of CBN Wheels for Production Grinding. Proceedings of superabrasives of Superabrasives '85, Chicago, Illinois, 1985.
- (13) Modern Machine Tools Designed for Borazon* CBN. Worthington, Ohio: GE Superabrasives, 1985. Videotape No. 209.
- (14) Mukai, Ryohei and Imai, Tomoyasu. "The Effect of Coolant onto CBN Wheel Grinding performance." Toyoda Koki Technical Review, Vol. 29, No. 3, January, 1989.
- (15) Nailor, Brian. Truing Parameters for Conditioning Vitrified Bond CBN Wheels. 27th International Conference, Abrasive Engineering Society, Bloomington, Illinois, 1989.
- (16) Pilbin, Larry. Truing and Dressing Devices for Precision Grinding, Paper number MR88-625, Society of Manufacturing Engineers Thirrol, International Grinding Conference, Fontana, Wisconsin, 1988.
- (17) Satow, Yoshikazu. Use of High Pressure coolant Supply in Precision of CBN Grinding. Society of Manufacturing Engineers, International Grinding Conference, Philadelphia, Pennsylvania, 1986.
- (18) The European Machine Exposition. Worthington, Ohio: GE superabrasives, 1988. Videotape No. B-226.
- (19) Werner, G. Advances in High Efficiency Deep Grinding (HEDG). Paper number MR88-588. Society of Manufacturing engineers. Third International Grinding Conference, Fontana, Wisconsin, 1988.
- (20) Woodside, James. "High Speed Grinding Proved in Production." Tooling and Production. May, 1988.

Traducción realizada para publicar en esta edición del Informador Técnico por: Alexandra Kolb Kloetzner. Analista de Información Técnica del Servicio de Información y Documentación Tecnológica SIDA ASTIN, SENA Regional Valle.

Agradecimientos

A la firma General electric de U.S.A., por la colaboración al Centro ASTIN, al permitirnos reproducir este documento, como contribución a la actualización tecnológica de la industria colombiana.

Los lectores interesados en obtener más información sobre este tema pueden dirigirse a la siguiente dirección:

General Electric Company
6325 Huntley Road, P.O. Box 568
Worthington, Oh 43085 U.S.A.
Tel: (614)438-2851
Fax: (614)438-2829
E-mail: terry.kane@gep.ge.com



LA COEXTRUSIÓN DE PERFILES

Por: Thomas Ide
Director Ejecutivo
Bernhard Ide Werkzeug -
und Maschinenbau, Alemania

Porqué coextrusión ?

- * PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO
- * PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD
- * PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN
- * PARA ABRIR NUEVOS MERCADOS

A diferencia de muchos otros procesos, la coextrusión puede describirse sencillamente como el procedimiento para extruir un producto uniendo en un solo proceso dos o más termoplásticos de diferente color o diferente tipo.

La aplicación de los termoplásticos se ha expandido enormemente en las últimas dos décadas gracias al intenso desarrollo que se logró en la tecnología de la extrusión.

Los proveedores de materia prima, los constructores de maquinaria y cabezales de extrusión y los fabricantes de artículos extruidos se vieron ante el reto de mejorar la calidad de sus productos, de aumentar su productividad, reduciendo al mismo tiempo los costos de producción, y de establecer nuevos mercados para perfiles extruidos.

Ante este reto, fabricantes y

usuarios de materiales termoplásticos se dieron cuenta que la coextrusión era una tecnología que les ofrecía condiciones ideales para el desarrollo estratégico de productos y mercados.

Observando tan sólo la gran participación de las líneas de coextrusión en el mercado frente a las extrusoras convencionales, se hace evidente la importancia que esta tecnología ha adquirido :

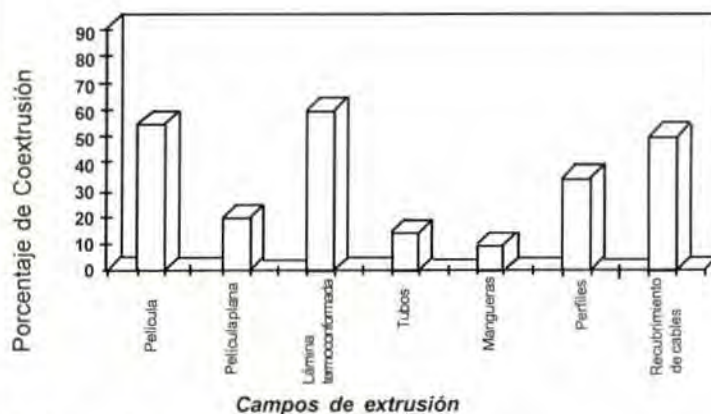
En poco tiempo, la coextrusión ha conquistado prácticamente todos los campos de la extrusión : película soplada y plana, lámina,

termoconformados, mangueras, tubos y perfiles y recubrimientos de cables, tal como se puede apreciar en la gráfica 1.

A continuación, cada ejemplo ilustra una de las varias razones porqué se aplica la coextrusión:

1. Coextrusión de película soplada

La triple extrusión de PE-LD + PA + EVA, unidos por un aglutinante con base en etileno o propileno, le confiere al producto propiedades de impermeabilidad al gas o barrera a los aromas, tal como lo exigen los empaques para alimentos.



Gráfica 1. Productos de coextrusión
(Fuente : K Krumm : Anwendung der Coextrusionstechnik)

2. Coextrusión de película plana

La combinación de PE-LLD + PE-LLD + PE-LLD y aditivos, facilita un alto grado de resistencia a la tracción, tal como se requiere en películas para envolver.

3. Lámina termoconformada o coextrusión de placas

Combinando varios tipos de poliestireno o material de recorte, se puede obtener un termoconformado satisfactorio como en la fabricación de platos y vasos.

4. Coextrusión de mangueras

La transparencia fisiológica requerida en la producción de mangueras para la transfusión de sangre puede ser alcanzada, combinando PVC-P, aglutinante y PE-LD.

5. Recubrimientos

Mediante coextrusión es posible fabricar conductos y mangueras resistentes a la corrosión.

6. Coextrusión de perfiles

Las combinaciones más conocidas en la coextrusión de perfiles termoplásticos y sus aplicaciones pueden verse en la tabla 1.

Tabla 1. Combinación de termoplásticos para la coextrusión de perfiles

1er Termoplástico	2º Termoplástico	Aplicación	Otras características del producto
PVC - U	PVC - U de otro color	Perfiles para guarda escobas Perfiles de bolígrafos Persianas	Posibilidades de diseño decorativo
PVC - U	PVC - P	Plumilla del parabrisas Guarda escobas Ductos de cables	Funciones de sellado y/o movimiento
PVC - U	PMMA	Perfiles de ventanas Perfiles de marcos Perfiles decorativos	Posibilidades de diseño decorativo y protección ultravioleta
PVC - U	PVC - UE	Perfiles de protección Repisas de ventana Guarda escobas	Reducción del peso
PC	PC de otro color	Perfiles para lámparas	Posibilidades de diseño decorativo
PC	PPO	Perfiles para lámparas	Posibilidades de diseño decorativo
PP	PP de otro color	Perfiles para Bolígrafos Marcadores	
PVC - P	PVC - P de otro color	Mangueras	

Diseño de cabezales

Al diseñar los sistemas para la coextrusión (cabezal y calibrador) y las líneas de extrusión necesarias, debe tenerse en cuenta no solamente el diseño del perfil, el volumen de producción, el peso por metro y las tolerancias, sino ante todo las características de los termoplásticos a usar que influyen en el proceso.

Cuando hablamos de cabezales convencionales o estándar, hay que tener en cuenta propiedades

Tabla 2. Características de los materiales que influyen en el diseño de cabezales y calibradores

Características de los termoplásticos	Influencia en el cabezal	Influencia en el calibrador
Punto de fusión	X	O
Hinchamiento	X	O
Temperatura de solidificación	O	X
Contracción	X	X
Fricción	X	X
Estabilización	X	O
Colorantes	O	O
Viscosidad	X	O

específicas del material tales como fluidez, peligro de degradación, etc.

El único requerimiento adicional para la coextrusión es la adecuada combinación de los sistemas de cabezal y calibrador según los materiales que se desea extruir.

Los siguientes ejemplos muestran más detenidamente lo que el diseñador de cabezales debe tener en cuenta:

1. Combinación de dos colores de un mismo material

En este caso se puede usar el sistema de cabezal y calibrador que corresponde al material. La principal preocupación es la correcta unión de los dos colores en el punto deseado (gráfica 2), es decir: el problema no está en el sistema de calibración sino en el cabezal. El segundo color debe proveer una capa de determinado espesor y / o límites nítidos con el material soporte.

De suma importancia es el diseño del canal de coextrusión, porque es indispensable que en la salida del cabezal el material de coextrusión fluya uniformemente con el espesor deseado y con la misma velocidad como el material soporte.

La gráfica 3 ilustra un ejemplo extremo de estas exigencias donde

se muestra la coextrusión totalmente circular de la punta de un bolígrafo.

2. Combinación de dos materiales

Con puntos de fusión y estabilización de temperatura diferentes (gráficas 4 y 5).

El principal problema es nuevamente el diseño del canal de coextrusión: Debido a la gran diferencia entre los puntos de fusión (230 °C para PMMA; 185 °C para PVC), el recorrido común de los dos termoplásticos en el cabezal debe ser lo más corto posible, para que el material más caliente no deteriore el de menor temperatura.

Por otra parte, el canal, debe ser lo suficientemente largo para garantizar una óptima soldadura de los dos materiales.

3. Combinación de dos termoplásticos

Con diferentes características de calibración

La coextrusión de una plumilla de parabrísas es el mejor ejemplo para mostrar el problema de diferentes coeficientes de fricción y por lo tanto diferentes requisitos de calibración para dos materiales distintos. (Gráfica 6)

Cuando se calibra un perfil de esta

clase, el principal problema consiste en las diferentes características de adhesión que presentan los dos materiales, en este caso el PVC-U y el PVC-F.

Para los perfiles de PVC-U se usa por lo general una calibración seca al vacío para una óptima presión del perfil contra el calibrador. El uso del vacío asegura un buen conformado y enfriamiento del perfil.

Pero este tipo de calibración bajo ningún concepto es adecuado para el labio coextruido de PVC-F, porque no resistiría el vacío y quedaría inmediatamente adherido al calibrador.

Problemas de esta naturaleza pueden resolverse buscando una componenda, tal como se observa en la gráfica 7, mientras que la gráfica 8 muestra un canal más complejo para la calibración de un perfil extruido de doble faz.

Requerimientos de la maquinaria para el proceso de coextrusión

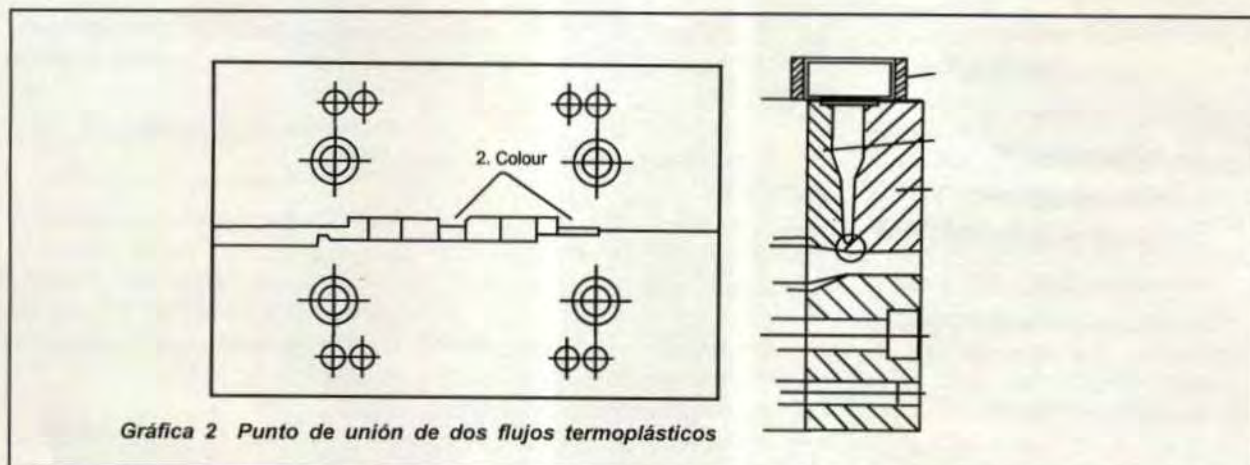
En cuanto a las líneas de extrusión, existen varios criterios importantes que merecen atención:

1. Diseño acorde al termoplástico

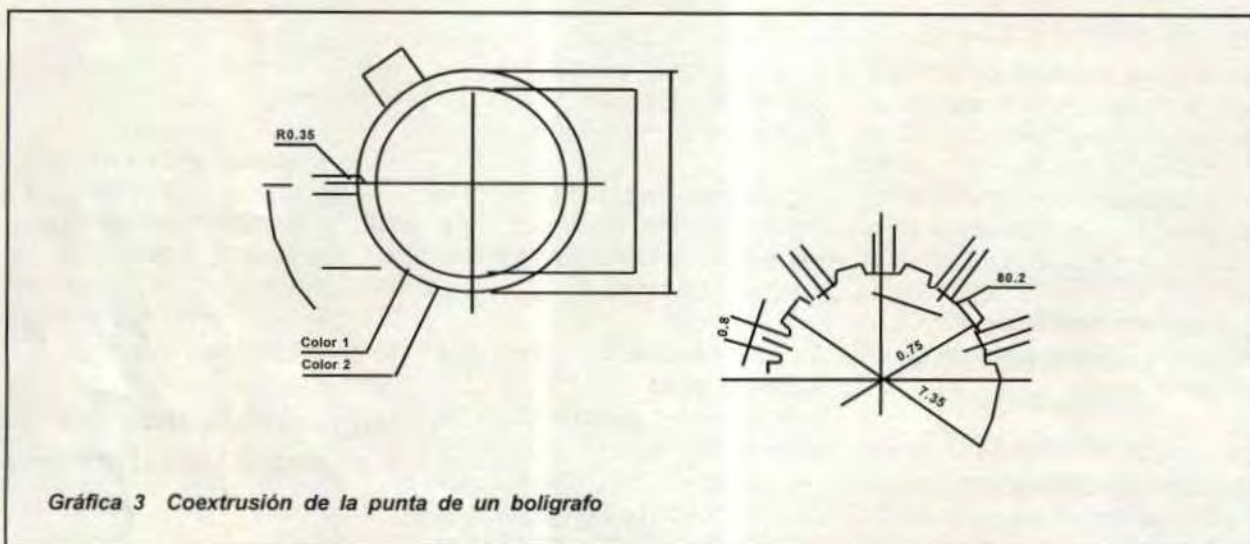
La unidad de proceso debe corresponder al material que se

Termoplástico	Sistema de cabezal	Sistema de calibración
PVC-U	convencional (estándar)	calibrador seco o seco/húmedo
PVC-P	cabezales cortos	calibrador húmedo
PVC-UE	convencional (estándar) - eventualmente con núcleo para proceso Celuka	calibrador seco/húmedo combinado
PC	convencional (estándar)	calibrador atemperado seco
PMMA	convencional (estándar)	calibrador atemperado seco
PP	cabezales cortos	calibrador seco

Tabla 3. Sistemas de cabezales y calibradores acordes a determinados termoplásticos



Gráfica 2 Punto de unión de dos flujos termoplásticos



Gráfica 3 Coextrusión de la punta de un bolígrafo

pretende usar, a manera de ejemplo: doble husillo para termoplásticos en forma de polvo, un solo husillo para PC, PVC-P, PVC-UE. También el diseño del husillo debe estar acorde al material que será transformado.

2. Capacidad de producción

Puesto que en la mayoría de los perfiles coextruidos los dos materiales difieren poco en cuanto a su cantidad, debería usarse maquinaria de un tamaño económico que ofrezca una relación costo/producción favorable.

La tabla 4 relaciona productos coextruidos con el tamaño de

maquinaria recomendable, mientras que las siguientes gráficas 9 - 12 muestran extrusoras en diferentes disposiciones para la coextrusión de perfiles, con base en criterios de producción.

3. Diseño de la conexión entre extruder y cabezal de coextrusión

Según los requerimientos del perfil que se va a fabricar y del proceso escogido puede ser necesario que el segundo material sea extruido desde arriba, desde abajo o lateralmente:

a. La instalación horizontal del coextruder es recomendable,

cuando esta posición favorece un recorrido corto del material a través del cabezal o, como en el caso de perfiles para automóviles, cuando se opta por la coextrusión desde abajo.

b. Muchas veces, la disposición vertical del coextruder, encima del cabezal de extrusión, es más favorable, porque ahorra espacio.

c. Un coextruder demasiado grande debido al rendimiento requerido puede ser instalado en posición horizontal usando una pieza angular para la conexión.

d. La disposición en forma de V

permite un flujo más favorable de las masas al cabezal. (Gráfica12)

4. Criterios para la selección del coextruder

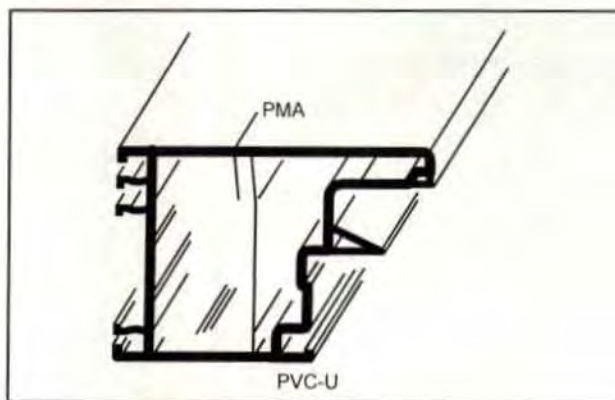
Para seleccionar un coextruder, hay que considerar los siguientes criterios:

- a) La conexión más corta posible al cabezal.
- b) Operación de extruder y coextruder desde un solo punto.

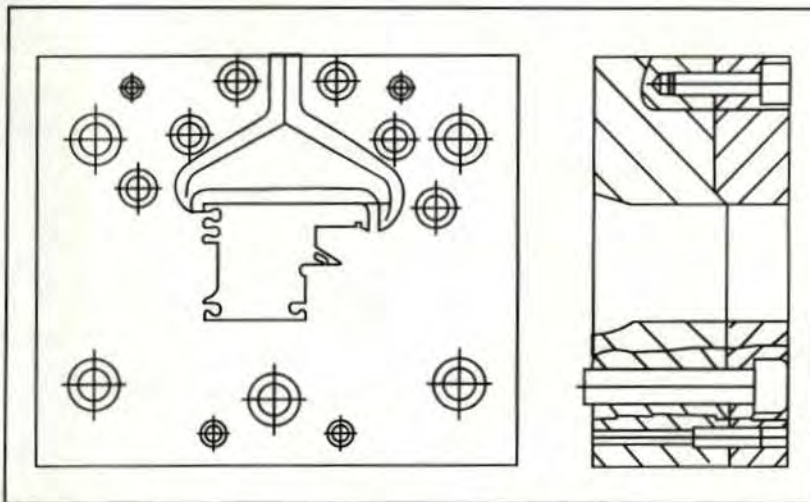
Esto es posible mediante un panel de control móvil o instalando un solo panel de mando para las dos máquinas (lo cual sólo es útil, si los dos extrúderes permanecen siempre en la misma línea de extrusión).

- c) Movilidad del coextruder, en caso de cambiar el cabezal, o de usar el coextruder en otras líneas de extrusión.

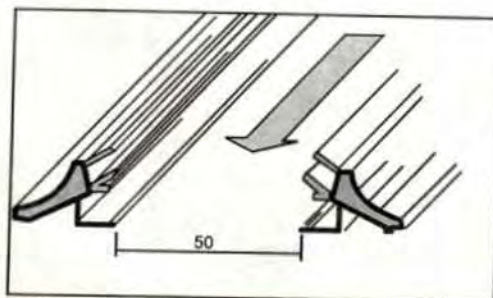
- d) La mejor coordinación posible entre los tamaños de la maquinaria que conforma la línea de coextrusión, en función de la producción prevista.



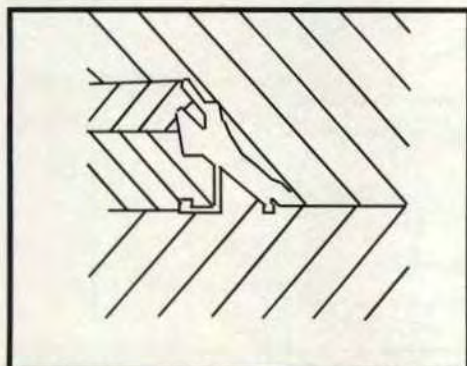
Gráfica 4 Perfil de PVC-U + PMMA



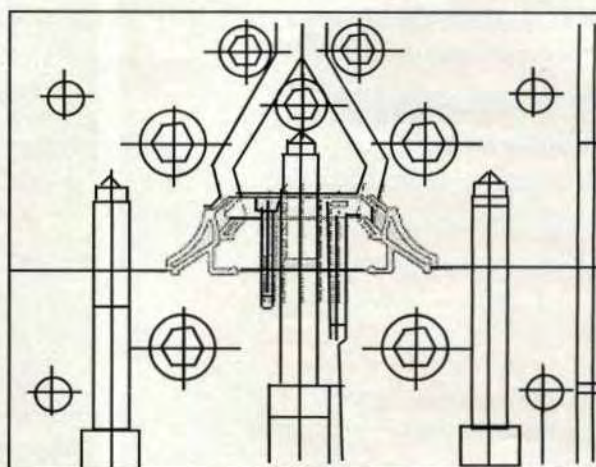
Gráfica 5 Canales de coextrusión para un perfil de PVC-U + PMMA



Gráfica 6 Perfil de una plumilla de parabrisas



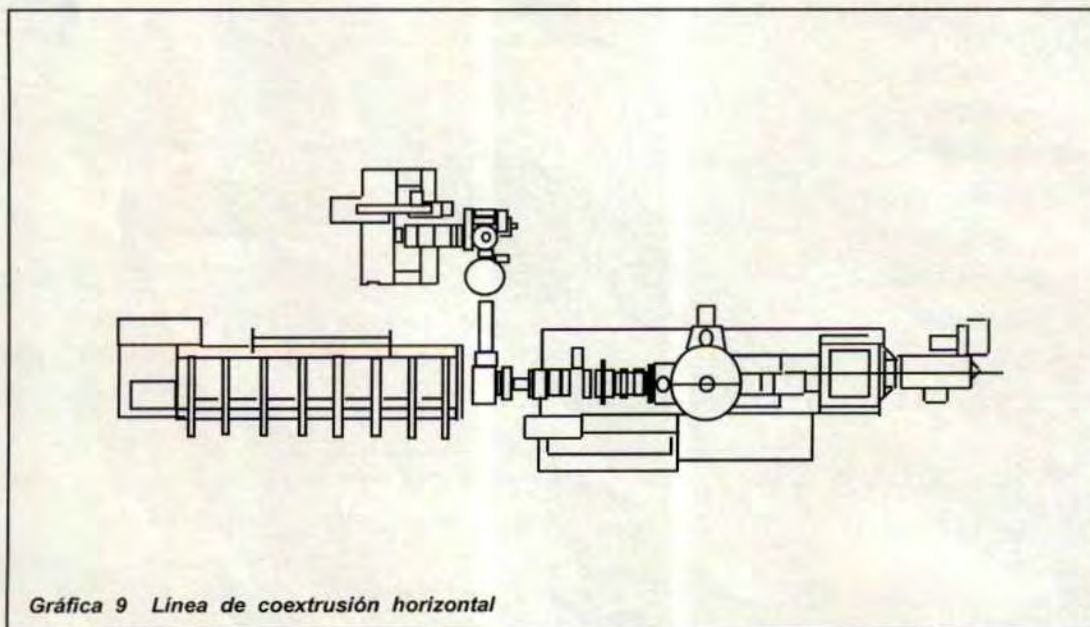
Gráfica 7 Calibración de un perfil de PVC-U + PVC-F



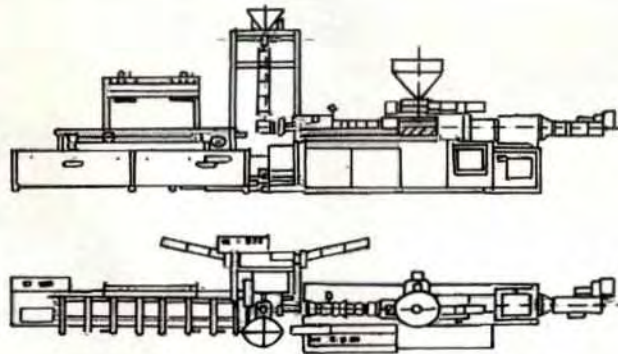
Gráfica 8 Calibración de un perfil de doble faz

Perfil No.	Producto	Material		Peso g / m		Máquina		Velocidad extrusión m/min
		A	B	A	B	A	B	
1	Perfile de ventana	PVC-U	PMMA	1700	70	ME DSK 62	ME B 38/2	1.45
2	Repisa de ventana	PVC-UE	PVC-U	2430	510	ME DSK 62	ME B 45	1.00
3	Perfil de lámpara	PC transp	PC color	765	615	ME 75	ME 60	1.00
4	Perfil de techo	PPO-GF	PC	450	230	ME 60/3	ME 45/3	1.10

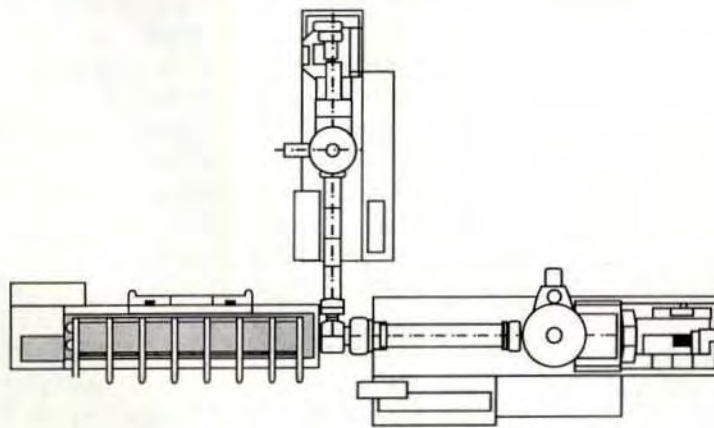
Tabla 4. Perfiles de coextrusión y tamaño de maquinaria



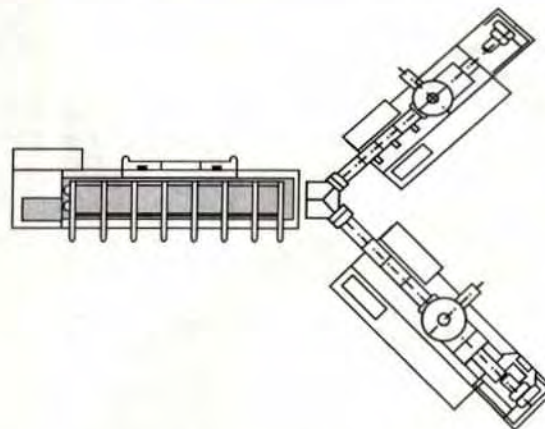
Gráfica 9 Línea de coextrusión horizontal



Gráfica 10 Línea de coextrusión vertical



Gráfica 11 Línea de coextrusión horizontal con pieza angular



Gráfica 12 Línea de coextrusión horizontal en V.

Traducido por:
Ilse König de Laverde
Instructora SENA - ASTIN



FALLAS EN LA ELABORACIÓN DE PELÍCULA

*Por : Ingeniero Peter Pleßke
BASF - Alemania*

En Europa Occidental, 4 300 000 t de polietileno son transformadas cada año en película. Su amplia gama de aplicaciones va desde la simple película sin especificaciones, a partir de granulado reciclado, hasta los materiales de alta complejidad y las películas especiales con propiedades estrictamente definidas. En general puede afirmarse que las exigencias de calidad van en constante aumento y que un creciente número de clientes solicita materiales con precisa especificación. Deficiencias en la elaboración del polímero pueden afectar el proceso de fabricación y, por ende, causar el rechazo del pedido.

A continuación trataremos de identificar los defectos más comunes y su origen, sin pretender con ello lograr un inventario completo.

EL MATERIAL

Difícilmente encontramos una película sin "lunar", irregularidad que se detecta a simple vista. Puesto que todo producto destinado a la elaboración de película es sometido a ensayos de aptitud, estos lunares se mantienen dentro de ciertos límites, en cuanto a su número y tamaño. Sin embargo, en el camino desde la polimerización

hasta la película terminada, hay muchas situaciones que pueden aumentar su cantidad. Los lunares no sólo dañan el aspecto de la película, afectan también el proceso de producción y, en consecuencia, las funciones que la película debe desempeñar. En aquellos puntos de mayor viscosidad o donde la inclusión de cuerpos extraños impide localmente el estiramiento, se forma un halo delgado alrededor del lunar que puede provocar el rompimiento de la burbuja.

En el laminado, los lunares pueden afectar la unión, por ejemplo cuando penetran en una capa delgada de aluminio o cuando con su halo impiden localmente la adhesión entre las capas. Esta falla es sumamente molesta, porque el halo la hace más visible. Encontramos un defecto similar en el proceso de impresión, donde el rodillo no alcanza a tocar la película en la zona del halo, y la falta de tinta alrededor del lunar resalta aún más la imperfección.

Diferencias de viscosidad

Las variaciones locales de viscosidad que generan "ojos de pescado" o "geles", surgen generalmente en la polimerización, pero también durante la extrusión como consecuencia de una sobrecarga térmica. Este efecto se

produce sobre todo en aquellos tramos de la extrusora, donde una prolongada permanencia de la masa fundida puede deteriorar el material. Para subsanar este problema, se suele recomendar el uso de estabilizantes. Sin embargo, es preferible modificar el tornillo y el cabezal de extrusión. Donde partículas de mayor viscosidad se depositan, el material circundante, que es de baja viscosidad, impide estirarlas al mismo espesor. Si bien los filtros no las retienen, a veces las retardan y las extraen en etapas, bajo aumento de presión.

Impurezas

El posible ensuciamiento del material, por lo general es subestimado en los procesos industriales. Al usar tanques o tolvas abiertas, el granulado siempre está expuesto a que le caiga suciedad, por ejemplo desde las rampas o cuando se rompe la manguera. Nuestros experimentos han demostrado que, a largo plazo, incluso cantidades ínfimas de polvo pueden conducir a una extrema formación de lunares. A veces es la falta de limpieza en vagones-silo o en los conductos entre el silo del cliente y el carro-tanque lo que causa reclamos. Nosotros tratamos de reducir este riesgo al mínimo: Cargamos el camión-silo únicamente, si se nos ha

presentado el correspondiente certificado de lavado. Además lo revisa el personal de carga.

Los sacos empolvados deben ser limpiados por fuera, antes de abrirlos.

Cuando se usa aditivos suministrados en bolsas de papel, hay que evitar cuidadosamente que, al rasgarlas o llenarlas, le caigan fibras de papel al granulado. Toda fibra que se deposite en la superficie del tornillo o del cabezal sin impotar si provenga de la ropa de trabajo, de trapos o estopa de limpieza o caiga sobre el granulado estático en forma de polvo, produce un gran lunar (gráfica 1).

Oxidación

En condiciones térmicas extremas, provocadas muchas veces porque las máquinas llevan mucho tiempo sin limpieza, porque existen zonas muertas o porque el extruder permanece bajo calor permitiendo la penetración de oxígeno, la masa fundida siempre sufre un "cracking." Por lo general, cambia de color, matizándose entre café y negro. Si las capas del "cracking" se desprenden, es casi imposible evitar fallas de producción. Medidas correctivas pueden ser una buena limpieza de la máquina, el uso de material estabilizado o modificaciones en el diseño.

Fallas debido al estabilizante

Un producto que contiene estabilizante en concentraciones inferiores a 300 ppm, genera estrías en la película, al poco tiempo de procesarse. Una observación más detenida revela que estas estrías están compuestas por diminutas horquillas. Este defecto aumenta en función del tiempo, hasta que las horquillas se encuentren diseminadas por toda la superficie

de la película (gráfica 2). En casos extremos, las horquillas se convierten gradualmente en irregularidades gruesas. Según nuestra experiencia, casi todos los estabilizantes, en concentraciones entre 1 ppm y 300 ppm, pueden causar este defecto. Hay que tener en cuenta que, al cambiar de un producto estabilizado a otro no estabilizado, se alcanza temporalmente esta concentración crítica.

Polietileno en polvo

En el transporte neumático de granulado se genera abrasión, es decir se depositan hebras, polvo e incluso sedimentos en las paredes de los conductos. Cuando se cambia el producto en el sistema de transporte, el polvo residual o el desprendimiento de las capas pueden afectar sensiblemente la calidad del termoplástico. Experimentamos con este tipo de material contaminado, agregándole diferentes porcentajes de polvo de polietileno. Las irregularidades y lunares que obtuvimos, están representados en las gráficas 3 y 4.

Humedad

Un granulado húmedo casi siempre es consecuencia de empaques dañados o de haber excedido el punto de rocío. Hay que recordar que la humedad atmosférica se condensa sobre material muy frío. Debido a la humedad, se forman pequeñas burbujas en la película. En las extrusoras con zona de alimentación acanalada, este defecto es más notorio, porque la garganta acanalada facilita un transporte más eficaz del material y también de la humedad.

Pigmentos concentrados

En las películas coloreadas, muchas veces se observa lunares causados por la aglomeración de

pigmentos. Este defecto puede tener su origen en el lote de pigmentos. Sin embargo, debe considerarse también el tornillo, que está encargado de disolver y distribuir el concentrado. Si los problemas se deben al tornillo, posiblemente se logra una mejoría, optimizando los elementos de cizallado y mezcla.

LA EXTRUSORA

La extrusora tiene la función de admitir el granulado o polvo plástico, de transportarlo, comprimirlo, calentarlo y fundirlo, (en ocasiones debe desgasificarlo), de generar presión y homogeneizar la masa. Sólo cuando cumple correctamente con todas estas exigencias, se puede producir película de buena calidad.

Homogeneización

En extrusoras con medidor de temperatura delante de la punta del tornillo, se puede obtener información sobre la homogeneidad de la masa, con base en las variaciones de temperatura que se registren. Los diagramas de la gráfica 5 muestran tales variaciones para tres tornillos diferentes. La gráfica 6 indica las variaciones de espesor que se lograron obtener en una película con un tornillo de buena y otro de mala homogeneización. Entre más varía la temperatura, más varía también el espesor de la película. En cambio, temperaturas de masa más elevadas, con iguales niveles de inhomogeneidad, causan menores variaciones de espesor, por el fenómeno de compensación durante el enfriamiento, que aumento proporcionalmente al tiempo de permanencia entre la zona donde se forma la burbuja y la línea de solidificación. Sin embargo, una elevada temperatura de la masa tiene efecto solamente, mientras

que la burbuja se mantenga estable. La forma como este tipo de irregularidades se manifiestan en la película, se pueden apreciar en las gráficas 7, 8 y 11, que comparan el efecto de tornillos con homogeneización mala y regular, en tanto que las gráficas 9 y 10, muestran portamandriles con y sin distribuidor helicoidal. En los cabezales con portamandril ("araña") las estructuras irregulares se presentan preferiblemente en el centro entre los nervios ("patas"), porque aquí la masa fluye más rápido. En cercanía de los nervios un mayor tiempo de permanencia reduce sensiblemente las variaciones de temperatura.

Perfil de temperatura sobre la sección de flujo

En función de la geometría del tornillo, se genera delante de su punta un perfil de temperatura más o menos claro. La gráfica 12 enseña que, con tornillo igual, las variaciones de temperatura aumentan en la medida que aumenta la viscosidad de la masa. En el canal de flujo, entre la punta del tornillo y la entrada del cabezal, el perfil de temperatura puede modificarse adicionalmente, debido a variaciones de cizalladura e influencias térmicas externas, tales como calefacción o refrigeración. Variaciones del flujo de la masa antes del cabezal hacen que la distribución de la temperatura sea asimétrica. Si la masa llega a la punta inferior del torpedo o al agujero central del distribuidor helicoidal con esta desviación, la distribución de la temperatura sobre la circunferencia de la boquilla no será uniforme.

Queremos ilustrar con un ejemplo de la práctica los efectos que tales variaciones pueden tener en la calidad de la película. En la gráfica 13 observamos el perfil de

temperatura identificado con "garganta de alimentación lisa", tal como lo encontramos en el extruder de un cliente. En la ranura de la boquilla, había variaciones de temperatura de 15 °C (gráfica 14). En los puntos con mayor temperatura, se midió también los valores más altos de contracción transversal. Esto significa que en estos puntos la película sufrió el mayor estiramiento transversal. Lo mismo puede concluirse del perfil de espesor. El punto de la mayor contracción transversal coincide con el de menor espesor de la película. Si se usa una garganta de alimentación acanalada que permita emplear un tornillo con elementos eficaces de mezclado, las diferencias de temperatura delante de la punta del tornillo disminuyen considerablemente (gráfica 13), y con ello también las variaciones del espesor y de la contracción transversal (gráfica 15).

Transporte

Cuando la zona de alimentación transporta más material del que el tornillo puede fundir y transportar en las zonas subsiguientes, se presentan fuertes variaciones de flujo, las cuales pueden medirse delante de la punta del tornillo como diferencias de presión. Tales variaciones en el transporte de la masa ocasionan necesariamente variaciones del espesor en sentido longitudinal, cambios en la forma de la burbuja y, en casos extremos, el desgarre de la película. Tal falla puede ocurrir también con una garganta de alimentación acanalada, por ejemplo cuando se procesa un polímero de elevada densidad que, por su mayor dureza, es transportado mejor y funde a temperaturas más altas. El mejor remedio en este caso, es un tornillo adaptado para cada material. Dentro de ciertos límites ayuda también

un aumento de temperatura en la garganta de alimentación acanalada y en la proximidad de la zona de alimentación.

Otro factor que influye en el flujo de la masa es la concentración de deslizante, tal como lo muestra la gráfica 16. En un ensayo de laboratorio, aumentamos gradualmente la cantidad de deslizante, incorporándolo directamente al granulado. En concentraciones de 400-500 ppm, el flujo aumentó en un 50% frente a la masa sin este aditivo. Pero en concentraciones hasta de 1000 ppm este aumento volvió a reducirse entre un 10 - 15%. Tales registros demuestran, que variaciones en la concentración de deslizante debido por ejemplo a que una mezcla de granulado con y sin deslizante se disgrega producen variaciones en el flujo de la masa y con ello variaciones en el espesor de la película.

La forma del granulado incide directamente en el peso al granel y por consiguiente en la alimentación del tornillo en la salida de la tolva. Granulados de menor tamaño permiten un mejor llenado. Por eso un granulado no uniforme también puede ocasionar variaciones de flujo, lo mismo que polvo y hebras que en el área de la tolva impiden el corrimiento del material plástico.

EL CABEZAL

El tipo de cabezal

La combinación de cálculos y conocimientos empíricos hoy en día permite construir cabezales que producen películas con muy poca variación de espesor. Sin embargo, optimizar un cabezal de este tipo no es posible sino para una sola característica de flujo. Mayores diferencias de estas condiciones

causan variaciones periódicas del espesor sobre toda la circunferencia de la película, que coinciden con el número de canales de flujo o de soportes del portamandril que tenga el cabezal. Tales defectos sólo se pueden corregir mediante modificaciones del diseño. Las gráficas 17 y 18 muestran diagramas característicos del espesor para un cabezal con distribuidor helicoidal y otro con portamandril no optimizados.

En cabezales con portamandril se pueden lograr mejoras colocando un disco perforado, si fuera necesario con mallas, después de los soportes del portamandril ó utilizando un distribuidor helicoidal.

La sección del canal de flujo

En canales de flujo dimensionados muy grandes o reológicamente desfavorables, se presentan sedimentaciones o estancamientos. Cuando se separan estos sedimentos (partículas de carbono), se producen lunares y rompimientos de la película, como ya analizamos antes.

Daños

Los cabezales son herramientas de precisión y deben ser tratados con delicadeza. Daños, especialmente en el labio de la boquilla, afectan la calidad de la película.

Durante los trabajos de montaje, se debe cubrir las áreas sensibles o protegerlas de otra manera. Para limpiar las ranuras de las boquillas no se puede usar herramientas de acero, sino de bronce que es más blando. Se han obtenido resultados dónde al usar este tipo de herramientas, el cobre contenido en la aleación de bronce no influye catalíticamente en la degradación de la masa.

Oxidación en el área de la boquilla

La oxidación de la zona de salida de la boquilla, que ocurre sobre todo durante las paradas, puede afectar la masa fundida. Si la masa fue degradada, gran parte del material craqueado es removido, al reiniciarse el proceso. Pero muchas veces queda una capa en la superficie de la boquilla, que no es arrastrada por la masa. La superficie de la boquilla, ahora irregular, produce marcas en la película, en sentido longitudinal. El contacto de la boquilla con el oxígeno puede evitarse en gran medida, si durante las paradas se deja cubierto la ranura con una torta de masa plástica.

El efecto de este procedimiento puede demostrarse mediante un ensayo realizado así: Se hace funcionar la extrusora por 60 minutos, se toma la muestra, se apaga la máquina y se cubre la ranura de la boquilla con masa. En los cuatro días siguientes se toma una muestra inmediatamente después de la puesta en marcha y una hora más tarde, para determinar, si la formación de estrías se reduce mediante autolimpieza. Luego se desmonta y limpia la hembra y el macho. Después del nuevo arranque y una hora más tarde se toma otra muestra. Con esto termina el programa del día, pero se deja la boquilla tapada. Para una verificación comparativa sirvieron fotogramas de las películas, que siempre han sido tomados en el mismo punto de la circunferencia de la boquilla. La gráfica 19 presenta un resumen del ensayo. Del primer al segundo día se observa un leve aumento de las estrías, que fueron reducidas al nivel original, limpiando la boquilla y el macho. Del segundo al tercer día, la torta de masa

probablemente no selló bien; por eso la formación de estrías fue extremadamente alta el tercer día. Pero este hecho comprueba también, que basta con limpiar la hembra y el macho para reducir las estrías. A los cinco días, efectuándose las limpiezas descritas, se obtuvo una película de la misma calidad como el primer día.

EL ANILLO DE ENFRIAMIENTO

Para elaborar películas de poco espesor y pequeñas variaciones de contracción y resistencia es indispensable mantener una refrigeración uniforme sobre toda la circunferencia de la burbuja. Para determinar la calidad del anillo de enfriamiento, se mide la velocidad del aire en la salida. La gráfica 20 presenta ejemplos prácticos para la medición de la velocidad del aire, en casos donde aparecen grandes variaciones de flujo. Estas variaciones eran de 8 m/s en un anillo con malla incorporada muy sucia. La segunda curva da los valores de una refrigeración interna con entrada de aire descompensada. Posibles fuentes de error son también tornillos sobresalientes u orificios en el conducto de salida del aire. En la gráfica 21 podemos apreciar ejemplos de un buen anillo de enfriamiento. El diagrama superior muestra la distribución de la velocidad del aire, alcanzándose, en complicidad con un buen cabezal, una variación del espesor del $\pm 3,8 \%$.

El daño que causa un defecto mínimo en la salida de un anillo de enfriamiento, de construcción normal, se ve en la gráfica 22. Aquí las variaciones del espesor subieron al $\pm 15 \%$. Los anillos de enfriamiento, igual que los

cabezales, son herramientas de precisión que requieren del correspondiente manejo y cuidado. Nuestros ejemplos anteriores comprueban, que daños y suciedades influyen directamente en la calidad de la película. A lo inverso una refrigeración uniforme es capaz de compensar en gran medida errores causados por el cabezal o el extruder. Una prueba de ello tenemos en la gráfica 23, que representa la distribución del espesor de una película sobre toda la circunferencia de la burbuja entre el cabezal y la línea de solidificación. Las variaciones de $\pm 20,5\%$ medidas después del cabezal se reducen a $\pm 6\%$ a la altura de la línea de solidificación.

Para una refrigeración uniforme son igualmente importantes el montaje concéntrico del anillo como su paralelismo respecto a la cara superior del cabezal.

LA ZONA DONDE SE FORMA LA MANGA

En un capítulo anterior ya hablamos sobre la manera como la altura de la línea de solidificación y la forma de la burbuja influyen en las propiedades de la película y con ello también en la generación de defectos. Fallas de simetría se pueden corregir en parte mediante el ajuste del cabezal¹.

SISTEMA DE PLEGADO

En el sistema de plegado la burbuja tubular es transformada en una burbuja plana. Tal como lo muestran las gráficas 24 y 25, en este tramo la película recorre distancias de diferente longitud que, en el área de la posterior línea de doblado, es

sensiblemente más corta que en el centro, entre las placas; lo cual genera diferencias en la distribución de las fuerzas de halado.

Dependiendo del espesor de la película, de la velocidad de halado, del ángulo de las placas, etc. en el tramo de mayor longitud la película tiende a estirarse excesivamente, tendencia que es reforzada además por la fricción con las placas. El recorrido de fricción por contacto más prolongado coincide con la distancia más larga, lo cual puede producir un estiraje aún mayor. Las menores diferencias de longitud se logran, usando ángulos pequeños de plegado, lo cual sin embargo, requiere de placas guía muy largas, que prolongan también el recorrido de fricción. Se llega a la conclusión que en el plegado de la burbuja se busca necesariamente una solución intermedia para evitar el estirado desigual. Para películas gruesas y velocidades de halado hasta de 50 m/min en el sistema de plegado, se usan placas con tabillitas de madera (tipo persiana). Para películas delgadas que se halan con velocidades hasta de 100 m/min debe reducirse la fricción, utilizando placas de rodillos. A velocidades de halado superiores de 100 m/min se recomiendan rodillos accionados por un motor.

LOS RODILLOS DE PRESIÓN Y HALADO

Daños en los bordes de doblado

Todos sabemos que un papel bien doblado se deja rasgar perfectamente a lo largo de los bordes del doblado. El mismo efecto, no deseado en este caso, se presenta en los bordes de una película tubular aplanada. La forma

como se genera un defecto de esta naturaleza se puede observar en las fotos 26 - 29. En la parte exterior del doblado, la película está sobre-estirada, en la interior combada. Al desdoblarla, se rasga o no soporta cargas dinámicas en el punto delgado que se produjo. Especialmente críticas son las películas de espesores grandes.

Es posible obtener mejoras mediante propiedades equilibradas de resistencia (mayor relación de soplado, óptimos parámetros de proceso), reducción máxima de la presión de aplanado, usando un rodillo de presión con aproximadamente 80 Shore y una buena refrigeración de la película antes de los rodillos de halado. Se recomienda además verificar regularmente el grado de desgaste de los rodillos para garantizar una presión uniforme sobre todo el ancho de la película.

Otros defectos en los bordes de doblado

Los dispositivos de guía y los desviadores pueden causar daños en los bordes de los pliegues, principalmente cuando están protegidos con cintas de teflón defectuosas, que pueden soltar fibra. Se puede prevenir este tipo de daño, protegiendo los bordes mediante rodillos durante el manejo y transporte.

EL SISTEMA DE BOBINADO

Ni siquiera con muy buenas instalaciones de producción (maquinaria) es posible fabricar película totalmente libre de variaciones de espesor. Cuando se bobina una película, los defectos

¹ Este tema se publicará en la siguiente edición del Informador técnico

se acumulan en determinado punto del rollo, generando una bobina no uniforme.

Este problema se corrige mediante la rotación de elementos de la línea de extrusión. Los efectos que se logran con diferentes sistemas de giro están representados en las gráficas 30 - 32. Los mejores resultados se obtiene con rotación del bobinador, porque así se distribuyen todos los defectos. En cambio la rotación de determinados elementos o grupos de elementos (por ejemplo. extruder + cabezal + anillo de refrigeración) no son sino soluciones parciales. Lo comprueba el siguiente caso: Se usó una máquina con rotación del cabezal, del anillo de refrigeración y del cesto de calibración. Aún así, la película bobinada presentó estiraje y no servía para el laminado.

Se nos entregó una bobina para el examen. Determinamos primero el diámetro de la bobina sobre todo el ancho (gráfica 33). La diferencia máxima era de 5 mm. Luego desbobinamos tramos de 10 m para comprobar el comportamiento longitudinal. La gráfica 34 muestra la variación que se midió a lo largo de la película. La medición del espesor realizada cada 10 m sobre la circunferencia, mostró que, a pesar de la rotación de tres elementos de la línea de extrusión, la película tenía un mayor grosor, siempre en la misma zona. Este defecto era acumulativo y produjo una variación del diámetro y el estiramiento de la película; y se debió posiblemente a una distribución no uniforme de la temperatura sobre la circunferencia de la boquilla, causada por el extruder, pero también pudo haber sido provocado por un enfriamiento irregular de la burbuja debido a corrientes de aire en el área de la instalación.

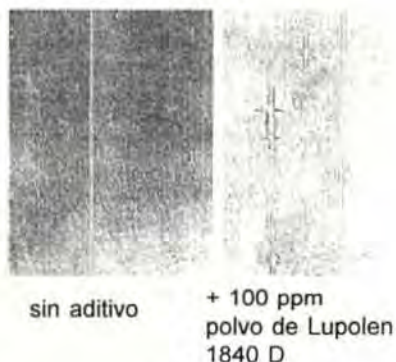


Gráfica 1. Lunar en una película de PE causado por una hebra



Gráfica 2. Horquillas en películas sin estabilizante

Lupolen 3025 K



Gráfica 3. Fallas de homogeneidad en Lupolen 3025 K causadas por polvo de Lupolen 1840 D

Lupolen 3025 K

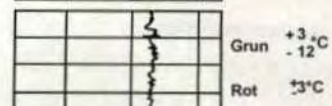


Gráfica 4. Fallas de homogeneidad en lupolen 3025 K, causadas por polvo de Lupolen 1840 D

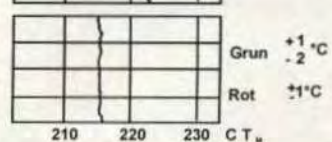
Tornillo 1
con elemento de
mezcla



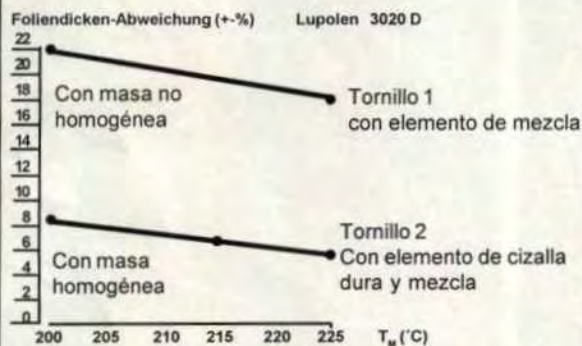
Tornillo 3
con elemento de
cizalladura y
mezcla



Tornillo 2
con elemento
de cizalladura



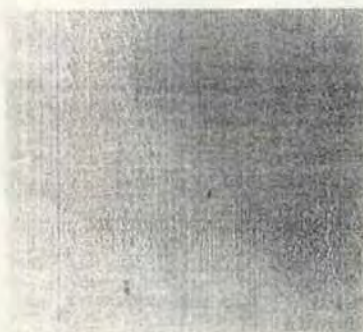
Gráfica 5. Variaciones de la temperatura de la masa en función del tornillo



Gráfica 6. Variaciones del espesor de una película en función de la temperatura de la masa



Gráfico 7. Lupolen 3020 D. Tornillo sin elemento de mezcla, cabezal sin distribuidor helicoidal



Gráfica 8. Lupolen 3020 D. Tornillo sin elemento de mezcla, cabezal sin distribuidor helicoidal



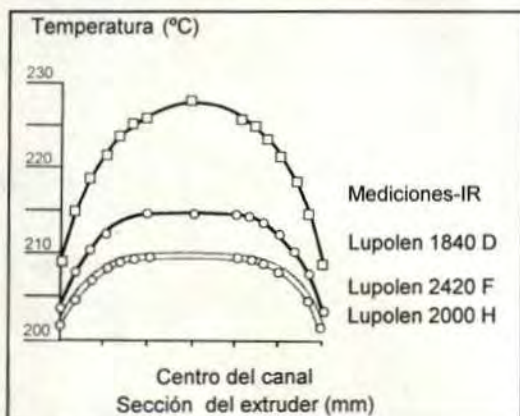
Gráfico 9. Portamandril con distribuidor helicoidal



Gráfica 10. Portamandril con pieza de transición lisa

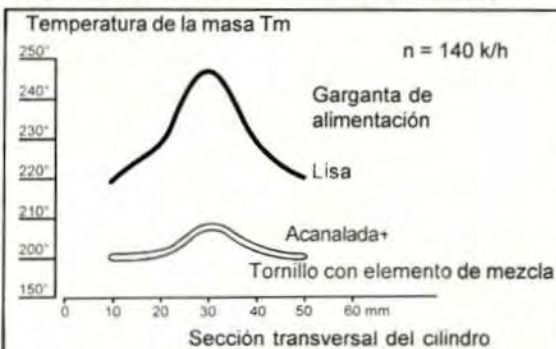


Gráfica 11. Lupolen 3020 D
Tornillo con elemento de mezcla,
cabezal con distribuidor helicoidal



Gráfica 12. Temperatura de la masa delante de la punta del tornillo

Garganta de alimentación lisa versus garganta acanalada. (tornillo con elemento de mezcla)



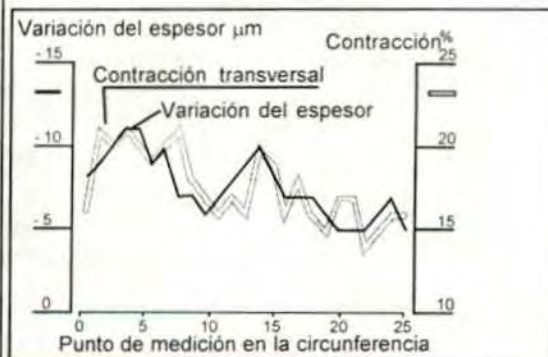
Gráfica 13. Temperatura de la masa delante de la punta del tornillo

Espesor y contracción de la película en función de la distribución de la temperatura de la masa a la salida del cabezal

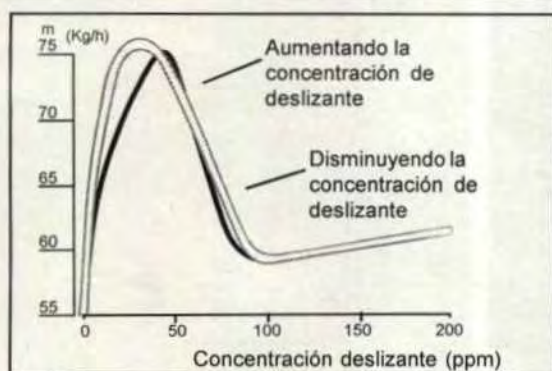


Gráfica 14. Garganta de alimentación lisa

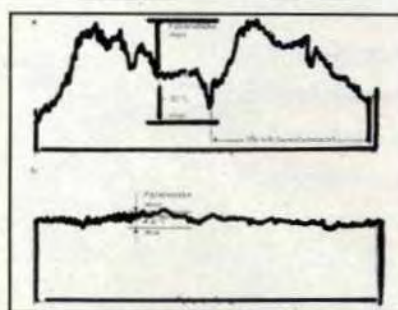
Espesor de la película y distribución de la contracción



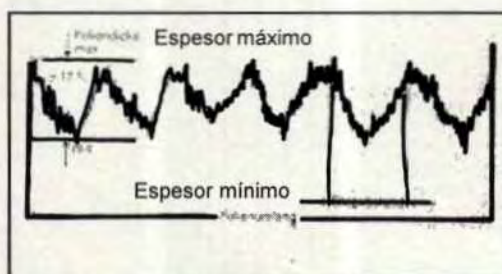
Gráfica 15. Garganta de alimentación acanalada



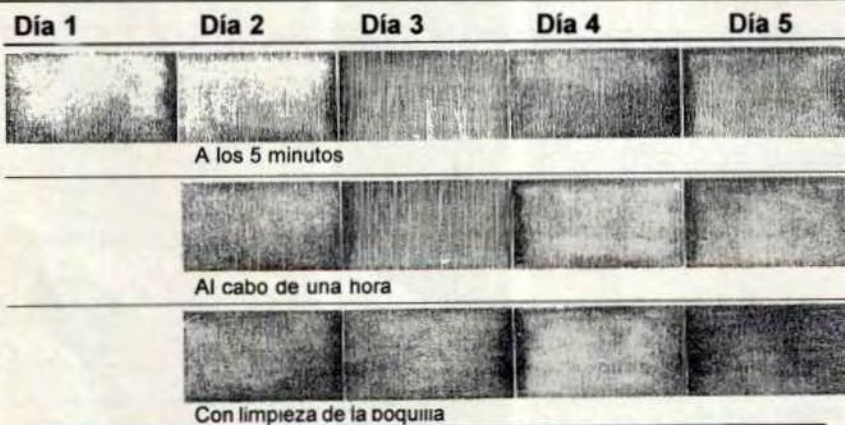
Gráfica 16. Producción en función de las concentraciones de deslizante (zona de alimentación acanalada)



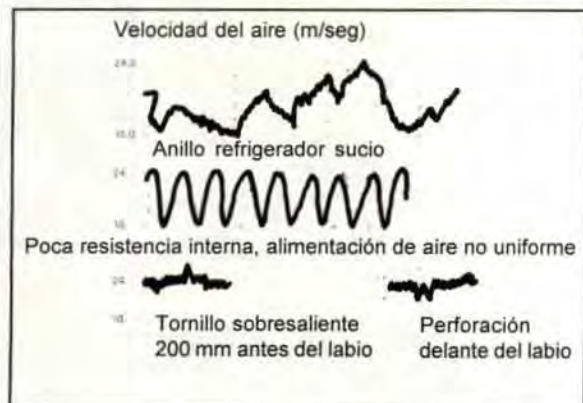
Gráfica 17. Perfil de espesor de una película en un cabezal con distribuidor helicoidal
a. con mala superposición de flujos
b. con buena superposición de flujos



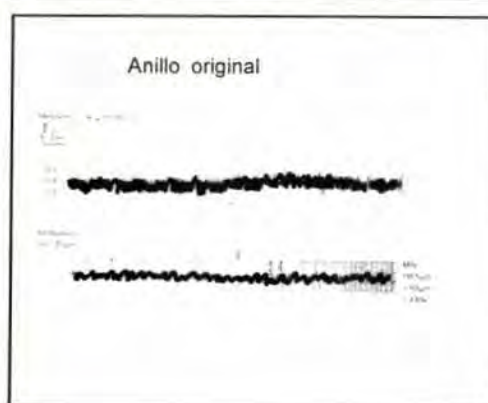
Gráfica 18. Perfil de espesor de una película en un cabezal con portamandril



Gráfica 19. Fotogramas de películas de Lupolen 3020 K, con y sin control de la oxidación en boquillas.



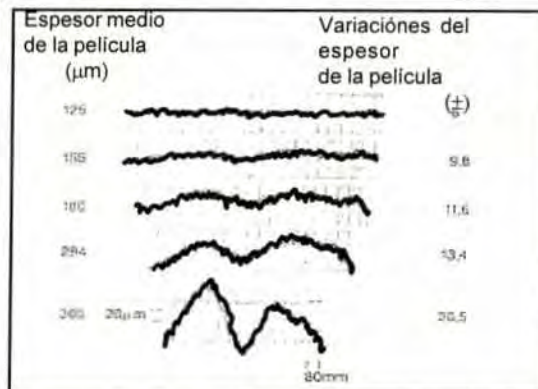
Gráfica 20. Velocidad del aire en la abertura del anillo de refrigeración en función de diferentes factores de falla



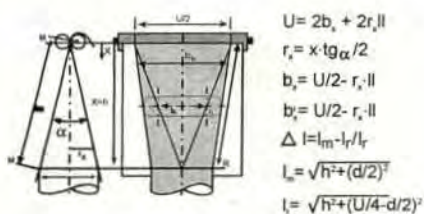
Gráfica 21. Medición de la velocidad del aire en un anillo de refrigeración



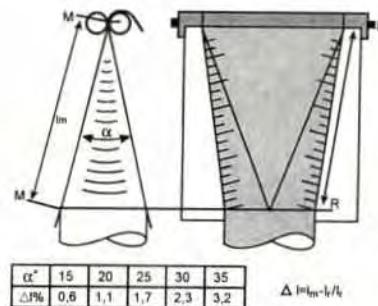
Gráfica 22. Variaciones de espesor en una película debido a fallas en el anillo de refrigeración



Gráfica 23. Variaciones de espesor en una película en la zona del cuello



Gráfica 24. Geometrías en el plegado de una película tubular



Gráfica 25. Formación de arrugas debido a diferencias de longitud en el sistema de plegado

Aumento 100:1, espesor de la película 240 μm



Gráfica 26. Corte transversal de un pliegue

Aumento 100:1



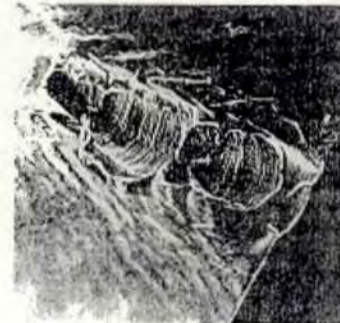
Gráfica 27. Cara externa de un pliegue

Aumento 1000:1



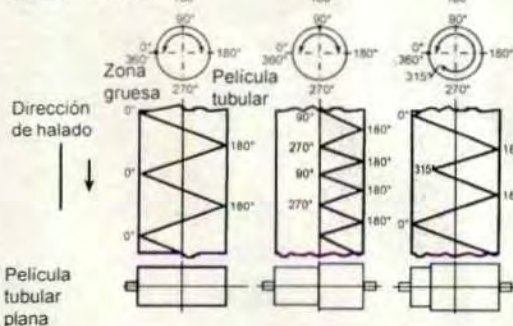
Gráfica 28. Cara externa de un pliegue

Aumento 100:1



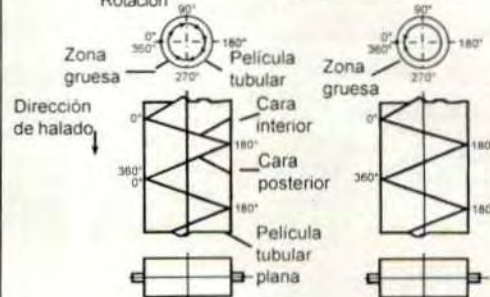
Gráfica 29. Cara interna de un pliegue

Rotación inversa

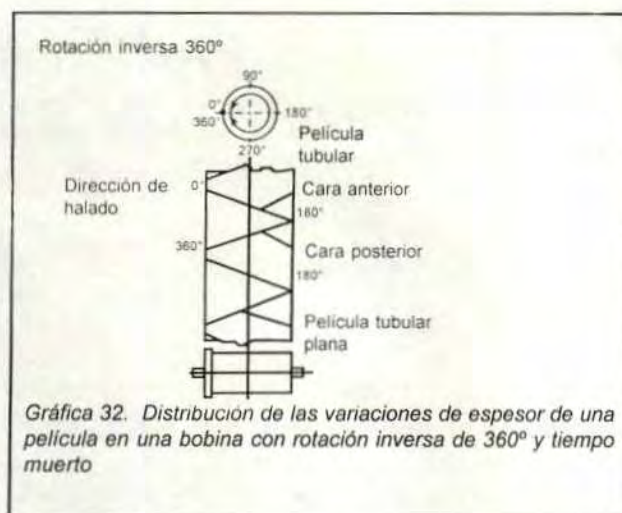


Gráfica 30. Distribución de las variaciones de espesor de película en una bobina con rotación inversa de algunos elementos de la línea de extrusión

Rotación



Gráfica 31. Distribución de las variaciones de espesor de película en una bobina con rotación e inversión de algunos elementos de la línea de extrusión



Traducido para el Informador Técnico
por: Ilse König de Laverde,
Instructora SENA - ASTIN



Ilustración tomada de la Revista de Plásticos Modernos Vol. 71 No. 478 abril 1996

METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA CONTINUA Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

© Reproducido de la revista Plast'21,
con autorización expresa del editor.
Bilbao, España

Para Kaoru Ishikawa la calidad significa calidad de trabajo, calidad de servicio, calidad de la información, calidad en los procesos, calidad de la empresa, calidad de las personas ... De acuerdo con esta concepción, una de sus más importantes aportaciones es la afirmación de que para que la calidad realmente sea una cuestión de todos es preciso disponer de herramientas básicas.

Respecto a su valor para las organizaciones es contundente: "Según mi experiencia, hasta un 95 por ciento de todos los problemas de una empresa puede ser resuelto mediante el empleo de estas herramientas". A lo largo del curso que comienza en esta entrega se irán describiendo estas herramientas y métodos de resolución de problemas, que el Japón desarrolla.

Desde que la calidad se introdujo en la gestión de las empresas han sido varios los gurús que han expresado sus ideas al respecto y actualmente existen en el mercado distintos modelos que estructuran su aplicación en las organizaciones. Aunque con distintas matizaciones y enfoques, todos los expertos coinciden en que el trabajo desarrollado por una organización debe descansar sobre tres pilares básicos: mejora continua, planificación de la producción y reducción de costes.

Dentro del concepto de la mejora continua cabe mencionar el Kaizen (mejora continua en japonés). Masaaki Imai, presidente del Instituto Kaizen lo define como una estrategia basada en el principio de que cualquier método de trabajo en cualquier área puede ser mejorado. El Kaizen aboga por pequeñas mejoras sin un coste significativo frente a grandes innovaciones que suponen fuertes desembolsos económicos. Estas pequeñas mejoras afectan no solo a procesos de fabricación, sino al resto de la organización. El proceso de implantación de la filosofía Kaizen consiste en una aproximación sistemática de la cultura vigente en la organización al objetivo previsto. Se debe diseminar la estrategia por toda la organización a través de

todos los niveles establecidos. El desarrollo de esta política es un proceso continuo sometido a periódicas "auditorías internas de gestión", que consisten en inspecciones en las que los órganos gestores recogen y valoran las reacciones del personal.

El Kaizen aporta a la organización un alto nivel de competitividad, que se puede traducir en los siguientes aspectos:

- Incremento de la productividad evitando grandes inversiones.
- Reducción de costes de producción
- Flexibilidad ante los cambios en la demanda del mercado
- Rápida capacidad de respuesta frente a la competencia
- Personal motivado.

Como dato conviene reflejar que los trabajadores japoneses proporcionan 1,5 millones de sugerencias al año, de las cuales el 95 por ciento se llevan a la práctica.

Dentro de este marco se puede citar la estrategia de eliminación de desperdicios. Se entiende por

desperdicio todo aquello que no añade valor al producto o servicio, es decir, todo lo que no sea cantidad mínima de equipo, materiales, pieza, espacio y tiempo del trabajador que resulten absolutamente esenciales para la actividad de la empresa.

La idea de eliminar desperdicios es comúnmente aceptada por todos, residiendo el problema en la identificación de esos desperdicios dentro de la propia organización. Después de años de actividad en el campo de la mejora, Toyota determinó siete tipos de desperdicio:

- Desperdicio por exceso de producción
- Desperdicio por tiempos de espera
- Desperdicio de transporte
- Desperdicio del proceso
- Desperdicio de existencias
- Desperdicio de movimientos
- Desperdicio por defectos en los productos.

Sin embargo, Kiyoshi Suzaki advierte que además de estos siete desperdicios existe un octavo, que es el peor de todos ellos, que consiste en no aprovechar al máximo las capacidades de las personas de la organización como pueden ser la inteligencia, la imaginación, la creatividad, etcétera.

La mayoría de las mejoras que permiten la eliminación de desperdicios son de sentido común, y pueden y deben ser sugeridas por

cualquier persona de la organización. La idea esencial de la mejora es muy sencilla: El objetivo es que el trabajo resulte más fácil, más rápido, más barato, mejor y más seguro. Para conseguirlo, un enfoque básico consiste en simplificar, combinar y eliminar.

La forma más adecuada para que surjan propuestas de mejora es el trabajo en equipo. No se entiende por equipo simplemente un conjunto de personas que se reúnen para desarrollar una actividad, sino que deben existir ciertas condiciones que garanticen su eficacia: identificación de los participantes con el grupo, objetivos comunes de sus miembros, dinamismo y estructura y metodología bien definidas.

Ciclo de mejora

W. E. Deming popularizó en Japón el ciclo de mejora continua PDCA que fue llamado Rueda de Deming por los japoneses. Deming, sin embargo, lo atribuye a su colega W. Shewhart. Este ciclo consta de cuatro fases:

- P (Plan) Planificar
- D (Do) Realizar

- C (Check) Comprobar
- A (Act) Actuar.

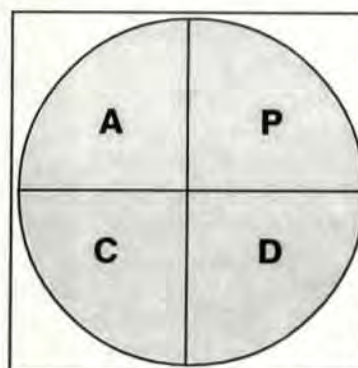
Este es el ciclo fundamental para gestionar cualquier actividad, desde la gestión estratégica, hasta la actividad diaria que debe realizar un operario en una máquina: planificar, ejecutar, comprobar los resultados y actuar en consecuencia con ellos realizando los ajustes que sean necesarios. Asimismo, este ciclo permite resolver los problemas que vayan surgiendo en nuestras organizaciones, u optimizar cualquier situación.

Metodologías para la resolución de problemas

Existen diversas metodologías aplicables a la mejora continua y a la resolución de problemas, todas ellas se soportan en el ciclo de mejora descrito. A continuación se ofrece una visión general de tres de ellas, las más reconocidas y utilizadas a nivel internacional.

Metodología JUSE

La JUSE (Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses) nació en 1946, y en 1962 adquirió la



Ciclo de mejora continua

personalidad jurídica de "fundación". Su objetivo es promover los estudios sistemáticos necesarios para el avance de la ciencia y la tecnología, de modo que contribuyan al desarrollo de la cultura y de la industria. Actualmente forman parte del JUSE cerca de 1.900 empresas, y en sus actividades colaboran 2.000 personas de los campos académicos, industrial y administrativo, englobados en 260 comités diferentes.

La metodología que propone se basa en siete puntos:

1° Encontrar los puntos problemáticos. Utilizando el diagrama de Pareto se averigua qué problemas son los más importantes y, a continuación, se recogen los datos relevantes relacionados con estos problemas.

2° Elaborar una lista con las posibles causas. Aplicando el propio conocimiento y experiencia, se elabora un diagrama causa-efecto. En vez de centrarse en una única posible causa, se elabora una lista de posibles causas. Lo mejor es reunir tantas personas como sea posible para que expongan sus ideas en una sesión de brainstorming. Se debe recordar que el diagrama causa-efecto simplemente muestra todas las posibles causas, no identificando cuáles son las principales.

3° Identificar las causas principales del problema. Utilizar la estratificación, muestreo, diagrama de dispersión y otros métodos estadísticos para identificar las causas principales.

4° Idear medidas para corregir el problema. Como no siempre es factible económicamente atacar

varias causas a la vez, se debe empezar por decidir en cuáles merece la pena invertir tiempo y dinero para eliminarlas.

5° Implantar las acciones correctivas. Nada va a cambiar si la implantación no se hace de forma seria y concienzuda. Si las acciones a emprender se basan en diagnósticos comprobados estadísticamente se llevará a cabo más fácilmente la citada implantación de las medidas correctivas.

6° Comprobar los resultados. Se necesita conocer si las medidas aplicadas han resultado efectivas. Si es posible, esta efectividad debe cuantificarse económicamente.

7° Institucionalizar las nuevas medidas. Se deben establecer normas para asegurarse de que no surgirán de nuevo los mismos problemas.

Metodología Juran

La metodología desarrollada por el Juran Institute, Inc. se basa en los trabajos del Doctor Joseph Juran, considerado uno de los pioneros y grandes maestros de la calidad. Al igual que Deming, Juran fue invitado al Japón a principios de los años 50 por el JUSE para conducir seminarios para ejecutivos de medio y alto nivel. Las ideas de Juran asocian la gestión de calidad a la gestión financiera, mediante lo que se denomina la trilogía Juran: planificación de la calidad, control de la calidad, mejora de la calidad.

En este caso son seis los pasos principales:

1° Identificación del problema. El primer paso para resolver un problema debe ser tomar conciencia

de que dicho problema existe y, para ello, lo mejor es cuantificarlo en dinero. Este es el lenguaje que entienden todas las personas.

Cuando tengamos simultáneamente varios problemas y nuestras limitaciones nos impidan enfrentarnos con todos ellos a la vez, deberemos establecer prioridades. Para esto se pueden emplear varios criterios:

- Rendimiento de la inversión. Este factor tiene gran peso cuando el resto son iguales

- Magnitud de la mejora potencial. Un proyecto grande tiene prioridad sobre varios pequeños

- Urgencia. Puede haber necesidad de reaccionar con rapidez frente a ciertas presiones

- Facilidad de solución técnica. Los proyectos para los cuales la tecnología está ya desarrollada tendrán prioridad frente a aquellos que requieren investigación para descubrir la tecnología necesaria

- Situación de la línea de productos. Los proyectos que afectan a la línea de productos prósperos tendrán preferencia sobre los proyectos que afectan a líneas de productos obsoletos

- Probable resistencia al cambio. Los proyectos que tengan una recepción favorable tendrán preferencia respecto a aquellos que puedan encontrar fuerte resistencia.

2° Organización del equipo que abordará el problema. La resolución de problemas debe tratarse como una tarea de equipo. El tamaño y la constitución del equipo depende, en cada caso, del

problema que se trate. Será necesario contar con un responsable que convoque y dirija las reuniones, levante actas y comunique a la dirección los avances que se van realizando.

3° Recorrido del diagnóstico. Este recorrido nos lleva desde el síntoma a la causa. Tiene tres etapas principales:

- **Análisis de los síntomas.** Comienza por el conocimiento preciso de los signos externos del problema. Estos signos se pueden presentar de dos formas principales: términos usados en los informes de fallos o defectos, o mediante autopsias realizadas para medir y examinar los defectos y para identificar la modalidad del fallo

- **Formulación de teorías.** Se deben formular teorías sobre las causas de los síntomas. Para ello se utilizan diversas técnicas (histogramas, diagramas de Pareto, brainstorming, etcétera)

- **Ensayo de las teorías.** Es la etapa final de diagnóstico. Algunas teorías se pueden ensayar fácilmente, haciendo uso de la información que ya se tiene disponible. Por otro lado, puede haber casos en que el ensayo de las teorías requiera la realización de experimentos muy laboriosos.

4° Recorrido de corrección. El recorrido del diagnóstico nos puede llevar a una gran variedad de causas de origen de los síntomas. Las acciones correctoras se deben implantar teniendo en cuenta que lo que se quiere es optimizar los costes de la empresa y los costes de los clientes. Por eso, es necesario cuantificar, para cada alternativa, el impacto sobre el coste

a nivel de toda la empresa. Una vez las alternativas han sido ponderadas, el equipo de trabajo hace sus recomendaciones al departamento cuyas responsabilidades incluyen el tipo de acción recomendada. De aquí en adelante, la acción queda a la discreción del departamento, aunque es corriente que el equipo conserve el tema en su agenda hasta que la acción haya sido aplicada y comprobada su efectividad.

5° Resistencia cultural al cambio. En el momento de la aplicación de la solución a un problema suele aparecer un obstáculo popularmente denominado "resistencia al cambio". Los cambios, en general, tienen un doble componente:

- Un cambio tecnológico

- Una consecuencia social del cambio tecnológico.

La consecuencia social es la que presenta más problemas. Si se quiere entender la resistencia al cambio, primero se debe analizar la naturaleza de esa consecuencia social. Por lo tanto, el que esté tratando de realizar un cambio tecnológico debe también realizar una evaluación anticipada sobre cuál será el impacto de ese cambio en la sociedad humana afectada.

6° Mantenimiento de lo conseguido. Todos estos pasos serán inútiles si no nos preocupamos de perpetuar la mejora lograda. Para ello, es necesario conseguir que las nuevas formas de trabajar sean aceptadas por el personal como el modo habitual de operar. Realizar acciones correctivas sin contar con el personal nos conducirá con seguridad a un fracaso a largo plazo.

Metodología ISO 9004-4

Dentro de la normativa de aseguramiento de la calidad ISO 9000, la norma ISO 9004 hace referencia a la gestión de la calidad y los elementos del sistema de calidad. Más concretamente, la parte 4 de esta norma (ISO 9004-4) marca las directrices a seguir para la mejora continua de la calidad. En un punto de esta norma se expone la metodología para la mejora continua que se basa en ocho puntos principales.

1° Comprometer a toda la organización. Cuando una organización está bien motivada y gestionada, sus miembros están continuamente implantando actividades encaminadas a la mejora de la calidad ya que esta manera de actuar forma parte de su quehacer diario.

Cualquier actividad para la mejora de la calidad tiene su punto de inicio en el reconocimiento de una oportunidad para mejorar. Este reconocimiento se basa unas veces en la medida de pérdida de calidad o en comparaciones con organizaciones líderes en el campo en cuestión.

Una vez definida la actividad a desarrollar se deben implantar acciones correctivas o preventivas que mantengan el nuevo nivel de actuación.

2° Iniciar un proyecto o actividad de mejora de calidad. Se debe definir y demostrar, si es posible en términos cuantificables, la necesidad, alcance e importancia de un proyecto o actividad de mejora. Hay que asignar a cada proyecto las personas y recursos materiales necesarios, así como un programa que permite realizar

un seguimiento periódico de la marcha del proyecto.

3° Investigar las posibles causas.

El objetivo de este paso es aumentar el conocimiento de la naturaleza del proceso para ser mejorado en la medida de lo posible. La recogida de datos se debe realizar de acuerdo a un plan preestablecido. Es importante llevar a cabo la investigación de las posibles causas con la mayor objetividad, sin ideas preconcebidas. Las decisiones deben estar basadas única y exclusivamente en los hechos reales.

4° Establecer relaciones causa-efecto.

Los datos recogidos tienen que ser analizados para encontrar posibles relaciones causa-efecto. Todas las relaciones causa-efecto deducidas deben estar comprobadas y confirmadas con datos reales según un plan cuidadosamente elaborado.

5° Tomar acciones preventivas o correctivas.

Una vez que las relaciones causa-efecto estén establecidas, hay que desarrollar propuestas de acciones correctivas o preventivas para paliar o eliminar las causas. A continuación, el personal involucrado en la implementación de estas acciones examina las ventajas y desventajas de las proposiciones realizadas. El éxito de esta implementación depende, en gran medida, de la cooperación que preste todo el personal involucrado.

6° Confirmar la mejora.

Se trata de recoger datos, para después analizarlos y comprobar si efectivamente se ha realizado alguna mejora. También se deben llevar a cabo investigaciones que detecten posibles efectos secundarios que hayan podido surgir.

En el caso de que los resultados

sigan siendo no deseables, es necesario redefinir el proyecto o actividades de mejora de calidad y volver al paso inicial.

7° Mantener la mejora.

Después de que la mejora de calidad ha sido confirmada, necesita ser perpetuada. Esto requiere usualmente un cambio en la forma de operar de la empresa, concienciación y entrenamiento del personal y estar seguro de que el cambio realizado ha sido asimilado como una parte integral del trabajo diario. El proceso mejorado necesita ser controlado en el nuevo nivel de actuación.

8° Continuar la mejora.

Si se obtiene la mejora deseada hay que seleccionar e implantar nuevos proyectos o actividades de mejora de calidad. Se recomienda establecer prioridades, y asignar límite de tiempo para cada proyecto.



Ilustración tomada de la revista XIII Magazine No. 11 Sep 1993

Metodologías y herramientas para la mejora continua y para la resolución de problemas en el Sistema de Aseguramiento de Calidad ISO 9000

La resolución del 95% de los problemas de la empresa es razón suficiente para que cualquier organización se plantee la utilización de Métodos y Herramientas de Resolución de Problemas. Si después de una razón tan contundente, todavía quedasen escépticos respecto a la utilidad de estas herramientas, se puede añadir que la utilización de metodologías y herramientas de resolución de problemas afecta directamente a una serie de apartados de las normas de aseguramiento de la Calidad de carácter contractual ISO 9001-9002-9003. A continuación describimos estas relaciones.

Los apartados en los que se puede integrar las metodologías y herramientas de resolución de problemas son los siguientes:

Responsabilidad de la dirección

La dirección debe definir las responsabilidades, la autoridad y las relaciones entre todo el personal que

trabaje con las metodologías y herramientas de resolución de problemas (especialmente en lo que afecte al facilitador como representante de la dirección en todo este proceso).

La dirección debe revisar a intervalos apropiados que el sistema empleado mantiene su eficacia y adecuación.

Control de procesos

Los procedimientos de control de procesos pueden requerir el uso de metodologías y herramientas de resolución de problemas.

Control de productos no conformes

Los procedimientos de identificación, documentación, evaluación, selección y tratamiento de productos no conformes pueden tener en cuenta el empleo de metodologías y herramientas de resolución de problemas en cada uno de ellos.

Acciones correctivas y preventivas

Aquí se deben establecer documentalmente y mantener al día los procedimientos para investigar las causas de las no conformidades y tomar las medidas correctivas que eviten su repetición. Estos

procedimientos dependen de forma directa de como se hayan establecido las etapas para la aplicación de metodologías y herramientas de resolución de problemas.

Control de la documentación y registros de calidad

La aplicación sistemática de metodologías y herramientas de resolución de problemas genera documentos de calidad que, como tales, deben estar sujetos a los procedimientos reflejados en estos dos puntos de la norma.

Formación y adiestramiento

Las características del proceso de formación impartido por el facilitador a los futuros usuarios del MHRP deben quedar recogidas en este punto.

Técnicas estadísticas

Dado el carácter estadístico de algunas de las herramientas empleadas en las metodologías y herramientas de resolución de problemas (Gráficos de Control, Capacidad del Proceso, Histograma, etc.), deben estar sujetas a lo que este punto establezca sobre los procedimientos de su selección y uso.

BIBLIOGRAFÍA

Tomado de:
Revista Plast 21, No. 62
Junio - Julio 1997, p 53-56.

Agradecimientos

A EDICIONES TÉCNICAS IZARO S.A. de Bilbao, España, por la colaboración al Centro ASTIN, al permitirnos reproducir este documento en la presente edición, como una contribución a la actualización tecnológica para el desarrollo de la industria colombiana.

los lectores interesados en obtener más información sobre este tema pueden dirigirse a la siguiente dirección:

c/ mazustegui, 21-3ª y 4ª planta
48006 - Bilbao, España. Teléfono:
(94)4159022 * Fax: (94) 4162743.

También pueden encontrar información sobre este tema y otros de su interés en el Servicio de Información y documentación Tecnológica ASTIN, en la siguiente dirección:

Calle 52 2Bis-15
Apartado Aéreo: 8053
Teléfonos: (92)4476166, 4467170
44761 64

Fax: (92) 4476166, 4467182
E-mail: senastin@colnet.com.co
senastin@cali.cetcol.net.co
<http://www.sena-astin.edu.co>



REVISTAS TÉCNICAS PARA LA INDUSTRIA

La información más actual sobre los desarrollos tecnológicos e industriales se publica inicialmente en las revistas técnicas, por esta razón les ofrecemos a continuación un listado de las revistas más importantes en las áreas de metalmecánica y de los plásticos que conforman la Hemeroteca del Servicio de Información y Documentación Tecnológica ASTIN. Los invitamos a consultar la literatura especializada que diariamente adquirimos y procesamos para que ustedes tengan un fácil acceso a la información técnica más reciente.

ACABADO DE SUPERFICIES

COATINGS MAGAZINE

Contiene información relacionada con la industria de los revestimientos y el acabado de superficies.

METAL CASTING AND SURFACE FINISHING

Publica información especializada en los procesos de fundición y acabado de superficies de metales.

METAL FINISHING

Aborda temas relacionados con el acabado de superficies metálicas.

PINTURAS Y ACABADOS INDUSTRIALES

Informa sobre temas relacionados con recubrimientos orgánicos y metálicos. Trata artículos e información sobre pinturas, barnizado, esmaltes, metalización circuitos impresos, serigrafía, tratamientos químicos y electroquímicos de superficie.

CAUCHO

REVISTA DEL CAUCHO

Publica encuestas, entrevistas y reportajes exclusivos sobre actividades de su especialidad, y trabajos sobre técnicas de fabricación y tratamiento del caucho.

RUBBER CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

Aborda temas sobre estudios de investigación, desarrollos técnicos e ingeniería química relativa al caucho y a sustancias relacionadas.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Publicación especializada en información procedente de la investigación científica en todas sus áreas.

MUNDO CIENTÍFICO

Contiene información especializada procedente de la investigación científica en todas sus áreas.

R & D RESEARCH AND DEVELOPMENT

Trata temas sobre investigación, desarrollo y mejoramiento de la calidad; publica artículos sobre investigación científica y desarrollo tecnológico.

REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT

Publica información divulgada por de la Universidad EAFIT en las diferentes áreas del conocimiento.

DISEÑO

DESIGN ENGINEERING

Abarca información dirigida a ingenieros y personal relacionado con las tareas de diseño en ingeniería.

MACHINE DESIGN

Presenta información sobre la aplicación de la tecnología a la ingeniería del diseño de productos y maquinaria.

FUNDICIÓN

DIE CASTING ENGINEERING

Publica artículos técnicos e información sobre las actividades de la Industria de la Fundición en Norte América.

FOUNDRY

Información dirigida a las áreas de dirección administrativa y de producción y al personal técnico y de compras en plantas de fundición de metales para la fabricación de moldes y piezas moldeadas.

METAL CASTING AND SURFACE FINISHING

Aborda temas especializados en los procesos de fundición y acabado de superficies de metales.

MODERN CASTING

Informa sobre los desarrollos en equipos y procesos de la industria de la fundición.

GENERACIÓN DE ENERGÍA

POWER

Presenta artículos sobre instrumentación y controles, computadoras, software, combustibles y su manipulación, generación de energía, turbinas de gas y de vapor, motores, bombas, compresores, válvulas, tuberías, producción de vapor y control de la contaminación.

GESTIÓN AMBIENTAL

INDUSTRY AND ENVIRONMENT

Información referente a la protección y conservación del medio ambiente, principalmente lo relacionado con la industria y los productos químicos.

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ELECTRIC POWER INTERNATIONAL

Cubre todos los aspectos relacionados con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

MUNDO ELECTRÓNICO

Presenta artículos e información concerniente al desarrollo y aplicaciones de la electrónica en todos los campos.

INGENIERÍA INDUSTRIAL

INDUSTRIAL ENGINEERING

Editada por el Institute of Industrial Engineers. Cubre todos los aspectos de la ingeniería industrial.

INDUSTRIAL WORLD EN ESPAÑOL

Presenta artículos e información sobre nuevos equipos, materiales y procesos industriales.

TECHNICAL REVIEW SULZER

Editada por la firma Sulzer. Presenta información especializada en sistemas e instalaciones, tecnología médica, Industria química, del petróleo y del gas, mercados seleccionados en el sector de la ingeniería y construcción de plantas.

TECHNISCHE MITTELUNGEN KRUPP

Trata aspectos generales de la industria tales como control de calidad, desarrollo de máquinas, equipos y procesos, ingeniería de materiales y sus aplicaciones, administración, automatización, etc.

INGENIERÍA MECÁNICA

MECHANICAL ENGINEERING

Información especializada en el campo de la ingeniería mecánica. Presenta artículos e información sobre tecnología y automatización en la industria metalmeccánica.

INGENIERÍA QUÍMICA

CHEMICAL ENGINEERING

Publica artículos sobre diseño, ingeniería, procesos, medio ambiente, equipos etc, relacionados con la industria química.

INGENIERÍA QUÍMICA

Presenta artículos e información sobre diseño, ingeniería, construcción, operación y mantenimiento de plantas industriales.

INGENIERÍA QUÍMICA PARA PROCESOS INDUSTRIALES

Publica temas relacionados con las Industrias Alimentaria, Petrolera, del Gas, Petroquímica, Químicas, Plásticas, Siderúrgicas, Textiles, del Vidrio, Curtiembres.

LUBRICACIÓN

TRIBOLOGÍA Y LUBRICACION

Editada por el Comité de Ingenieros de Lubricación. Publica artículos sobre tribología, lubricación, lubricantes y sus aplicaciones.

MANUTENCIÓN Y ALMACENAJE

MANUTENCIÓN Y ALMACENAJE

Dedicada a la logística a partir de las especialidades de manutención, producción, distribución física y transporte.

MATERIAL HANDLING ENGINEERING

Aborda temas sobre las operaciones, equipo, maquinaria y logística de la manutención y transporte de materiales.

POWDER BULK SOLIDS

Información especializada sobre la tecnología del manejo y transporte de materiales y los procesos de secado.

MATERIALES DE INGENIERÍA

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES

Aborda temas especializados en procesos y materiales avanzados, metales, plásticos y compuestos.

MATERIALS ENGINEERING

Publica información especializada en ingeniería de materiales metálicos, plásticos y compuestos.

MATERIALS + MANUFACTURE

Presenta artículos sobre todos los aspectos relacionados con los procesos de manufactura y materiales en diversas industrias.

MÁQUINAS HERRAMIENTAS

**MÁQUINAS EQUIPOS
HERRAMIENTAS E INSUMOS
INDUSTRIALES**

Presenta artículos e información sobre maquinaria, equipos y procesos de diferentes áreas de la industria.

METROLOGÍA

**MEASUREMENTS AND TESTING
NEWSLETTER**

Información de las comunidades europeas, referente a normas mediciones y programas de ensayos.

**METALURGIA Y
METALMECÁNICA**

ACERO INOXIDABLE

Publica información del Centro para la Investigación y Desarrollo del Acero Inoxidable. Cubre los aspectos referentes a la innovación

tecnológica en procesos y aplicaciones del acero inoxidable.

AMERICAN MACHINIST

Presenta artículos e información sobre máquinas herramientas y procesos de mecanizado.

AUTOMATIC MACHINING

Presenta información sobre máquinas herramientas y procesos automáticos de mecanizado.

CARTA METALÚRGICA

Editada por Fedemetal. Presenta información general sobre diferentes aspectos de las industrias metalúrgicas, metalmeccánica y siderúrgica. Presenta además, informes sobre las actividades de esta organización.

DEFORMACIÓN METÁLICA

Publica información sobre las técnicas de fabricación, acabado y transformación del fleje, chapa, tubos y alambre.

FORGING

Trata información técnica internacional para la industria de la forja.

**INDUSTRIAL AND PRODUCTION
ENGINEERING**

Informa sobre las aplicaciones de la ingeniería industrial y de la producción en las áreas de plásticos, metalmeccánica y automatización industrial.

METALURGIA Y ELECTRICIDAD

Aborda temas sobre metalurgia, bienes de equipo, máquinas herramientas, electricidad, electrónica, instrumentación y control.

**METALURGICAL PLANT &
TECHNOLOGY**

Cubre el campo de la metalurgia en su totalidad, desde la preparación

del mineral, manufactura básica y secundaria hasta el tratamiento térmico.

METAL FORMING

Cubre los aspectos relacionados con los procesos de conformado de metales.

**METALLHANDWERCK &
TECHNIK**

Aborda aspectos relacionados con las aplicaciones que tienen las estructuras metálicas en las construcciones civiles y arquitectónicas en Alemania.

REVISTA DE METALURGIA

Publica información del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Edita trabajos de investigación y artículos científicos o técnicos relacionados con la metalurgia.

TOOLING AND PRODUCTION

Publica artículos técnicos relacionados con las herramientas y procesos de mecanizado en el área metalmeccánica.

WERKSTATT AND BETRIEB

Publica artículos e información sobre el desarrollo en tecnología metalmeccánica y construcciones mecánicas.

MONTAJES E INSTALACIONES

MONTAJES E INSTALACIONES

Publica artículos referentes al montaje y mantenimiento de elementos e instalaciones de procesos industriales y residenciales.

NORMALIZACIÓN

**BOLETÍN INFORMATIVO
ICONTEC**

Presenta información acerca de las actividades y programas

desarrollados por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC).

CALIDAD DE EXPORTACIÓN

Publica información del Centro de Comercio Internacional UNCTAD/ OMC que aborda todos los temas relacionados con la calidad en el continente europeo.

NORMAS Y CALIDAD

Publica información del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). Presenta información sobre electrotecnia, higiene y seguridad, industria agrícola y pecuaria, ingeniería civil, arquitectura, medicina, farmacia y cosméticos, metalmecánica, química e industria química, transporte y embalaje.

NUEVAS TECNOLOGÍAS

ACTUALIDAD TECNOLÓGICA

Ofrece información sobre las innovaciones y avances más llamativos en temas como: generación de energía, informática, industria farmacéutica, petroquímica, industria de procesos, industria alimentaria, medio ambiente, mantenimiento, construcción e ingeniería en instalaciones, entre otros sectores.

EQUIPOS Y PRODUCTOS INDUSTRIALES

Proporciona información especializada en la publicidad de equipos, instrumentos de medición y todo lo relacionado con instrumentación industrial.

NEUMÁTICA E HIDRÁULICA

FLUIDOS

Presenta artículos sobre oleohidráulica, neumática y automatización de procesos industriales.

HIDRAULICS AND PNEUMATICS

Aborda información acerca de los sistemas de control del movimiento y fuerza de los fluidos y su aplicación en los procesos industriales.

PLÁSTICOS

ADHESIVES & TOOLING FOCUS

Contiene información sobre el desempeño de los polímeros producidos por la firma Ciba Speciality y la manera como se pueden mecanizar.

C.E.P. BOLETÍN DEL CENTRO ESPAÑOL DE PLÁSTICOS

Contiene información acerca de las actividades y programas que desarrolla este Centro.

C. A. SELECTS PLASTICS MANUFACTURE AND PROCESSING

Publica información sobre manufactura, ensayos, mezclas y procesamiento de materiales poliméricos, resinas naturales de interés industrial, aditivos para plásticos y resinas.

C.A. SELECTS PLUS: RECOVERY AND RECYCLING OF WASTES

Publica información sobre procesos y equipos usados para el reciclaje, recuperación, conversión y utilización de todo tipo de materiales de desecho.

CARTA PETROLERA

Informa sobre los proyectos de exploración y producción de

ECOPETROL y todas las actividades relacionadas con este subsector energético.

EMPAQUES

Presenta información especializada en empaques, envases y embalajes, desarrollo tecnológico y control de calidad.

EUROPEAN PLASTICS NEWS

Publica artículos relacionados con las tecnologías de transformación, materiales, procesos y aplicaciones de los plásticos en el continente europeo.

JOURNAL OF ELASTOMERS AND PLASTICS

Información dirigida a la comunidad científica y a los ingenieros involucrados con la investigación, desarrollo y mercadeo de materiales plásticos y elastómeros.

JOURNAL OF PLASTICS FILM & SHEETING

Información especializada en la tecnología de láminas y películas plásticas, incluyendo los procesos de extrusión, coextrusión, propiedades barrera, técnicas de empaque, conformado en vacío y oportunidades de mercado.

KUNSTSTOFFE

Presenta artículos sobre investigación y desarrollo de los materiales plásticos y sus procesos de transformación.

MODERN PLASTICS ENCYCLOPEDIA

Presenta información acerca de los avances tecnológicos en resinas plásticas, materiales compuestos, aditivos, máquinas y equipos auxiliares, procesos de transformación y acabado de plásticos. Presenta además un listado de nombres comerciales de los productos y una guía para compradores y usuarios.

MODERN PLASTICS INTERNATIONAL

Publica temas especializados en el desarrollo de procesos de transformación, materiales, maquinaria y aplicaciones de los materiales plásticos.

NOTIENVASES

Editada por la División de Envases de PELDAR. Informa acerca de las novedades en los envases de vidrio y del resultado de las investigaciones que las industrias del mundo entero realizan sobre el vidrio.

PLAST 21

Publica información sobre investigación y desarrollo de los plásticos y sus procesos de transformación.

PLASTICS FOCUS

Publica artículos sobre las últimas noticias generadas en cuanto a productos y procesos provenientes de las principales empresas norteamericanas dedicadas a la transformación de los plásticos.

PLASTICOS EN COLOMBIA

Información de la Asociación Colombiana de Industrias Plásticas (ACOPLASTICOS), sobre el estado de la industria colombiana de los plásticos y las tendencias en el desarrollo de materiales y maquinaria.

PLASTICS ENGINEERING

Información enfocada a las tecnologías de transformación, materiales, procesos y aplicaciones de los plásticos.

PLASTICS NEWS

Publica noticias y artículos relacionados con la industria de los plásticos en Estados Unidos y el mundo.

PLASTICS RECYCLING UPDATE

Publica información sobre la industria de reciclaje de plásticos en Norte América, trata además temas referidos a la tecnología, economía, datos estadísticos, legislación y mercados.

PLASTICS TECHNOLOGY

Aborda temas referentes a los procesos de transformación y desarrollo de los plásticos.

PLASTICS WORLD

Publica artículos relacionados con el desarrollo en procesos, materiales, aplicaciones y diseño de productos plásticos.

PLÁSTICOS UNIVERSALES

Presenta artículos sobre investigación y desarrollo de los plásticos y sus procesos de transformación.

REINFORCED PLASTICS

Publica información especializada en el desarrollo de procesos de transformación, materiales, maquinaria y aplicaciones de los materiales plásticos reforzados.

REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS

Editada por la Asociación para el Fomento de la Ciencia y de la Técnica FOCITEC, trata temas especializados en ciencia y tecnología de polímeros.

TECNOLOGÍA DEL PLÁSTICO

Publica información especializada en información sobre desarrollo de procesos, materiales, tecnología y aplicaciones de los plásticos.

ROBÓTICA

ROBÓTICA

Cubre todos los aspectos de la robótica, incluyendo percepción sensorial, software, sistemas de CAD/CAM, cinemática y dinámica, diseño de robots, solución de problemas, desarrollo de cursos y métodos de entrenamiento, y artículos teóricos y prácticos de interés.

SEGURIDAD INDUSTRIAL

PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

Publica temas relacionados con la seguridad industrial y la salud e higiene ocupacional. Presenta además, informes sobre las actividades de este organismo.

SOLDADURA

SOLDADURAS Y TECNOLOGÍA DE UNIÓN

Información de la Asociación Española de Soldadura y tecnologías de unión, sobre trabajos de investigación, eventos, publicaciones, productos, equipos e instalaciones relacionadas con la industria de la soldadura.

SVETSAREN

Presenta información sobre soldadura, el control de calidad, normas de seguridad y protección, desarrollo tecnológico en maquinaria y procesos de soldadura.

WELDING DESIGN AND FABRICATION

Publica información sobre la tecnología de soldadura y su aplicación en varias industrias.





REGIONAL VALLE

CCA ASTIN

**CENTRO COLOMBO ALEMÁN
DE ASISTENCIA TÉCNICA A LA INDUSTRIA**

Calle 52 No. 2 Bis - 15 Apartado Aéreo 8053
Tels. (92) 446 7182 - 447 6164 - 447 1075 Fax. (92) 447 6166 - 446 7170
Santiago de Cali - Colombia

E-Mail Internet: senastin@cali.cetcol.net.co
E-Mail Internet: senastin@colnet.com.co
<http://www.sena-astin.edu.co>