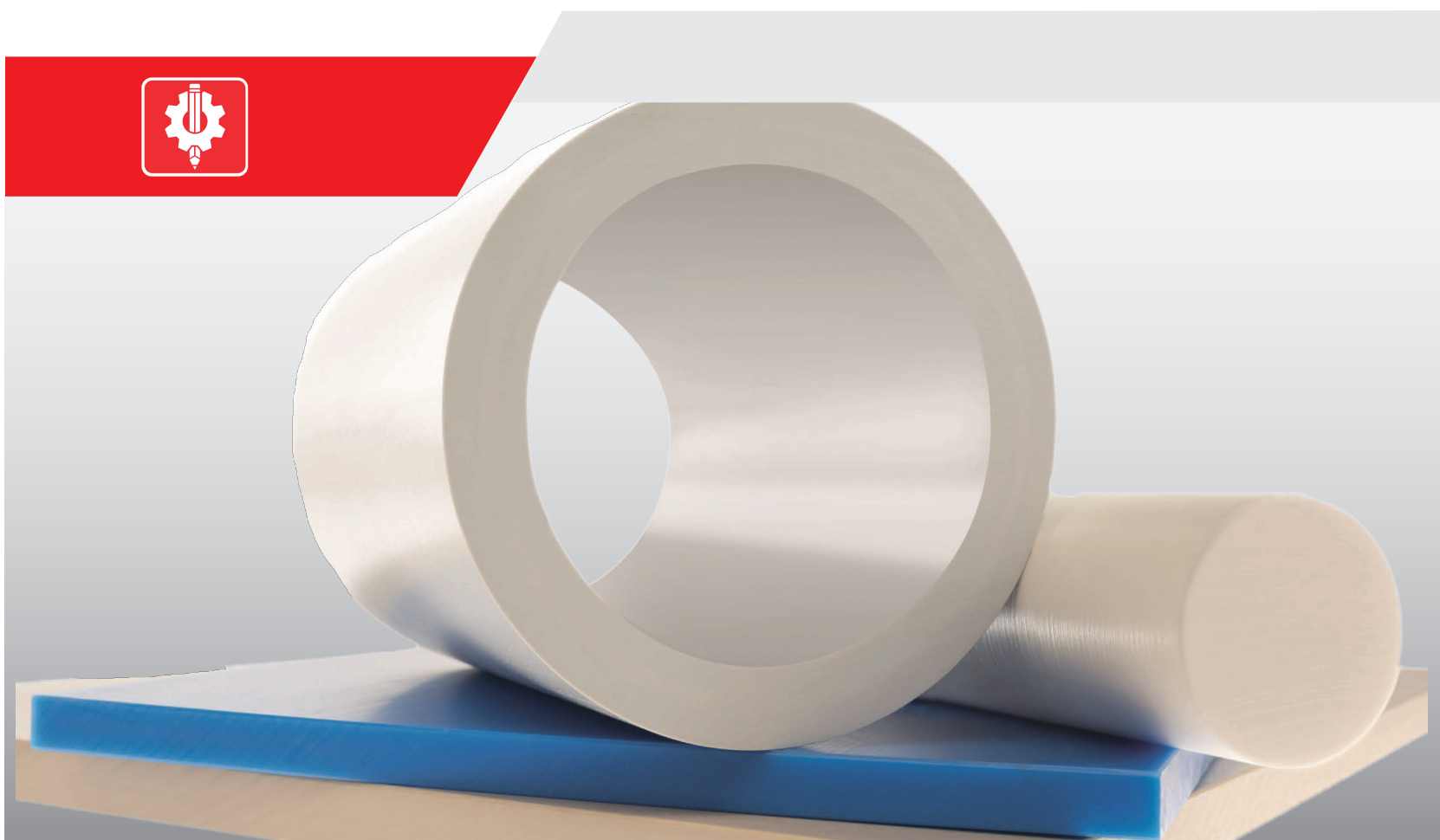


Plásticos de Ingeniería

Guía Técnica



Nylatron®

Ketron®

Proteus®

Fluorosint®

TIVAR®

Acetron®

Sanalite®

A Group Company of  **MITSUBISHI CHEMICAL**



Con más de 80 años de experiencia, 30 oficinas en 20 países y un equipo experto de soporte técnico, ingeniería y desarrollo de aplicaciones, Mitsubishi Chemical Advanced Materials es el líder global en investigación, desarrollo y fabricación de plásticos de ingeniería de alto rendimiento. En México es representado por MCAM México / Nylamid® cuyas sedes se encuentran en Toluca, Irapuato y Guadalajara. Nuestros productos hacen del mundo un lugar más eficiente, proporcionando soluciones en industrias como:

- Procesamiento y envasado de alimentos
- Construcción y equipo pesado
- Revestimientos
- Procesamientos químicos, de petróleo y gas
- Ciencias médicas y de la vida
- Transporte y ferrocarril
- Semiconductor
- Energía renovable
- Aeroespacial y defensa

Construido sobre la base de KAITEKI, Mitsubishi Chemical Advanced Materials se esfuerza por desarrollar y mejorar materiales termoplásticos de alto rendimiento, teniendo presente la sostenibilidad de las personas, la sociedad y el medio ambiente. KAITEKI es un concepto original de Mitsubishi Chemical Holdings Group, que propone un camino a seguir en el desarrollo sostenible de la sociedad y el planeta Tierra, sirviendo también como guía para resolver problemas ambientales y sociales.

Plásticos de Ingeniería

Los plásticos son elegidos, cada vez con mayor frecuencia, para la fabricación de partes en lugar de materiales tradicionales como: bronce, acero inoxidable, acero al carbón, aluminio, cerámica, entre otros. Además de reducir costos, pueden:

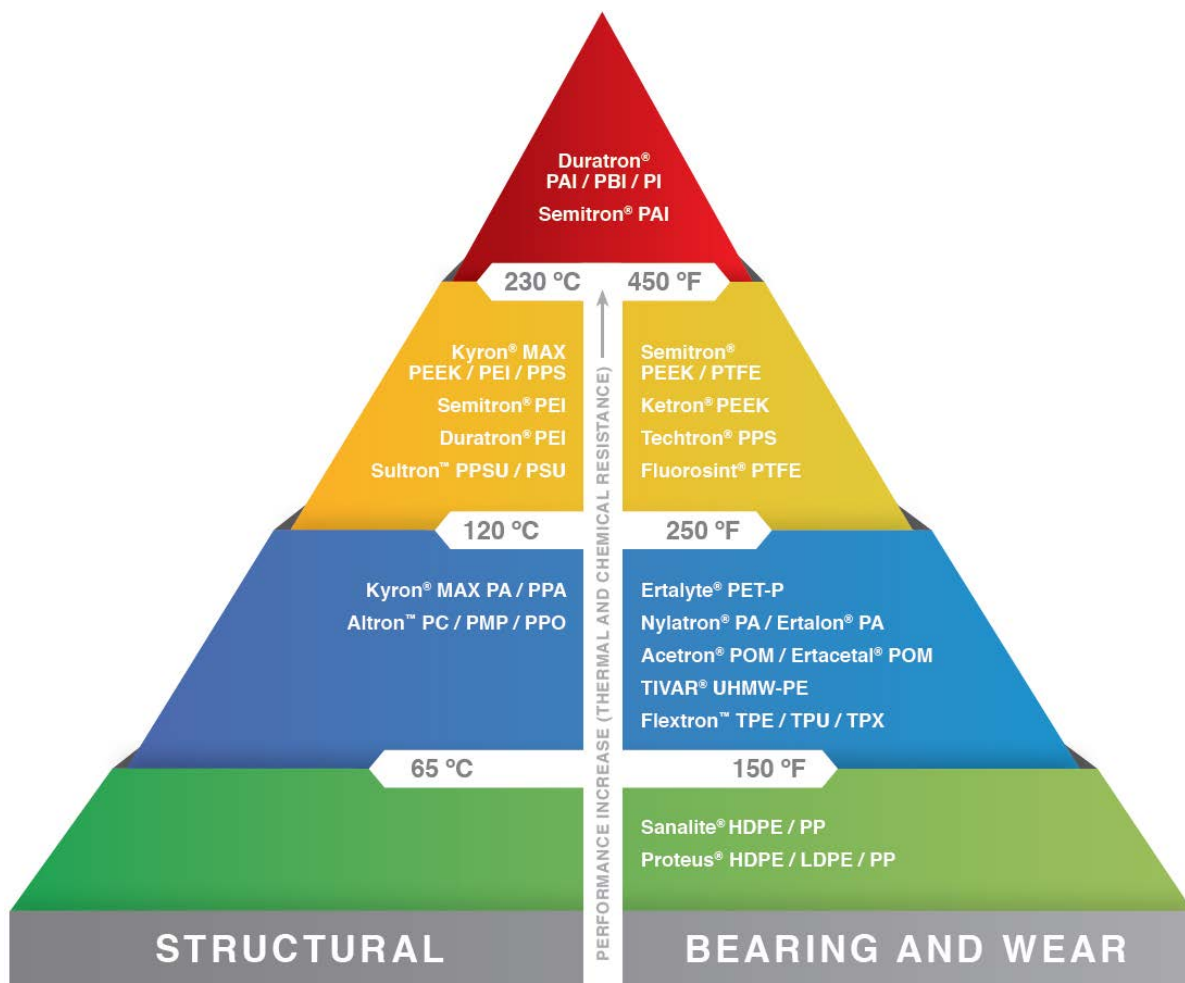
- Mejorar el rendimiento al desgaste incluso en condiciones no lubricadas.
- Brindar mayor vida útil e incrementar la de las partes con las que estén en contacto.
- Aminorar o eliminar lubricación.
- Reducir peso.
- Ahorrar energía.
- Aislar, térmica y eléctricamente.
- Disminuir ruido.

Servicios

- Soporte técnico.
- Detección personalizada de oportunidades de mejora.
- Cursos de capacitación y conferencias.
- Contribución en el desarrollo de aplicaciones.
- Ingeniería y desarrollo de revestimientos que resuelven problemas de flujo de materiales.
- Sistemas de información que facilitan los negocios.

Clasificación de los plásticos

La pirámide de desempeño de materiales clasifica los termoplásticos más comunes de acuerdo a su desempeño por temperatura. Entre estos materiales, pueden ser reconocidas diferentes "familias", todas exhibiendo gran valor de uso en numerosas aplicaciones.



Nylamid®

Poliamida (PA)

Primera alternativa para todo tipo de componentes de desgaste y estructurales.

Cualidades

- Gran resistencia térmica y al desgaste.
- Maquinabilidad.
- Buenas propiedades mecánicas y eléctricas.
- Balance ideal entre resistencia y tenacidad.
- El más amplio rango de presentaciones y medidas.

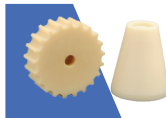
Beneficios

- Mayor rendimiento de las piezas.
- Reducción en la frecuencia de paros por mantenimiento.
- Aminorar el consumo de energía.
- Disminución en el consumo de lubricantes.
- Decece el nivel de ruido.
- Reducción de costos.

Nylamid® M

Nylatron® MC 907 PA6*

- Buenas propiedades mecánicas.
- Utilizado en piezas que tienen contacto con alimentos.



Nylatron® 101 PA66

Nylamid® 6/6

- Cumplimiento FDA.
- Extruido.



Nylamid® SL

Nylatron® GSM PA6*

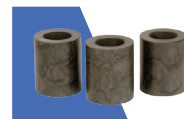
- Autolubricado.
- Mayor rigidez.
- Con carga de Disulfuro de Molibdeno que mejora su capacidad de carga y mantiene resistencia al impacto.



Nylatron® GS PA66*

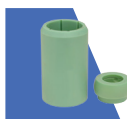
Nylamid® 6/6 SL

- Autolubricado.
- Mayor rigidez.
- Con carga de Disulfuro de Molibdeno.
- Extruido.



Nylamid® XL

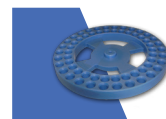
- Extralubricado con aceite mineral que mejora su velocidad de operación y reduce su coeficiente de fricción.
- Menor absorción de humedad.



Nylatron® MC 901 PA6*

Nylamid® 901

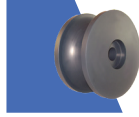
- Mayor resistencia térmica.



Nylatron® GSM BLUE PA6*

Nylamid® GSM Blue

- Doble lubricación.
- Menor absorción de humedad.



Nylatron® NSM PA6*

Nylamid® NSM

- Autolubricado.
- Alto rendimiento.



Nylatron® SLG-FDA PA6*

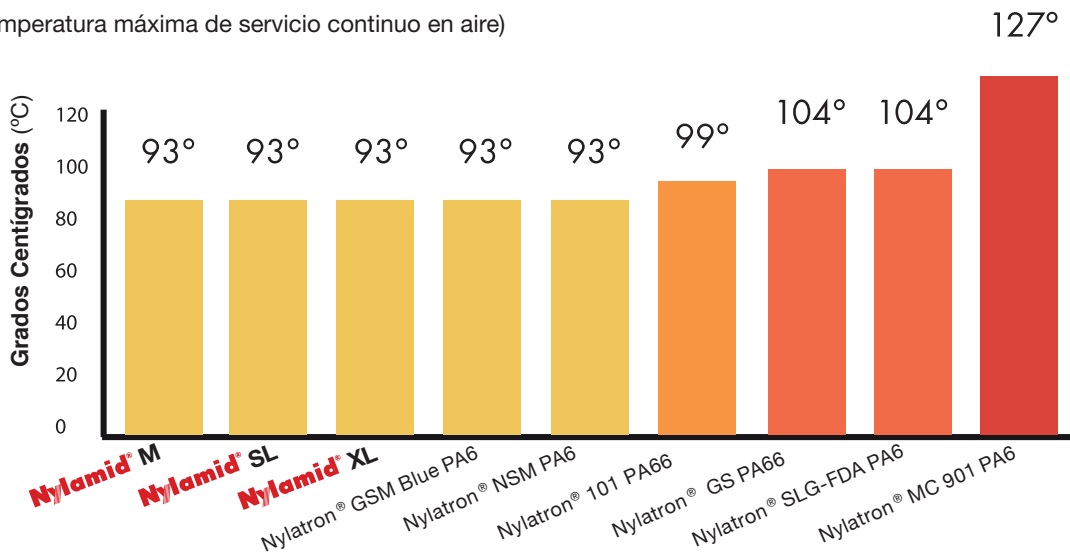
- Lubricado.
- Normatividad higiénica FDA.
- Menor absorción de humedad.



! Nylatron® es material fabricado en Estados Unidos.

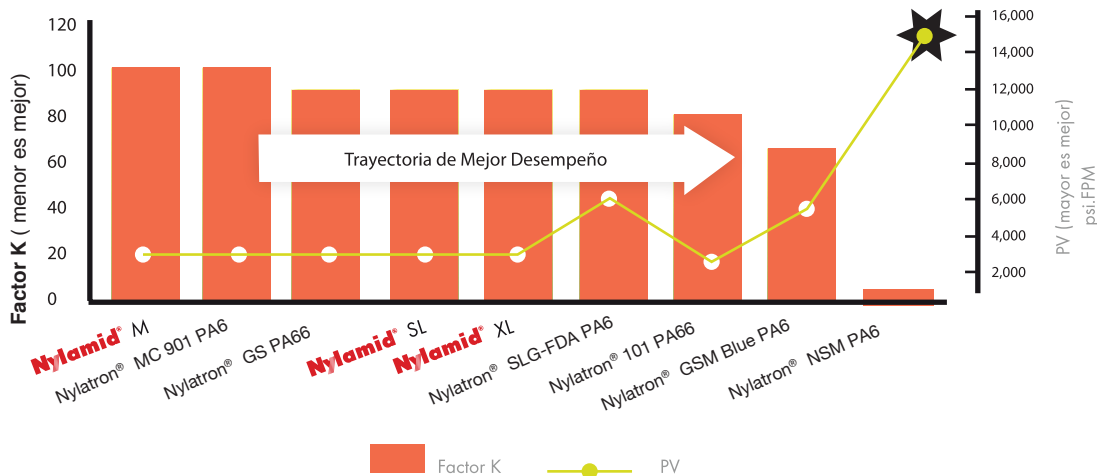
COMPARATIVO DE TEMPERATURA

(Temperatura máxima de servicio continuo en aire)



! **NOTA TÉCNICA**
Los productos de la línea **Nylamid®**/ Nylatron® ofrecen la más amplia variedad de opciones en cuanto a presentaciones y medidas, especialmente para piezas de gran tamaño.

RESISTENCIA AL DESGASTE VS. CAPACIDAD DE CARGA



! **NOTA TÉCNICA**
La temperatura mínima de servicio es de -30°C excepto en el caso de los productos **Nylamid® XL**, Nylatron GS PA66 y Nylatron® SLG-FDA PA66 cuya temperatura mínima de servicio es de -20°C.

PLÁSTICOS DE USO GENERAL

TIVAR®

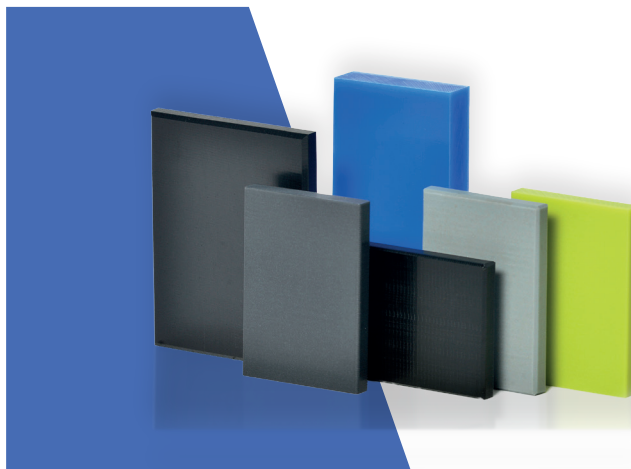
Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMW-PE)

Principales características

- Resistencia al desgaste por abrasión.
- Excelente resistencia a la corrosión.
- Bajo coeficiente de fricción.
- Resistencia dieléctrica.
- Nula absorción de humedad.
- Resistencia térmica de 82 °C.
- Normatividad higiénica FDA, USDA, 3A-SSI.

Formulaciones

- TIVAR® 1000 (Estándar)
- TIVAR® H.O.T. (Resistencia hasta 135°C)
- TIVAR® Ceram P (Resistencia al desgaste en aplicaciones de alta abrasión)
- TIVAR® HPV (Aplicaciones de alta fricción)
- TIVAR® MD (Metal detectable)
- TIVAR® ESd (Antiestático)
- TIVAR® 88 (Revestimientos)
- TIVAR® DRYSLIDE (Rampas de deslizamiento)
- TIVAR® UV (Uso en exteriores)
- TIVAR® CleanStat (Antiestático y cumplimiento FDA)

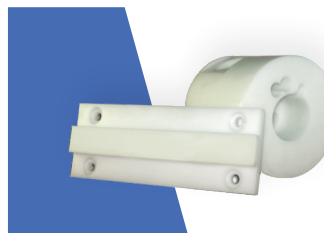
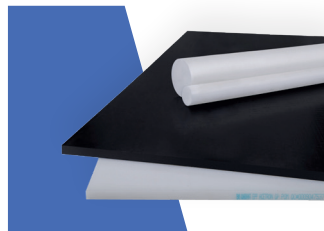


Acetron® GP

Polióxido de Metileno (POM) Copolímero de Acetal

Principales características

- Alta resistencia mecánica y rigidez.
- Baja absorción de humedad.
- Resistencia térmica de 82 °C.
- Libre de porosidades (no tiene línea central porosa).
- Normatividad higiénica FDA, USDA y NSF.
- Maquinabilidad más consistente, con menor ajuste en las configuraciones.
- Disponible también en color negro.
- Propiedades uniformes en todo el material y mejor acabado superficial.



Ertalyte® PET-P

Poliéster basado en tereftalato de Polietileno (PET-P)

Principales características

- Bueno para ambientes secos y húmedos.
- Alta resistencia mecánica y rigidez.
- Normatividad higiénica FDA, USDA, 3A-SSI, CFIA.
- Buena resistencia al desgaste.
- Resistencia térmica de 100°C.
- Excelente estabilidad dimensional.
- Mejor resistencia a los ácidos, con respecto a los materiales **Nylamid**® / Nylatron® y Acetron® GP.

Formulaciones

Ertalyte® TX: rendimiento superior.

COMPARATIVO DE ESTABILIDAD DIMENSIONAL

	Ertalyte®	Acetron® GP	Nylamid® / Nylatron®	TIVAR®
Absorción de agua (24 Hrs.).	0.07%	0.20%	0.30%	<0.01%
Coefficiente lineal de expansión térmica	3.3x10 ⁻⁵	5.4x10 ⁻⁵	5.5x10 ⁻⁵	11x10 ⁻⁵

← más estable → menos estable →

NOTA TÉCNICA

Ertalyte®, se maquina de forma diferente que el **Nylamid**® / Nylatron® y el Acetron® GP, debido a su mayor rigidez y mejor desempeño térmico; también ofrece menor resistencia al agua caliente que el Acetron® GP.

PLÁSTICOS DE USO ESTÁNDAR

Proteus® PP

Polipropileno Homopolímero (PPH) y Copolímero (PPC)

Principales características

- Resistencia a la corrosión.
- Resiste la mayoría de ácidos, alcalinos y solventes.
- Termoformable.
- Normatividad higiénica FDA.
- Resistencia térmica de 82 °C.

Formulaciones

- Proteus® Homopolímero: resistencia a la corrosión.
- Proteus® Copolímero: excelente resistencia al impacto.



Sanalite®

Poliétileno de Alta Densidad (HDPE)





Principales características

- Normatividad higiénica FDA, USDA y NSF.
- Acabado rugoso.
- Nula absorción de humedad.
- Resistencia química.
- Elimina la desagradable combinación de olores y sabores.
- Protege el filo de los cuchillos.
- Fácil de limpiar, lavar y desinfectar.
- Resistencia térmica de 82 °C.

Uso: tabla para corte y preparación de alimentos.



TABLA DE PROPIEDADES

Propiedades	Unidades	Método de prueba	Nylamid [®] M	Nylamid [®] SL	Nylamid [®] XL	
			Nylatron [®] MC 907 PA6	Nylatron [®] GSM PA6	Nylon lubricado con aceite	
 Mecánicas	Gravedad específica, 73°F	-	ASTM D792	1.15	1.16	1.14
	Resistencia a la tensión, 73°F	psi	ASTM D638	12,000	11,000	10,200
	Módulo de elasticidad a la tensión, 73°F	psi	ASTM D638	400,000	400,000	464,100
	Elongación a la tensión (ruptura), 73°F	%	ASTM D638	20	30	75
	Resistencia a la flexión, 73°F	psi	ASTM D790	16,000	16,000	14,700
	Módulo de elasticidad a la flexión, 73°F	psi	ASTM D790	500,000	500,000	450,000
	Resistencia al corte, 73°F	psi	ASTM D732	11,000	10,500	10,000
	Resistencia a la compresión, 10% de deformación, 73°F	psi	ASTM D695	15,000	14,000	13,400
	Módulo de elasticidad a la compresión, 73°F	psi	ASTM D695	400,000	400,000	296,500
	Dureza, Rockwell, 73°F	-	ASTM D785	M85 (R115)	M80 (R110)	M76 (R115)
	Dureza, Durómetro, Escala Shore "D", 73°F	-	ASTM D2240	D85	D85	D82
	Impacto Izod (con muesca), 73°F	ft. lb./in. de muesca	ASTM D256 Tipo "A"	0.4	0.5	0.7
	Coefficiente de fricción dinámico (en seco vs. acero)	-	MCAM TM 55007	0.2	0.2	0.18
	Límite PV (aplicando factor de seguridad de 4:1)	ft.lbs./in. ² min	MCAM TM 55007	3,000	3,000	3,000
	Factor de desgaste "k" x 10 ⁻¹⁰	in. ³ -min/ft. lbs. hr.	MCAM TM 55010	100	90	85
 Térmicas	Coefficiente de expansión térmica lineal (de -40°F a 300°F)	in./in./°F	ASTM E-831 (TMA)	5 x 10 ⁻⁵	5 x 10 ⁻⁵	5.78 x 10 ⁻⁵
	Temperatura de deflexión al calor a 264 psi	°F (°C)	ASTM D648	200 (93)	200 (93)	200 (93)
	Punto de fusión	°F (°C)	ASTM D3418	420 (216)	420 (216)	422 (217)
	Temperatura de servicio continuo en aire (Máx.) (1)	°F (°C)		200 (93)	200 (93)	200 (93)
 Eléctricas	Conductividad térmica	BTU in./hr. ft. ² °F	E1530-11	-	-	-
	Resistencia dieléctrica, corto tiempo	Volts/mil	ASTM D149	500	400	-
	Resistividad superficial	ohm/square	EOS/ESD S11.11	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³
	Constante dieléctrica, 10 ⁶ Hz	-	D150	3.7	3.7	-
	Factor de disipación, 10 ⁶ Hz	-	D150	-	-	-
	Flamabilidad a 3.1 mm (1/8 in.) (5)		UL 94	HB	HB	HB
 Químicas	Absorción de agua por inmersión, en 24 horas	% por peso	ASTM D570 (2)	0.6	0.6	0.3
	Absorción de agua por inmersión, hasta saturación	% por peso	ASTM D570 (2)	7.0	7.0	6.0
	Ácidos suaves: ácido acético, ácido sulfúrico diluido	@73°F/23°C		L	L	L
	Ácidos fuertes: ácido sulfúrico concentrado	@73°F/23°C		I	I	I
	Alcalinos suaves: hidróxido de sodio diluido	@73°F/23°C		L	L	L
	Alcalinos fuertes: hidróxido de sodio fuerte	@73°F/23°C		I	I	I
	Hidrocarburos aromáticos: benceno, tolueno	@73°F/23°C		A	A	A
	Hidrocarburos alifáticos: gasolina, hexano, grasa	@73°F/23°C		A	A	A
	Cetonas, ésteres: acetona, metil etil cetona	@73°F/23°C		A	A	A
	Éteres: éter dietílico, tetrahidrofurano	@73°F/23°C		A	A	A
	Disolventes clorados: cloruro de metilo, cloroformo	@73°F/23°C		L	L	L
	Alcoholes: metanol, etanol, anticongelante	@73°F/23°C		L	L	L
	Luz solar continua	@73°F/23°C		L	L	L
Otras	Cumplimiento de la FDA			Sí	No	No
	Costo relativo (4)			1.0	1.0	1.0
	Maquinabilidad relativa (1 - 10, 1 = más fácil de maquinar)			1	1	1

- (1) Datos estimados en periodos largos a temperatura continua, basados en la práctica y experiencia.
- (2) Muestra de 1/8" de espesor y 2" de diámetro o cuadrado.
- (3) Los datos de resistencia química aplican para condiciones de nulo o bajo esfuerzo, si los esfuerzos se incrementan, el ataque químico puede ser más severo.
- (4) Costo por volumen (cm³) relativo al **Nylamid[®] M**.
- (5) Clasificación estimada basada en los datos disponibles. La prueba UL 94 es una prueba de laboratorio y no está relacionada con el peligro de incendio.

Un guión indica que no hay información disponible para ser publicada.

A = Servicio Aceptable L = Servicio Limitado I = Servicio Inaceptable MCAM TM - Mitsubishi Chemical Advanced Materials Test Method (Método de prueba de MCAM)

Nylatron® 101 PA66	Nylatron® GS	Nylatron® MC 901	Nylatron® SLG-FDA	Nylatron® GSM Blue	Nylatron® NSM	TIVAR® 1000 UHMW-PE	Acetron® GP POM	Ertalyte® PET-P	Proteus® PP
PA66 sin carga	PA6 + MoS ₂	PA6 estabilizado al calor	PA6 + Aceite Cumplimiento FDA	PA6 + Aceite + MoS ₂	PA6 premium + lubricante sólido	Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular sin carga	POM-C Premium libre de porosidad	PET-P sin carga	PP-H / PP-C
1.15	1.16	1.15	1.14	1.15	1.15	0.93	1.41	1.41	.91 / .90
12,000	12,500	12,000	9,900	10,000	11,000	5,800	9,500	12,400	4,800 / 3,400
425,000	480,000	400,000	465,000	500,000	410,000	80,000	400,000	460,000	190K / 152K
50	25	20	50	30	20	300	30	20	400 / 300
15,000	17,000	16,000	15,000	15,000	16,000	3,500	12,000	18,000	4800
450,000	460,000	500,000	525,000	500,000	475,000	87,000	400,000	490,000	195K / 180K
10,000	10,500	11,000	9,300	-	10,000	4,800	8,000	8,000	-
12,500	16,000	15,000	13,500	13,000	14,000	3,000	13,500	15,000	5,000 / 4,800
420,000	420,000	400,000	330,000	425,000	400,000	80,000	260,000	420,000	200K / 175K
M85 (R115)	M85 (R115)	M85 (R115)	M85 (R120)	M80 (R117)	M80 (R110)	R56	M88 (R120)	M101 (R126)	-
D80	D85	D85	-	-	D85	D66	D85	D84	D78 / D72
0.6	0.5	0.4	1.0	0.9	0.5	No rompe	1.0	0.5	1.2 / 8.0
0.25	0.20	0.20	0.14	0.18	0.18	0.12	0.25	0.20	25 / -
2,700	3,000	3,000	6,000	5,500	15,000	3,000	2,700	2,800	-
80	90	100	72	65	12	10 (ASTM D4020)	200	60	-
5.5 x 10 ⁻⁵	4.0 x 10 ⁻⁵	5.0 x 10 ⁻⁵	5.6 x 10 ⁻⁵	5.5 x 10 ⁻⁵	5.5 x 10 ⁻⁵	11 x 10 ⁻⁵	5.4 x 10 ⁻⁵	3.3 x 10 ⁻⁵	-
200 (93)	200 (93)	200 (93)	200 (93)	200 (93)	200 (93)	116 (47)	220 (104)	240 (116)	210 (99) / 212 (100)
500 (260)	500 (260)	420 (216)	420 (216)	420 (216)	420 (216)	275 (135)	335 (168)	491 (255)	327 (164) / 305 (152)
210 (99)	220 (104)	260 (127)	220 (104)	200 (93)	200 (93)	180 (82)	180 (82)	210 (99)	180 (82)
1.7	1.7	2.37	-	-	-	2.84 (ASTM F433)	1.6	2.0	-
400	350	500	-	-	400	1,150	420	385	-
>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹⁵ (ASTM D257)	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹⁵ (ASTM D257)
3.6	-	3.7	-	-	-	2.3	3.8	3.4	-
0.02	-	-	-	-	-	-	0.005	0.02	-
V-2	V-2	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB
0.3	0.3	0.6	0.3	0.3	0.3	< 0.01	0.2	0.07	0.01 / -
7.0	7.0	7.0	6.0	6.0	7.0	< 0.01	0.9	0.9	0.01 / -
L	L	L	L	L	L	A	L	A	A
I	I	I	I	I	I	A	I	L	A
L	L	L	L	L	L	A	A	A	A
I	I	I	I	I	I	A	I	I	A
A	A	A	A	A	A	L	A	A	I
A	A	A	A	A	A	A	A	A	I
A	A	A	A	A	A	A	A	A	I
A	A	A	A	A	A	L	A	A	I
L	L	L	L	L	L	L	L	I	I
L	L	L	L	L	L	A	A	A	A
L	L	L	L	L	L	L	L	L	I
Sí	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
1.0	1.0	1.0	1.1	1.54	1.96	0.6 a 1.7	1.0 a 1.4	1.8 a 3.3	.39 a 1.04
1	1	1	1	1	1	2	1	2	3

La resistencia química de **Nylamid** / Nylatron®, le permite trabajar en contacto directo con productos químicos que tengan un pH de 4 a 10.

Los datos de las propiedades mostradas son un promedio típico de sus valores y varían en función al lote de producción, tamaño y configuración del producto.

Todas las declaraciones, información técnica y recomendaciones contenidas en esta publicación, son presentadas de buena fe, basadas para ser confiables, en pruebas reales y experiencias prácticas. El lector queda advertido de cualquier forma, que MCAM México, no garantiza la precisión de esta información y que es responsabilidad de los usuarios, determinar la factibilidad de uso de nuestros productos en cualquier aplicación dada.

CÁLCULO DE APLICACIONES

Cojinetes

Beneficios

- Aminorar o eliminar el consumo de lubricantes.
- Reducción de daño a las superficies de contacto.
- Adaptación a ligeros desalineamientos.

Datos Requeridos

\varnothing = Diámetro del eje o diámetro del cojinete (plg).

L = Longitud del cojinete (plg).

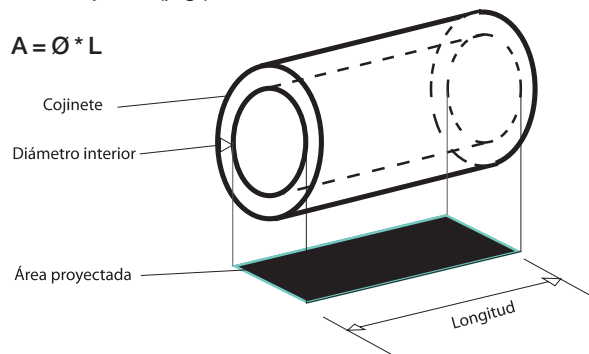
W = Fuerza o carga ejercida por el eje sobre el cojinete (lb).

n = Velocidad de rotación del eje (rpm).

Procedimiento para determinar la factibilidad de uso de nuestros materiales como cojinete:

- 1) Calcule el área (A) proyectada del eje sobre el cojinete (plg²)

$$A = \varnothing * L$$



- El área proyectada (A), es la superficie del cojinete, sobre la que el eje estará aplicando presión.
- La relación entre longitud y diámetro del cojinete, no deberá exceder 2:1.

- 2) Calcule la presión (P) que estará ejerciendo el eje sobre el cojinete (lb/plg²).

$$P = \frac{W}{A}$$

La carga continua máxima deberá ser menor o igual a 1/4 de la resistencia a la compresión del material.

- 3) Calcule la velocidad lineal (V) del eje (pie/min).

$$V = 0.262 * \varnothing * n$$

- 4) Calcule el Factor Presión - Velocidad de Operación (FPVO) al que estará sometido el cojinete (pie lb / plg² min).

$$FPVO = P * V$$

- 5) Compare el Factor Presión - Velocidad de Operación (FPVO) con el Límite de Presión-Velocidad (LPV) de nuestros productos de acuerdo a la siguiente tabla:

Material	LPV
Nylatron [®] NSM PA6	15,000
Nylatron [®] SLG-FDA PA6	6,000
Nylatron [®] GSM Blue PA6	5,500
Nylamid [®] M, SL, XL TIVAR [®] 1000 UHMW-PE Nylatron [®] MC 901 PA6, Nylatron [®] GS PA66	3,000
Ertalyte [®] PET-P	2,800
Nylatron [®] 101 PA66 y Acetron [®] GP POM	2,700

Elija los materiales que tengan valores de LPV mayores al FPVO calculado y si hay más de uno, seleccione en que mejor se adapte a los requerimientos adicionales de la aplicación.

Hay casos en los que las condiciones de trabajo permiten exceder el LPV de un material dado, pero se recomienda tomar las precauciones necesarias.

Consejos:

Para el cálculo de las tolerancias de los cojinetes, deberá tomar en consideración la variación dimensional propia de los termoplásticos.

La lubricación continua con aceite, grasa o agua, incrementan considerablemente el límite de servicio de los cojinetes termoplásticos.

Se sugiere usar siempre lubricación cuando la velocidad del eje sea mayor de 400 pies/min.

Engranajes

Beneficios

- Reducción del consumo de energía, por su bajo peso.
- Reduce o elimina el consumo de lubricantes.
- Ideal combinación de resistencia mecánica y flexibilidad.
- Resistencia a la corrosión.
- Adaptación a imperfecciones de las otras superficies en contacto.
- Operación silenciosa.

Datos Requeridos

D = Diámetro exterior del engrane (plg).

F = Espesor del engrane en la sección dentada (plg).

n = Velocidad de rotación del engrane (rpm).

H = Potencia transmitida (HP).

Z = Número de dientes del engrane.

Procedimiento para determinar la factibilidad de uso de nuestros materiales como engrane:

- 1) Calcule X con la siguiente fórmula:

$$X = \frac{D^2 * F * n}{115 * H * Z}$$

- 2) De acuerdo al siguiente criterio y al cálculo del valor X, determine la factibilidad de uso de nuestros productos como engrane:

Valor de "X"	Factibilidad
>1	Alta, si se recomienda su uso.
0.722 a 1	Media alta, verificar si las condiciones de trabajo permiten su uso.
0.445 a 0.721	Media baja, usar solo si no existen riesgos de daño al equipo.
<0.445	Nula, no se recomienda.

Nota: No Aplica para TIVAR® UHMW-PE ni para Proteus® PP.

Los engranes de acero no endurecidos y de hierro fundido que trabajan a temperaturas hasta de 65° C, son excelentes candidatos para ser sustituidos por nuestros productos.

Ruedas y rodillos

Beneficios

- Resistencia mecánica y a la abrasión.
- Menor transferencia de vibraciones que los metálicos.
- Protege a las superficies con las que hace contacto.
- Reduce el nivel del ruido.

Procedimiento para calcular la capacidad de carga de la rueda o rodillo hechos con nuestros materiales.

- 1) Seleccionar el material para hacer la rueda o rodillo.
- 2) Con la siguiente tabla obtenga el valor del factor de presión "K".

Material	Factor de Presión "K"	
	Estacionario	Giratorio
Nylatron® GS PA66	49	162
Nylamid® M, XL, Nylatron® MC 901 y Acetron® GP POM	45	150
Ertalyte® PET-P	46	142
Nylamid® SL Nylatron® NSM PA6	39	130
Nylatron® GSM Blue PA6	32	106
Nylatron® 101 PA66	30	99
TIVAR® 1000 UHMW-PE	5	12

- 3) Aplique la siguiente ecuación para calcular la capacidad de carga de la rueda o el rodillo:

$$W = K * L * D$$

Donde:

- W = Capacidad de carga máxima (lb).
 K = Factor de presión (lb/plg²).
 D = Diámetro de la rueda o rodillo (plg).
 L = Longitud de contacto de la rueda o rodillo (plg).

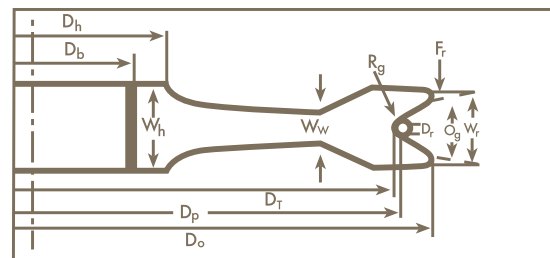
Notas:

- Este procedimiento aplica solo para ruedas o rodillos rodando sobre superficies planas.
- Este cálculo no aplica para Proteus®.
- Para este cálculo está implícito un factor de seguridad de 4X.

Poleas de Nylamid® SL

Beneficios

- Alta capacidad de carga.
- Por su ligereza, mejoran la estabilidad dimensional y la capacidad de carga de las grúas móviles.
- Incrementar la vida útil del cable de acero.
- Por su resistencia a la corrosión son ideales para uso marítimo.



Capacidad de carga de las poleas de Nylamid® SL con cojinetes.

$$Lg = \frac{1750 * Dr * Dt}{K_{\theta}} \quad Lb = \frac{1750 * Wh * Db}{K_{\theta}}$$

Donde:

- Lg = Carga máxima que resiste la garganta (lb).
 Lb = Carga máxima que resiste el barreno (lb).
 Dr = Diámetro del cable de acero (plg).
 Dt = Diámetro de la polea en la garganta (plg).
 Db = Diámetro de barreno (plg).
 Wh = Ancho del cubo (plg).
 Θ = Ángulo de envoltura = $180^{\circ} - \theta$
 K_{θ} = Factores del Ángulo de Envoltura K_{θ}
 θ = Arco de la garganta en contacto con el cable.

Factores del Ángulo de Envoltura K_{θ}

θ	K_{θ}
180°	1.000
170°	0.996
160°	0.985
150°	0.966
140°	0.940
130°	0.906
120°	0.866
110°	0.819
100°	0.766
90°	0.707
80°	0.643
70°	0.573
60°	0.500

RECOMENDACIONES DE MAQUINADO

La presente información se ofrece solo como guía para todo maquinador que quiera fabricar piezas con nuestros materiales limitándose solo a las operaciones más comunes de transformación.

Todos nuestros productos son sometidos a un proceso de relevado de esfuerzos, para asegurar su mejor maquinabilidad y estabilidad dimensional. Sin embargo, la suavidad relativa de los plásticos comparada con metales dificulta mantener tolerancias muy cerradas durante y después del maquinado, por esta razón es importante compensar la variación dimensional con un adecuado cálculo durante el diseño.

Para el maquinado de este tipo de plásticos, se usan las mismas máquinas y herramientas que se emplean para el maquinado de metales, y en algunos casos también máquinas para madera.

Al maquinar plásticos recuerde que...

- Su expansión térmica es hasta 10 veces mayor que la de los metales.
- Disipa el calor muy lentamente. Evite sobrecalentamientos.
- El reblandecimiento y fusión de los plásticos se dan a temperaturas más bajas que en los metales.
- Los plásticos son mucho más elásticos que los metales.
- Se recomienda el uso de herramientas de carburo adecuadamente afiladas y pulidas para optimizar su propia vida útil y el acabado superficial de las piezas.
- El ángulo de incidencia de las herramientas debe ser más agudo que cuando se maquinan metales para minimizar la superficie de contacto entre estas y la pieza.
- Asegúrese de que la herramienta tenga un adecuado ángulo de salida para facilitar la expulsión de la rebaba.
- Sujete la pieza de tal forma que se restrinja su deflexión fuera del alcance de la herramienta y evite dañar la pieza.

Es importante utilizar herramientas a filo vivo o sin recubrimientos para el maquinado de plásticos, las velocidades y avances de corte son variables dependiendo de los equipos donde se realice el maquinado.

Tolerancias

Las tolerancias de maquinado aplicables a termoplásticos, en general, son considerablemente más amplias que las de los metales, debido a su mayor coeficiente de dilatación térmica, absorción de humedad y a las deformaciones producidas por la liberación de tensiones internas que se originan durante y después del maquinado. Este fenómeno se produce principalmente en maquinados asimétricos o en grandes cambios de sección. En estos casos es aconsejable efectuar un tratamiento térmico intermedio después del desbastado para relajar tensiones. Como regla general, para piezas torneadas o fresadas se pueden aplicar unas tolerancias de maquinado de 0.1 a 0.2% en relación a su medida nominal.

Refrigerantes

Generalmente son empleados para el maquinado de diámetros interiores finales o donde se requieren controlar tolerancias muy cerradas, se recomienda utilizarlos para barrenados en operaciones de torneado o fresado para la disipación del calor interno de la pieza. Los refrigerantes sugeridos son los solubles al agua y los no aromáticos. Durante el proceso de corte, el enfriamiento con aire comprimido es muy efectivo.

NOTAS:

En el fresado se pueden usar las herramientas para metales ligeros, se recomienda el uso de herramientas de corte circular monofilas o de 2 flautas para facilitar el desprendimiento de virutas.

Fresado frontal con herramienta de carburo (C-2)					
Material	Profundidad de corte		Velocidad (rpm)	Alimentación	
	(Pulg.)	(mm)		(Pulg./min.)	(mm./min.)
TIVAR® UHMW-PE Nylatron® PA Acetron® POM	0.150"	3.81	2,500 a 4,500	30 a 45	762 a 1,143
	0.060"	1.52	2,500 a 4,500	15 a 20	381 a 508
Ertalyte® PET-P	0.150"	3.81	2,500 a 4,000	10 a 12	254 a 305
	0.060"	1.52	2,500 a 4,000	10 a 12	254 a 305
Proteus® PP	0.150"	3.81	2,500 a 4,500	10 a 15	254 a 381
	0.060"	1.52	2,500 a 4,500	10 a 15	254 a 381
Fresado de acabado / Ranurado					
Material	Acero de alta velocidad (M2, M7)		Profundidad de corte		Alimentación
	(Pulg.)	(mm)	(Pulg.)	(mm)	
TIVAR® UHMW-PE Nylatron® PA Acetron® POM	1/4", 1/2", 3/4", 1", 2"	6.35, 12.7, 19.05, 25.4, 50.8	0.250"	6.35	6,500 a 8,000
	1/4", 1/2", 3/4"	6.35, 12.7, 19.05	0.050"	1.27	7,000 a 8,500
Ertalyte® PET-P	1/4", 1/2", 3/4", 1", 2"	6.35, 12.7, 19.05, 25.4, 50.8	0.250"	6.35	2,500 a 4,000
	1/4", 1/2", 3/4"	6.35, 12.7, 19.05	0.050"	1.27	3,000 a 4,500
Proteus® PP	1/4", 1/2", 3/4", 1", 2"	6.35, 12.7, 19.05, 25.4, 50.8	0.250"	6.35	2,500 a 4,000
	1/4", 1/2", 3/4"	6.35, 12.7, 19.05	0.050"	1.27	2,500 a 4,000

Aserrado						
Material	Espesor del material		Forma del diente	Paso (Dientes/Pulg.)	Velocidad de la cinta	
	(Pulg.)	(mm)			(Pies/min.)	(m/seg.)
TIVAR® UHMW-PE	< 1/2"	< 12.7	Precisión	10 a 14	3,000	15.24
Wakelast® PA	1/2" a 1"	12.7 a 25.4	Precisión	6	2,500	12.7
Nylatron® PA	1" a 3"	25.4 a 76.2	Burdo	3	2,000	10.16
Acetron® POM	> 3"	> 76.2	Burdo	3	1,500	7.62
Ertalyte® PET-P	< 1/2"	< 12.7	Precisión	10 a 14	5,000	25.4
	1/2" a 1"	12.7 a 25.4	Precisión	6	4,300	21.84
	1" a 3"	25.4 a 76.2	Burdo	3	3,500	17.78
Proteus® PP	> 3"	> 76.2	Burdo	3	3,000	15.24
	< 1/2"	< 12.7	Precisión	10 a 14	4,000	20.32
	1/2" a 1"	12.7 a 25.4	Precisión	6	3,500	17.78
	1" a 3"	25.4 a 76.2	Burdo	3	3,000	15.24
	> 3"	> 76.2	Burdo	3	2,500	12.7

Las características de aislamiento térmico de los plásticos deben tomarse en cuenta durante el barrenado, especialmente al maquinarse barrenos de profundidad mayor al doble del diámetro de la pieza. También se recomienda ampliamente el uso de refrigerantes, especialmente cuando se trata de Ertalyte® PET-P.

Barrenos pequeños (1/32" a 1"): Se sugiere el uso de brocas de acero de alta velocidad, si es de hélice lenta haciendo "picoteos" frecuentes se mejora la salida de rebaba.

Barrenos grandes (>1"): Use brocas estándar y de hélice lenta con un ángulo de punta de 118° y un ángulo de labio de desahogo de 9° a 15°.

Generalmente se obtienen mejores resultados haciendo un barreno piloto de 1/2" a una velocidad de 600 a 1,000 rpm, y velocidad de avance de 0.005 a 0.015 plg./rev. Evite la alimentación manual para no producir imperfecciones en el acabado. Para expandir el barreno a diámetros mayores, haga un barrenado secundario a una velocidad de 400 a 500 rpm y velocidad de avance de 0.008 a 0.020 plg./rev.

Además, se deben aplicar los siguientes pasos para reducir riesgos de rompimiento de la pieza, en el barrenado del Ertalyte®.

- 1) Haga un barreno de 1" con una broca con inserto a una velocidad de 500 a 800 rpm y una velocidad de avance de 0.005 a 0.015 plg./rev.
- 2) Realice el maquinado a la medida final usando una barra de interiores con inserto de carbón con radio de 0.015" a 0.030", a una velocidad de 500 a 1,000 rpm y una velocidad de avance de 0.005 a 0.010 plg./rev.

Se puede usar sierra de cinta, de disco, o alternativa de gran paso entre dientes para favorecer a la expulsión de virutas. Deben tener suficiente triscado para minimizar el roce entre la sierra y las paredes de la pieza. Evitar que la pieza se cierre por detrás de la sierra, para no producir una excesiva concentración de calor y el bloqueo de la sierra.

Para eliminar vibraciones, rugosidades excesivas de corte o incluso muescas y roturas, es preciso que la sujeción de la pieza a la mesa de apoyo sea adecuada.

La velocidad de la sierra cinta es variable según el espesor del material. Con la sierra circular se pueden hacer cortes finos en espesores hasta de 3/4". Las herramientas de carburo de tungsteno producen un buen acabado.

Barrenado				
Material	Diámetro nominal del barreno		Alimentación	
	(Pulg.)	(mm)	(Pulg./Rev.)	(mm/Rev.)
TIVAR® UHMW-PE	1/16" a 1/4"	1.59 a 6.35	0.007" a 0.015"	0.178 a 0.381
Wakelast® PA	1/2" a 3/4"	12.7 a 19.05	0.015" a 0.025"	0.381 a 0.635
Nylatron® PA	1" a > 2"	25.4 a > 50.8	0.020" a 0.050"	0.508 a 1.27
Acetron® POM	1/16" a 1/4"	1.59 a 6.35	0.002" a 0.005"	0.051 a 0.127
Ertalyte® PET-P	1/2" a 3/4"	12.7 a 19.05	0.015" a 0.025"	0.381 a 0.635
	1" a > 2"	25.4 a > 50.8	0.020" a 0.050"	0.508 a 1.27
	1/16" a 1/4"	1.59 a 6.35	0.007" a 0.015"	0.178 a 0.381
Proteus® PP	1/2" a 3/4"	12.7 a 19.05	0.015" a 0.025"	0.381 a 0.635
	1" a > 2"	25.4 a > 50.8	0.020" a 0.050"	0.508 a 1.27
	1/16" a 1/4"	1.59 a 6.35	0.007" a 0.015"	0.178 a 0.381

Tips de seguridad

- Evite las aristas vivas en los maquinados interiores. Los radios deben ser como mínimo de 1 mm.
 - Chaflanee en los vértices para evitar el despostillado de las aristas durante el torneado, taladrado y fresado.
 - Evite las roscas triangulares, pues generan muchos puntos de concentración de esfuerzos, preferentemente haga roscas de perfil redondeado.
 - Para el maquinado de roscas internas o externas (tarrajas o machuelos), se recomienda el uso de aceite de corte o refrigerante para la formación de los hilos.
- Al apretar tornillos o montar pernos en agujeros ciegos, hágalo con precaución para no forzar el fondo y evitar la formación de fisuras.

Torneado						
Material	Profundidad de corte		Velocidad		Alimentación	
	(Pulg.)	(mm)	(Pies/min.)	(m/seg.)	(Pulg./Rev.)	(mm/Rev.)
TIVAR® UHMWPE	0.150"	3.81	500 a 600	2.54 a 3.05	0.010" a 0.015"	0.254 a 0.381
Wakelast® PA	0.025"	0.635	600 a 700	3.05 a 3.56	0.004" a 0.007"	0.102 a 0.178
Nylatron® PA						
Acetron® POM						
Ertalyte® PET-P						
Proteus® PP						

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES

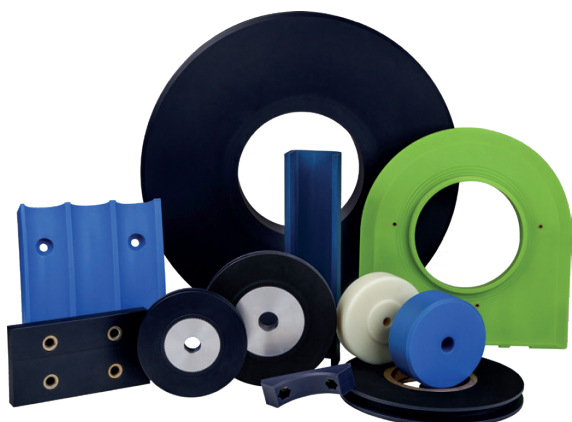
Marca	Barra Cilíndrica Sólida		Barra Cilíndrica Hueca			Barra Cuadrada*		Placa	
	Ø	Longitud	Ø Ext.	Ø Int.	Longitud	Lado	Longitud	Espesor	Ancho por largo
Nylatron® M / Nylatron® MC 907 PA6 Nylatron® SL / Nylatron® GSM PA6 Nylatron® XL Nylatron® MC 901 PA6 / Nylatron® 901 Nylatron® GSM Blue PA6/ Nylatron® GSM Blue Nylatron® NSM PA6 / Nylatron® NSM	$\frac{3}{8}$ " a $1\frac{1}{4}$ " (maquinadas)	24"	2" a 17"	1" a 15"	24"	1" a 2"	24", 48" y 120"	$\frac{1}{4}$ " a 2"	24" x 24" a 48" x 120"
	$1\frac{1}{2}$ " a 12"	24" y 48"	18" a 24"	Varios	12" y 24"	2 $\frac{1}{2}$ " a 4"	24" y 48"	2 $\frac{1}{4}$ " a 4"	24" x 24" 24" x 48" 48" x 48"
	13" a 24"	12" y 24"						Nylamid® M 5" a 8" 24"	24" x 24"
	> 24"	9"	> 24"	Varios	9"				$\frac{1}{4}$ " a 6"
Nylatron® 101 PA66 / Nylamid® 6/6 Natural y Negro Nylatron® GS PA66 / Nylamid® 6/6 SL	$\frac{1}{16}$ " a $2\frac{3}{4}$ "	96"	ND	ND	ND	ND	ND	$\frac{1}{32}$ " a 2"	24" x 48"
	$\frac{3}{8}$ " a $1\frac{1}{2}$ "	24"							
	$\frac{3}{16}$ " a $2\frac{3}{4}$ "	96"							
TIVAR® 1000 UHMW-PE	$\frac{1}{4}$ " a 10"	120"	$\frac{7}{8}$ " a 9 $\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ " a 8 $\frac{1}{4}$ "	120"	ND	ND	$\frac{1}{16}$ " A 6"	48" x 120"
	2" a 8"	23 $\frac{1}{2}$ " y 120"						$\frac{1}{4}$ " a 3"	23 $\frac{1}{2}$ " x 23 $\frac{1}{2}$ "
Sanalite®	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	$\frac{1}{4}$ " a 1"	48" x 96" 48" x 120" 60" x 120"
Acetron® GP POM	$\frac{1}{8}$ " a $2\frac{3}{4}$ "	96" - 120"	Fabricación especial con lotes mínimos			ND	ND	$\frac{1}{32}$ " a 4"	24" x 48" y 48" x 120"
	3" a $3\frac{3}{4}$ "	48" y 96"						$\frac{1}{4}$ " a 2"	
	4" a 8"	48"							
Ertalylte® PET-P	$\frac{1}{2}$ " a $2\frac{3}{4}$ "	120"	ND	ND	ND	ND	ND	$\frac{1}{2}$ " a 3"	24" x 48"
	3" a 7"	60"							
Proteus® PP	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	$\frac{1}{16}$ " a 4"	48" x 96"
								$\frac{1}{8}$ " a 2"	48" x 120"
								$\frac{1}{8}$ " a 1"	60" x 120"

ND - No Disponible

* Información puede estar sujeta a cambios en función a las formulaciones así como de fabricación de lotes mínimos. Por favor consulte a su representante de ventas.

Piezas maquinadas

- Ruedas
- Cojinetes
- Poleas
- Rodillos
- Slippers
- Guías de desgaste
- Piezas sobre diseño



Ejemplos

- Aros de **Nylamid® M, SL y XL**; hasta de casi 2 metros de diámetro.
- Soleras de **Nylamid® M, SL y XL**; con espesores desde $\frac{1}{4}$ " a 2" con diferentes anchos y longitud de 120".
- Discos ciegos o con barreno piloto de diferentes espesores y medidas de **Nylamid® M, SL y XL**.
- Poleas de **Nylatron® GSM PA6** con centro de aluminio; con espesores desde 4 $\frac{1}{2}$ " hasta 12".

NOTAS:

Para piezas especiales así como para los materiales no contenidos en esta tabla, consulte a su distribuidor.

Todos los materiales MCAM México / **Nylamid**® tienen impreso el número de lote a través del cual se consigue una trazabilidad fácil y rápida que cumple con los sistemas de calidad.

Antes de maquinar una pieza, es importante que documente el número de lote impreso, ya que esto representa su GARANTÍA.

La identificación de material se hace con etiqueta y/o serigrafía azul o roja.

No acepte imitaciones, asegúrese que su producto sea MCAM México / **Nylamid**® exigiendo el certificado de calidad y corroborando que el material esté marcado o tenga etiqueta.

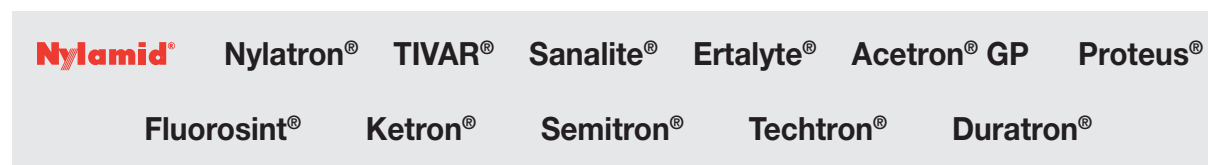


MCAM
Advanced Materials

mcam.com

Todas las declaraciones, información y recomendaciones contenidas en esta publicación, son representadas de buena fe, basadas para ser confiables, en pruebas reales y experiencias prácticas. El lector queda advertido, de cualquier forma, que MCAM México no garantiza la precisión de la información y que es responsabilidad del usuario, determinar la factibilidad de uso de nuestros productos en cualquier aplicación dada.

Marcas registradas de Mitsubishi Chemical Advanced Materials.



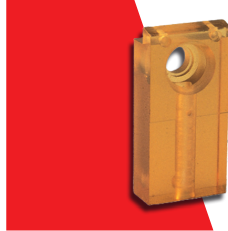
Esta publicación fue creada por MC Advanced Materials Mexico S.A. de C.V.

Plásticos Avanzados de Ingeniería de alta tecnología para aplicaciones en condiciones extremas de trabajo.



Altron™ PC 1000

Polycarbonato transparente de excelente resistencia al impacto, hasta 121°C.



Sultron™ PSU 1000

Polisulfona color ámbar translúcido, con buen desempeño en agua caliente y vapor, hasta 149°C.



Sultron™ PPSU

Polifenilsulfona, ofrece la mejor resistencia al impacto y resistencia al vapor, hasta 171°C.



Duratron® U PEI

Polieterimida con alta resistencia mecánica y térmica, excelentes propiedades dieléctricas, hasta 171°C.



Ketron® PEEK

Diversas versiones de polieterecetona, químicamente resistentes para aplicaciones de desgaste y estructurales, hasta 250°C.



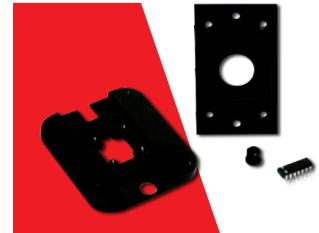
Fluorosint® PTFE

Diferentes versiones de politetrafluoroetileno reforzado con mica, son los PTFE's más estables dimensionalmente, hasta 260°C.



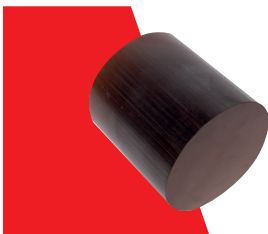
Techtron® PPS

Diferentes tipos de polisulfuro de fenileno con buen desempeño en ambientes corrosivos, hasta 232°C.



Duratron® T PAI

Varias opciones de poliamidimida, que mantienen su rigidez y resistencia mecánica a temperaturas extremas hasta 260°C.



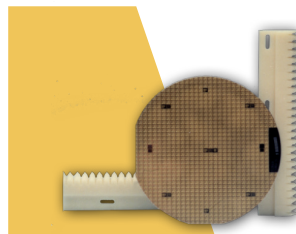
Duratron® D PI

Diversas opciones de poliimida con buena resistencia química y mantienen buen desempeño hasta 304°C.



Duratron® CU60 PBI

Polibenzimidazole, que ofrece las mejores propiedades mecánicas a temperaturas hasta 425°C.



Semitron® ESd

Diferentes productos disipadores de estática con capacidad térmica hasta 260°C.

NOTAS:

Conozca más información de estos productos visitándonos en: mcam.com

Gracias a sus propiedades superiores de resistencia mecánica, química y térmica principalmente, brindan soluciones para resolver problemas en diversos giros industriales, donde los plásticos de ingeniería de uso general se ven limitados.

Contamos con diversas alternativas para satisfacer aplicaciones de desgaste y estructurales.