

Posibilidades de desarrollo de la industria petroquímica en México

DR. GUILLERMO ETIENNE B.

El grado de avance industrial de un país se manifiesta en su capacidad de abastecerse de aquellos productos derivados de las materias primas que posee. Esta capacidad de transformación, en el caso de la industria petroquímica, requiere, al menos, contar con los siguientes tres elementos: capacidad de importación, conocimientos técnicos y mercados lo suficientemente grandes para permitir una operación rentable.

CAPACIDAD DE IMPORTACION

La construcción de nuevas instalaciones petroquímicas o la expansión de las actuales supone un amplio contenido importación, es decir, la adquisición en el extranjero de una parte importante del equipo. Así, en una planta petroquímica "promedio" cuyo equipo costase 51 millones de pesos, el costo quedaría integrado por los renglones que forman el cuadro 1.

De esos artículos, las bombas, las compresoras, los turbogeneradores, los instrumentos, los generadores de vapor y los tanques de presión tendrán que comprarse íntegramente en el extranjero; por otra parte, las válvulas, los hornos y los cambiadores de calor se adquieren parcialmente en el extranjero, siendo de fabricación nacional los tanques de almacenamiento, la tubería, el sistema eléctrico, etc. Se puede así concluir que cerca del 50% del costo total del equipo de una planta promedio constituye el contenido importación que ha de ser pagado con divisas. Obviamente, la falta de divisas imposibilita la com-

pra de equipos indispensables para la creación de este tipo de empresas, o sea que el crecimiento de la industria petroquímica nacional es dependiente de la capacidad de exportación o de adquisición de divisas del país.

CUADRO 1

	Costo (miles de pesos)	Participación relativa (%)
<i>T o t a l</i>	51 250	100.0
Tanques de almacenamiento	4 642	9.1
Tanques de presión	6 344	12.4
Cambiadores de calor	3 775	7.4
Hornos	1 920	3.7
Bombas	2 313	4.5
Compresoras	4 880	9.5
Válvulas	5 112	10.0
Tubos	7 668	15.0
Estructura de acero	1 590	3.1
Instrumentos	1 590	3.1
Generadores de vapor	1 544	3.0
Turbogeneradores	2 888	5.6
Sistema eléctrico	4 242	8.3
Otros	2 733	5.3

CONOCIMIENTOS TECNICOS

La falta de conocimientos técnicos, tanto del proceso en sí como del diseño del equipo y operación del mismo, impide la

Nota: El autor, doctorado en la Universidad de Grenoble, es ex becario del INIC e investigador del Instituto Mexicano del Petróleo. Agradece a la Secretaría de Industria y Comercio la información proporcionada.

creación de nuevas plantas o el mejoramiento de las actuales. Existen tres posibilidades: la no existencia, la adquisición de la tecnología por medio de investigación propia, o bien, la compra de tecnología. En este último caso, se otorga la licencia por el proceso o por los productos que han sido desarrollados en países altamente industrializados.

Las licencias se otorgan en forma de contrato, por ejemplo en 1963 una compañía concedió permiso a cierto fabricante para producir el polietileno bajo el proceso de alta presión, a razón de 400 000 ton con un valor total de 2 480 millones de pesos. Por esa licencia fue necesario pagar 77 570 000 pesos. (Ver cuadro 2.)

CUADRO 2

Pagos (en pesos)	Concepto
77 570 000	Total
7 500 000	De licencia fija
31 200 000	Para el fondo común de investigación
2 320 000	2.5% de las ventas sobre las primeras 15 000 ton vendidas
1 240 000	2.0% de las ventas sobre las siguientes 10 000
2 710 000	1.75% de las ventas sobre las siguientes 25 000
32 600 000	1.5% de las ventas sobre el resto

El precio de la tecnología viene a equivaler a 3.1% del precio del producto final. Y lo mismo ocurre aun cuando la tecnología sea producida por la investigación realizada por el propio fabricante. La diferencia más importante entre el conocimiento comprado y el conocimiento adquirido radica en los convenios y restricciones que pone el propietario del proceso o del producto, tales como limitación del territorio y del volumen de producción, u otras cláusulas que normalmente restringen la autonomía del fabricante, pero al mismo tiempo le aseguran por completo la realización del proyecto, lo que la investigación por sí misma no puede hacer. Además, la investigación requiere una fuerte inversión de tiempo para la obtención de los datos necesarios para llevar el proyecto del tubo de ensaye a la planta industrial.

MAGNITUD DEL MERCADO

Ni la falta de divisas, ni la de conocimientos técnicos marcan el ritmo de expansión de la industria petroquímica nacional, ya que el primer obstáculo se puede vencer efectuando el pago con la materia producida o entrando en asociación con los fabricantes de equipo, y la segunda dificultad se salva por medio de regalías o licencias.

El factor que determina realmente el ritmo de crecimiento, tanto en la creación de nuevas industrias como en la ampliación de las actuales, es la rentabilidad del proceso, la que, a su vez, es función directa del mercado para los nuevos productos.

La inversión de capital por unidad de producto disminuye marcadamente conforme se aumenta la capacidad de producción. Por ejemplo, la inversión por tonelada de amoníaco derivado del gas natural puede variar de 2 230 pesos por ton, para una planta de capacidad anual equivalente a 36 000 ton, a 1 110 pesos por ton, para una planta con capacidad de 180 000 ton anuales. Sucede lo mismo para todas las plantas petroquí-

micas; entre mayor sea la producción, menor es la inversión por unidad producida.

Lo anterior pone en manifiesto la imposibilidad de que países en desarrollo puedan competir favorablemente con aquellos que cuentan con grandes mercados internos, aun cuando los primeros tengan una mano de obra relativamente barata.

Sin entrar al análisis de la situación económica interna de la industria petroquímica, basta decir que en la producción de hule sintético se invierte 1 250 000 pesos por cada persona empleada, por lo que la mano de obra no juega un papel tan decisivo en la economía de la industria petroquímica como la capacidad de la planta, que a su vez es función del mercado actual y de su ritmo de crecimiento.

El mercado potencial para productos nuevos queda reflejado en parte por las importaciones de los productos petroquímicos y por las tendencias de su consumo.

La gráfica 1 muestra el valor de las importaciones de productos químicos orgánicos (f29) para el período 1965-1968 y su tendencia para 1968-1971. No es de dudar que las importaciones en este renglón alcancen a 2 000 millones de pesos para 1971. Por otra parte, las importaciones de materias plásticas (f39) se presentan en la gráfica 2 y la tendencia general es a disminuir, de 353 millones de pesos en 1968 a 300 millones en 1971.

En los cuadros 3 y 4 aparecen las cantidades y el valor de las importaciones petroquímicas y de materias plásticas, cuyo valor superó al millón de pesos en 1968.

El mero análisis de nuestras importaciones no permite una evaluación del desarrollo total de la industria petroquímica nacional, sino únicamente del desarrollo correspondiente a nuevas industrias.

Es conveniente señalar que los valores de las importaciones tampoco representan el mercado real, ya que casi todos los materiales petroquímicos se importan también bajo forma de componentes de artículos terminados, o como sus derivados. Sin embargo, las importaciones sí reflejan un cierto sentido en el orden prioritario para el desarrollo de nuevas industrias y ponen de manifiesto el interés que puede representar para la industria actual el crecimiento hacia estos renglones.

Productos químicos orgánicos

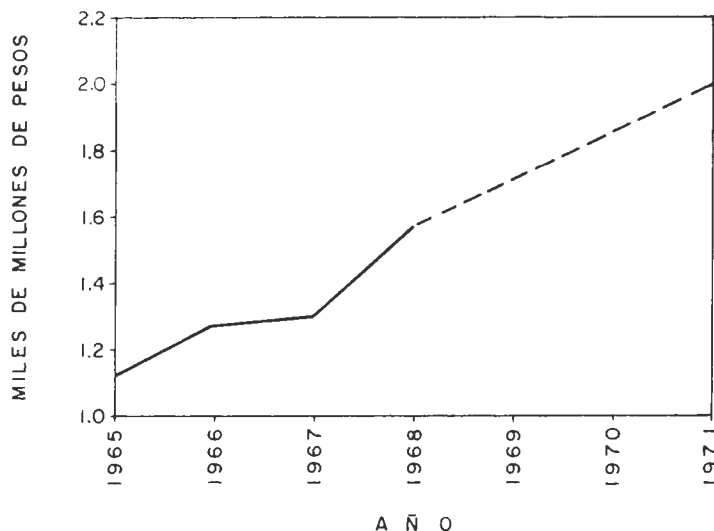
El amoníaco ha sido el producto al cual se le ha dado la mayor importancia y no es de dudar que en un futuro inmediato se cuente con plantas capaces de satisfacer no tan sólo la demanda nacional, estimada en 152 millones de pesos, sino reponer las 1 007 010 ton de nitrógeno que se le extraen anualmente a la tierra en forma de productos vegetales.¹ El mercado de este fertilizante creció en otros países en un 14.9% por año en el período 1961-1967, mientras que en México se registró un aumento en las importaciones de cerca de 20% anual para el período 1965-1968.

Un producto que sin duda despierta gran interés es el parathion metílico, o sea el fosforotionato del 0.0 dimetil nitrofenilo, el cual se emplea como fumigante y que en cierto sentido ocupa una posición semejante al amoníaco en relación a la economía agrícola.

¹ United Nations, *Studies on Petrochemicals*. Teheran. 1964.

GRAFICA 1

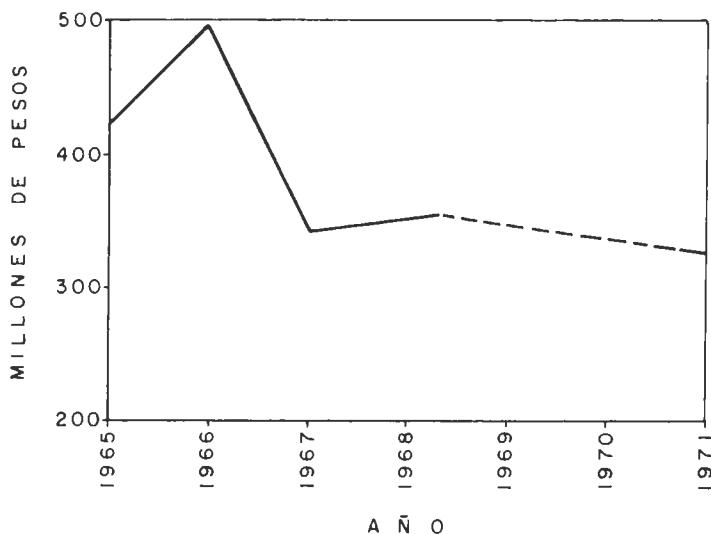
Importaciones de productos químicos orgánicos en 1965-1968



Se ha puesto en marcha una planta productora de cloruro de vinilo, lo que hará disminuir las importaciones de este monómero; sin embargo, sólo se alcanzará una producción adecuada a nuestras necesidades hasta que entre en operación la planta de 55 000 ton que aún está en fase de diseño. El aumento en las importaciones en el período 1965-1968 fue de 18.3% anual.

GRAFICA 2

Importaciones de materias plásticas en 1965-1968



Por otra parte, el butadieno registró en el exterior un aumento en el consumo de 8.3% anual.² El extraordinario crecimiento que se observa en el cuadro 3, realmente no representa un valor estadístico real, ya que anteriormente se importaba en forma de polibutadieno, de hule sintético y de producto terminado.

² "Petrochemicals", *Chemical and Engineering Journal*, 22 de mayo de 1967. pp. 153-175.

Materias plásticas

El polietileno de alta densidad, los derivados halogenados de polietileno y sus copolímeros aún no se producen en México, debiéndose importar anualmente cerca de 33 millones de pesos. Desgraciadamente, no existen datos separados sobre las importaciones de los distintos grados de polietileno; sin embargo, en otros países se ha estimado un crecimiento anual de 14% una vez que se haya alcanzado el máximo crecimiento inicial.

Es interesante notar que el consumo del polietileno de alta densidad vendrá a ser el 10% del consumo total del etileno producido en 1970. Es decir, que si a la producción actual de 24 331 ton se le adiciona la producción de las plantas en construcción y en ingeniería,³ se obtienen 410 331 ton, de las cuales 10%, o 41 000 ton, serán empleadas o deberán emplearse para producir el polietileno de alta densidad.

Un producto interesante es el polipropileno, cuya importación anual en 1968 fue de 28 millones de pesos, con un crecimiento anual en el consumo de 16.7% para el período 1965-1968, siendo en otros países de 39% para el período 1961-1967.⁴ Se puede suponer un aumento anual para los próximos años de 10 a 15 por ciento. Por otra parte, la necesidad de instalar una planta que utilice el propileno está fuertemente relacionada con los planes de expansión de etileno, cuyo producto es precisamente el propileno.

Los copolímeros polivinil/butiral cuentan ya con un mercado de 10 millones de pesos, lo cual puede complementar la expansión de las plantas polimerizadoras en operación. El crecimiento anual para los próximos cinco años llevará el mismo ritmo que el crecimiento de la industria de la construcción, eléctrica y de los empaques.

Las siliconas, productos semiorgánicos presentan cierto interés por ser sustitutos del petróleo en aplicaciones como lubricantes, fluidos portadores de calor, elastómeros, etc., aunque realmente consumen poca materia petroquímica en su elaboración.

Los demás productos petroquímicos, polímeros y policondensados muestran un interés inmediato para nuestra industria petroquímica, interés que se transformará en una urgente necesidad en los próximos años.

El hecho de que se encuentren productos cuyo consumo sea inferior a la capacidad mínima rentable, no implica necesariamente la imposibilidad de un desarrollo, sino más bien las limitaciones propias de esta industria particular, debiéndose estudiar seriamente los mercados internacionales. Esta mayor participación de nuestra industria química en el comercio exterior, no nada más en la compra de equipo o de materia prima, sino en la exportación de productos es ya un requisito fundamental para el desarrollo económico nacional futuro.

Cabe señalar que cada uno de estos productos representa en cierto sentido una oportunidad especial y definida en un país en plena expansión, ávido de fertilizantes, plásticos, fibras, detergentes, hules y solventes y que la transformación de interés a urgente necesidad, apenas deja tiempo para que la investigación pueda desarrollar y producir una tecnología nacional propia.

³ Petróleos Mexicanos. *Memoria de labores 1967*

⁴ "Propylene: How, Where, Who", *Future Hydrocarbon Processing*, vol. 46, núm. 1, enero de 1967. pp. 143-154.

CUADRO 3

Importación de productos químicos
(cantidad en toneladas y valor en millones de pesos)

Producto	1965		1966		1967		1968		Porcentajes de crecimiento			
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	1965-66	1966-67	1967-68	
Amoniaco anhidro	102 796	114.3	128 150	124.7	169 068	137.8	176 268	117.3	24.6		31.9	4.2
Amoniaco anhidro	1 229	1.5	102	0.1	23 694	15.7	000	0.0	-91.6	23 129.4	-99.9	
Acetaldehido	673	1.2	6 878	10.4	19 485	29.9	33 660	51.6	921.7	163.2	72.7	
Fosforotionato de 0.0 dimetil-p-nitrofenilo	-	-	6 280	83.8	2 237	30.7	3 876	46.2	-	-	64.3	73.2
Fosforotionato de 0.0 dimetil 0- (3 metil 4-nitrofenilo)	-	-	37	0.7	25	0.6	44	1.0	-	-	32.4	76.0
Cloruro de vinilo	13 608	28.9	18 591	38.4	23 202	45.0	21 704	34.5	36.6	24.8	-6.4	
1,2,3,4,10,10, hexacloro-6,7 eposi-1,4,4 alfa 5,6,7,8,8 - alfa octahielro-1,4-endozmetano-naftaleno	96	5.6	259	13.4	308	17.6	612	33.0	169.7	18.9	98.7	
Tereftalato de dimetilo	2	0.0	1 210	8.7	1 893	13.3	5 147	30.2	60 400	56.4	171.8	
Butadieno	439	0.8	459	1.6	21 268	38.0	23 205	25.2	4.5	4 533.5	9.1	
Tiofosfato de 0,0, dietil o,p, nitrofenilo	870	13.4	925	12.9	978	13.3	1 638	19.5	6.3	5.7	67.4	
Anhidrido ftálico	-	-	4 359	17.2	1 891	8.7	3 814	18.4	-	-	56.6	101.6
Oxido de propileno	1 842	7.7	2 714	11.2	3 325	13.4	4 347	14.1	47.26	22.5	30.7	
Metanol	7 386	6.9	7 180	7.3	10 579	11.5	11 515	11.24	- 2.7	47.3	8.8	
Alcohol isopropílico	6 137	7.6	8 290	11.9	9 263	16.0	7 686	11.2	35.07	11.7	- 1.7	
Metracrilato de metilo	914	5.4	1 379	7.5	1 798	9.6	2 470	11.0	50.8	30.3	37.3	
Cloruro de etilo	6 334	13.6	6 404	13.4	8 379	15.4	8 208	10.9	1.10	30.8	- 2	
Negro de humo	1 288	6.3	1 373	6.4	1 014	5.1	2 542	9.6	6.5	- 26.1	150.5	
Tricloroetano	1 940	4.1	2 478	5.5	2 923	6.6	4 217	8.9	27.7	17.9	44.2	
Fenol	2 604	7.3	2 683	7.7	3 373	8.6	3 799	8.7	3	25.7	12.6	
Bromuro de metilo	373	3.8	276	2.7	248	2.5	2 191	8.1	- 26	- 10.1	782.6	
2-etilhexanol	1 929	6.7	1 179	4.3	1 772	6.6	2 144	7.5	- 38.8	50.2	20.9	
Pentacritritol	831	4.6	737	4.0	872	4.6	1 138	6.2	- 11.2	18.2	30.4	
Anhidrido maléico	505	1.6	877	2.8	1 142	4.5	1 441	5.3	73.6	30.2	26.1	
Acrilato de etilo	513	3.8	545	3.4	592	3.7	815	4.7	6.29	8.5	1 389	
Acetato del éter monoetílico del dietilenglicol	353	1.7	488	2.3	701	3.1	956	3.9	38.2	43.6	36.3	
Creosol	822	2.6	1 188	4.0	933	3.5	904	3.5	44.4	- 21.4	- 3.1	
1,2 dicloroetano	2 136	3.3	2 324	3.1	3 326	5.3	2 504	3.1	8.7	43.1	- 24.6	
Diacetato de etilideno	13 550	25.4	13 980	27.3	13 332	24.8	1 418	3.1	3.1	- 4.6	- 89.3	
0,0 -dimetil 2,2,2 triclora-1-hidroxietilfosfonato	2	0.0	140	2.9	111	2.4	139	3.0	6 900	- 20.7	25.2	
Tetracloruro de etileno	675	1.6	966	2.3	1 227	3.1	1 092	2.8	43.0	26.9	- 10.9	
Isopropiliden-difenol	291	1.6	470	2.4	394	1.9	593	2.7	61.1	- 16.1	50.6	
Acido 4 4 diamino-estilben 2,2 disulfónico	-	-	5	0.1	41	0.9	125	2.5	-	72.0	204.8	
Sorbitol	335	1.4	417	1.5	668	2.4	818	2.4	24.4	60.1	22.4	
Diamino estilben disulfonato de sodio	-	-	43	0.8	-	-	84	2.3	-	-	-	
Acido fórmico	645	1.7	637	2.0	946	2.9	933	2.3	- 1.3	48.4	- 1.2	
Oxido de etileno	1 210	4.7	1 711	6.7	2 273	8.4	386	2.2	41.3	32.8	- 8.3	
P-tert-butilfenol	2 780	1.5	340	1.7	397	2.1	410	2.1	- 87.7	16.6	3.2	
Sulfito alfa beta 1,2,3,4,7,7-hexacloro dicio (2,21)-2,7 ano-5,6, oximetileno	-	-	80	1.6	-	-	75	2.1	-	-	-	
2-Bromo 2-Cloro 1,1,1, trifluoretano	-	-	4	0.9	5	2.0	8	2.1	-	25	60	
Etilenglicol	30	1.5	356	1.7	321	1.4	523	2.1	1 086.6	- 9.7	62.7	
Dimetilhexanol	1 847	6.2	3 141	11.5	3 081	11.0	548	1.9	70.06	- 1.9	- 82.2	
Cloroformo técnico	254	0.6	415	0.1	406	0.9	705	1.9	63.3	- 2	73.8	
Cloroformo Q. P.	14	0.1	8	0.0	3	0.0	10	0.0	- 42	- 62	233.3	
Monoetanolamina	-	-	181	1.0	533	2.3	487	1.8	100	194.2	- 8.5	
Alcohol isodecílico	51	0.1	347	1.2	330	1.2	520	1.8	580	- 4.5	57.2	
1, 2, diaminoetano	122	1.0	247	1.9	176	1.4	279	1.8	102.4	- 28.7	58.5	
Monocloracetato de sodio	452	1.3	483	1.3	595	1.7	601	1.7	7.0	22	1.1	
Triacetato de propanotriol	137	1.2	114	1.0	136	1.1	211	1.7	- 16.9	19.4	55.6	
Eter monoetílico del dietilenglicol	253	1.0	323	1.3	339	1.3	477	1.6	27.6	4.9	1 309.1	
Alcohol tridecílico	105	0.5	259	1.2	227	1.4	302	1.6	145	- 12	33.2	
Estireno	9 581	21.8	11 849	25.5	9 767	22.6	712	1.6	- 23.6	- 17.5	- 92.7	
Propilenglicol	405	1.5	5	0.0	00	0.0	546	1.6	- 99.	- 100.	-	
Dibromuro de etileno	2 099	10.4	1 852	9.3	248	2.5	197	1.5	- 11.75	- 86.5	- 20.2	
Diaminoetano	-	-	247	1.9	176	1.4	110	1.3	-	- 28.7	- 37.4	
Fenilamina	240	0.9	318	1.0	99	0.3	442	1.2	32.7	- 68.8	345.7	
Ciclopropano	14	1.6	8	1.2	9	1.2	7	1.1	- 42.8	12.5	- 22.2	
Dietilenglicol	1 457	3.9	1 491	4.3	908	2.7	218	0.6	2.3	- 39.	- 75.9	

Fuente: Secretaría de Industria y Comercio.

CUADRO 4

Importación de materias plásticas
(cantidades en toneladas y valor en millones de pesos)

Producto	1965		1966		1967		1968		Porcentajes de crecimiento		
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	1965-66	1966-67	1967-68
Poliétileno de baja densidad	—	—	—	—	2 125	8.0	12 519	48.2	—	—	498.1
Poliétileno de alta densidad	—	—	—	—	2 954	14.8	6 753	30.8	—	—	47.0
Poliétileno	28 163	135.9	27 918	139.0	5 413	28.6	—	—	- 8.	- 80.	—
Poliétileno + 3% negro de humo	703	5.2	722	5.5	606	4.7	—	—	2.	- 16.	—
Poliétileno fluorado	10	0.3	47	1.6	12	0.9	4	0.3	370.	- 74.4	- 66.6
Poliétileno clorosulfonado	109	0.8	35	0.4	39	0.4	30	0.8	- 67.	11.4	- 23.0
Polipropileno	3 948	18.2	6 054	30.2	5 758	28.7	5 867	28.1	53.3	- 4.8	1.8
Polivinil/butiral	90	3.7	219	8.9	233	10.1	465	16.5	142.	6.3	99.2
Poliésteres no saturados	—	—	—	—	748	9.1	1 671	16.3	—	—	123.3
Siliconas	265	8.9	242	8.2	328	9.2	439	11.8	- 8.6	35.5	33.5
Alcoholes polivinílicos	357	5.0	518	6.3	480	5.6	748	7.7	45.	- 07.3	55.8
Tereftalato de polietilenglicol	—	—	109	1.6	672	8.1	362	4.4	—	516.	- 46.1
Cloruro de polivinilo (sólido)	1 275	8.5	901	5.8	1 091	6.6	815	4.3	- 29.3	- 21.	- 25.3
Poliacrilato	166	2.4	207	2.6	282	3.4	356	4.1	24.6	36.2	26.1
Fenoplastos	230	2.5	276	2.9	309	3.4	233	2.4	20.	11.9	- 24.6
Resina del carbonato de difenilo y 2,2-bis (4-hidroxifenil) propano	—	—	59	1.3	119	2.5	126	2.2	—	101.6	5.8
Polímeros de la caprolactama	93	1.8	367	5.3	111	2.1	140	1.9	294.6	- 69.7	26.1
Poliuretanos	—	—	21	0.4	90	1.1	147	1.7	—	328.5	63.3
Politetrafluoretileno	—	—	4	0.5	13	1.2	15	1.7	—	225.	15.3
Cloruro de polivinilideno	—	—	72	0.7	102	1.2	2 643	1.6	—	41.6	2 491.1
Poliacrilamida	—	—	—	—	75	2.1	51	1.6	—	—	- 32.
Polivinil/formal	—	—	75	1.6	53	1.2	76	1.5	—	- 29.3	43.3
Cumarona/indeno	390	1.4	884	2.9	480	1.9	433	1.5	126.6	- 45.	- 9.8
Poliéster del ácido adípico y dietilenglicol	8	0.0	13	0.1	126	1.5	118	1.5	62.5	869.2	- 6.3
Polímero de la hexametildiamina y ácido sebácico	21	0.6	5	0.1	27	0.8	51	1.4	- 76.2	440.	88.8
Cloruro de polivinilo	66	0.6	107	1.0	146	1.0	210	1.4	62.1	36.4	43.8
Poliésteres pigmentados	36	0.4	580	7.5	111	0.9	104	1.3	1 511.1	- 80.8	- 6.3
Poliestireno	1 089	6.5	737	3.6	254	1.8	134	1.3	- 32.3	- 65.5	- 47.2
Polipropilenglicol	175	1.0	15	0.1	28	0.1	231	1.3	- 91.4	86.6	72.5
Polivinilpirrolidona	322	3.5	24	1.1	42	1.7	30	1.2	- 92.	75.	- 28.5
Acetato de polivinilo	42	0.7	40	1.0	50	1.2	53	1.0	- 4.7	25.	6.0
Poliésteres sin pigmentar	1 590	20.8	1 721	23.0	563	7.3	68	1.0	8.2	67.2	- 87.9
Poliuretanos	—	—	18	0.5	18	0.5	29	1.0	—	—	61.1
Poliisobutileno	355	2.1	94	1.0	93	0.8	68	0.6	- 73.5	- 1.07	- 26.8
Melamina/formaldehído	271	2.4	185	1.5	94	0.7	60	0.5	- 31.7	- 49.1	- 36.2

Fuente: Secretaría de Industria y Comercio.