

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA PLANEACION DE
OFERTA-DEMANDA DE INGENIEROS QUIMICOS EN MEXICO

13

ALMEIDA HERRERA CARLOS ALBERTO
TARACENA SANZ LEON FERNANDO

NOVIEMBRE 1974



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS. Tesis
ADQ. 1974
FECHA 11-12
PROC. 11-12



QUÍMICA

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE

PASCUAL LARRAZA S.

VOCAL

CARLOS KOBEH H.

SECRETARIO

RUDI P. STIVALET C.

1ER. SUPLENTE

LEOPOLDO RODRIGUEZ S.

2DO. SUPLENTE

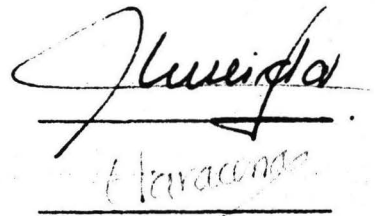
JOSÉ F. GUERRA R.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA

FACULTAD DE QUIMICA

NOMBRE Y FIRMA DEL SUSTANTANTE

ALMEIDA HERRERA CARLOS ALBERTO

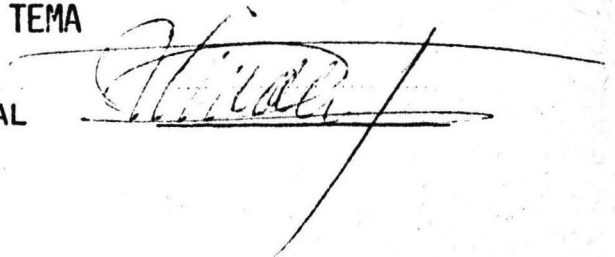


Handwritten signature of Almeida Herrera Carlos Alberto, written in cursive and underlined.

TARACENA SANZ LEON FERNANDO

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA

RUDI-PRIMO STIVALET CORRAL



Handwritten signature of Rudi-Primo Stivalet Corral, written in cursive and underlined.

I N D I C E

Página.

INTRODUCCION.

CAPITULO 1 ANALISIS DE LOS METODOS HECHOS A LA FECHA PARA CONOCER LA DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS

I MEXICO

- 1) Investigación Directa.
- 2) Comparaciones Internacionales.

II EXTRANJERO.

- 1) Método ILOR
- 2) Fracción de Densidad.
- 3) Método de Parnes - MRP

CAPITULO 2 METODO PROPUESTO

- 1) Explicación.
- 2) Ejemplos.
- 3) Matrices.
- 4) Programa de Computación.

CAPITULO 3 OFERTA DE INGENIEROS QUIMICOS.

- 1) Metodología
- 2) Estimación de Ingenieros Químicos Egresados.

CAPITULO 4 CONCLUSIONES

Bibliografía.

INTRODUCCION

INTRODUCCION.*

"Planificar cualquier cosa, constituye un auténtico reto a la imaginación a pesar de que se disponga de las mejores técnicas para hacerlo.

Es un intento siempre, de escribir la historia al revés o hacer la historia del futuro, aunque este sea muy inmediato, a plazos de cuatro a seis años. Y siempre el riesgo a hacerlo mal, es inmenso.

La planeación del desarrollo de toda una rama industrial tan compleja como lo es la rama química, aparece como una tarea extraordinaria casi imposible de realizar. Sin embargo, el problema no es tan difícil como aparece, si se recuerda, que — cualquier empresa en la que se planea su desarrollo, debe contemplar las interrelaciones cualitativas y cuantitativas de solamente cuatro tipos de recursos.(1)

- 1.- Recursos Naturales.
- 2.- Recursos Humanos.
- 3.- Recursos Comerciales.
- 4.- Recursos Económicos.

Si estas interrelaciones, se llevan a cabo en el plano nacional, ya puede decirse que se está hablando de la planificación de la rama industrial de que se trate, — como un total.

- 1.2.- Interrelaciones en el desarrollo de los mercados correspondientes a los productos petroquímicos, etc.

1.3.- Índices de necesidad de recursos humanos técnicos para el desarrollo -
de los productos considerados.

II) Industria Química Inorgánica:

2.1.- Interrelación cuantitativa de algunos productos químicos inorgánicos.

2.2.- Interrelación de productos, mercado y recursos humanos para algunos-
productos químicos inorgánicos.

Recursos Naturales.

Al planificar el desarrollo de todo conjunto de Recursos Naturales se deben-
hacer hincapié en que, en el momento actual y para el futuro, es preciso hacer esta -
planificación optimizando el uso de materias primas y de energéticos prioritariamente
al uso de capital.

Esta optimización al lograrse, resolverá dos problemas importantes:

- 1) Se administrarán en mejor forma las reservas de los recursos naturales no-
renovables.
- 2) Se reducirá sustancialmente la contaminación atmosférica.

En el momento actual, la información internacional de que se dispone para-
planificar, es enorme en cantidad y en calidad, y en función a que en México ha si-
do normal el desarrollo caótico, -repetitivos en algunos renglones-, animó a que esa
información fuera usada en un trabajo anterior (2), en el que se propuso un mecanis-

mo que permita conocer, dentro de las limitaciones correspondientes, los índices que relacionan entre sí, la producción de un grupo de petroquímicos básicos y secundarios, a manera de proponer las bases para eliminar, o minimizar los errores que se han derivado hasta ahora, del desarrollo caótico arriba apuntado, y que se han traducido, en algunos casos en la distracción de recursos económicos vitales y escasos.

Los resultados obtenidos en este primer intento, aparentemente cumplieron - su función de objetividad y anomaron a que se proyectara una expansión del procedimiento, corrigiendo los primeros datos, aumentando los elementos a analizar, derivando para incluirla a la industria química inorgánica y aumentando la información con datos de las nuevas fuentes y autores (3), (4), (5), (6) y (7).

Esto dio, como resultado que se pueda estructurar el trabajo, de la siguiente forma:

I) Industria Petroquímica Secundaria:

1.1.- Interrelaciones cuantitativas de productos petroquímicos.

Esto último, significa el reto más importante que puedan tener de ahora en adelante, nuestros ingenieros y científicos.

Recursos Humanos.

La demanda total de recursos humanos necesaria para la realización de las expansiones contempladas en los estudios de mercado que se han hecho, puede ser estimada haciendo las interrelaciones correspondientes, sacadas de las demandas tota -

les propuestas por B. Bucay (8).

Es importante señalar en este punto, la necesidad urgente de hacer participar a todas las instituciones de Educación mediana y superior y centros de capacitación en la tarea para formar los cuadros convenientes de personal que se requerirá para el desarrollo que se está presagiando".

* Fragmento de la ponencia presentada por: Ing. P. Larraza, F. Taracena y C. Almeida en la "reunión sectorial de las industrias químicas".
CANACINTRA, Octubre de 1974.

CAPITULO I

I.- ANALISIS DE LOS METODOS HECHOS HASTA LA FECHA PARA CONOCER LA DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS EN MEXICO. (9)

1) Investigación Directa.

Se hace por medio de encuestas, las cuales se aplican a una muestra o a la totalidad de las empresas. Su principal falla es la de lograr respuestas igualmente válidas y, además por lo laborioso del trabajo, sería necesario contar con un grupo de trabajo numeroso. (28)

2) Comparaciones Internacionales.

Consiste en suponer que la distribución ocupacional y su relación con el PNB es análoga a otro país donde existan más datos estadísticos o a un promedio de varios países. A veces, es posible, escogiendo una fecha en el pasado de un país más desarrollado suponiendo que se tiene un grado de desarrollo equivalente a esa fecha. Sin embargo, la OECD (Organización para Cooperación Económica y Desarrollo) ha realizado estudios que señalan la ineficacia de dichas comparaciones. (28)

II.- DESCRIPCION DE LOS METODOS USADOS EN EL EXTRANJERO.

1) Método Ilor (Incremental Labor Output Ratio).

Este método consiste en hacer una correlación de trabajo-producto como puede ser entre el incremento de ingenieros químicos-incremento del PNB o PIB. Estos incrementos pueden ser totales o sectoriales. La rela-

ción generalmente es una línea recta, pero puede no serlo.

Esta metodología ha sido aplicada en Holanda, Suecia, Reino Unido y --
y otros países.

2) Fracción de densidad.

Fué desarrollado en la Unión Soviética. Consiste en el cálculo de una --
fracción de fuerza de trabajo de una ocupación dada entre el total de --
fuerza de trabajo para un sector de la economía, este factor multiplica--
por las proyecciones de fuerza de trabajo sectorial.

3) Método de Parnes - MRP (Mediterranean Regional Project) Desarrollado -- por la OECD. Parte del método de la determinación de un PNB futuro -- como meta y llega a un cálculo detallado por sector económico y ocupa-- ción, de la fuerza de trabajo requerida para esa meta. El método requie_ re una serie de factores y el producto de éstas dá como resultado una ma_ triz en el que cada elemento es el número de personas con una educación "i" en la ocupación "k" en la industria "j".

Los métodos mencionados anteriormente a excepción del método de investi--
gación directa, están basados en índices económicos, los cuales son influenciados --
por los precios lo que nos dá graves problemas. Además de que para la mayoría de es_
tos métodos no es posible obtener la información necesaria para México.

El método de investigación directa que ha sido el más usado en México, pre_
senta los graves problemas de lograr respuestas confiables y contar con los recursos --

económicos necesarios para poder lograr un tamaño de muestra adecuado.

Debido a todas estas premisas, se usó la matriz desarrollada por el I. Q. --

Pascual Larraza S la cual no considera índices económicos.

CAPITULO II

METODO PROPUESTO.

El presente método tiene como base la teoría del "Balance Dinámico, en la Producción de Químicos y Petroquímicos de los Países Desarrollados", presentada por el Ing. Pascual Larraza. La cual establece que en la década 1960-1970, el gran desarrollo tecnológico de la industria química y petroquímica, en los países desarrollados, dieron lugar a expansiones de capacidad y generación de nuevos mercados, creando durante este lapso, situaciones de excedentes y faltantes, alternadamente, dando como consecuencia un movimiento de inventarios. Estas fluctuaciones de inventarios se han ido estabilizando llegando al punto, que en la actualidad puede considerarse estable, permitiendo hacer interrelaciones lógicas perfectamente balanceadas.

En otras palabras, la red o árbol de interrelación de productos químicos y petroquímicos, ha alcanzado un balance dinámico en los países desarrollados. Mismo que puede ser relacionado para países en vías de desarrollo, como lo es la tendencia lógica a seguir en su planeación del desarrollo de sus industrias químicas y petroquímicas para aprovechar la experiencia vivida por países de economías más estables. La Tabla I -- muestra el índice de desarrollo de México con respecto a Estados Unidos para los principales productos básicos.

Bajo este criterio, se estructuraron las "Interrelaciones cuantitativas Dinámicas de Generación y uso de Recursos para el Desarrollo de la Industria Petroquímica Básica y la de sus Derivados Inmediatos". La cual establece índices relativos respecto a un producto clave. Estos se computaron para países desarrollados, tales como: E.U.A, Japón, Gran Bretaña, Alemania, Francia, Holanda y Bélgica, para diferentes años --

TABLA I

PRODUCCIONES ANUALES UNITARIAS
DE MEXICO Y ESTADOS UNIDOS (1973)

PRODUCTO	I	II	III	IV	V	VI
	UNIDADES DE PRO- DUCCION.	CANTIDAD PRODUCIDA EN MEXICO ANUAL	CANTIDAD PRODUCIDA EN E.S.A. ANUAL	CONSUMO PER CAPITA ANUAL MEXICO	CONSUMO PER CAPITA ANUAL U. S. A.	(V/IV) x 100 = ind. desa- rrollo.
Benceno	M M gal.	25.2	1420	0.458 gal.	6.827 gal.	6.71
Tolueno	M M gal.	32.7	915	0.594 "	4.399 "	13.50
Etileno	M Tons.	168.0	10012	3.054 Kg.	48.135 Kg.	6.34
Ac.Sulf.	M Tons.	1737.0	28432	31.582 Kg.	136.690 Kg.	23.10
NaOH	M Tons.	185	9764	3.36 Kg.	46.942 Kg.	7.16
Na ₂ CO ₃	M Tons.	378	6818	6.87 Kg.	32.779 Kg.	20.96
Cl ₂	M Tons.	82	9273	1.49 Kg.	44.582 Kg.	3.34
NH ₃	M Tons.	554	13634	10.07 Kg.	65.548 Kg.	15.36
A.F.	M Tons.	14	416	0.25 Kg.	2.000 Kg.	12.50
Kw-hr.		3.683 x 10 ¹⁰	2.496 x 10 ¹³	670 Kw-hr.	120.000 Kw-hr.	0.558

con objeto de obtener una mayor confiabilidad en dichos índices.

Con objeto de integrar otros factores primordiales en la planeación estratégica de la industria, se incluyeron en la matriz, índices de servicios, básicamente energéticos y, recursos humanos necesarios para el diseño y operación de las plantas, ya que en la actualidad y en el caso de México, toman mayores dimensiones. Tabla II.

Esta teoría fué aplicada por separado para industria petroquímica y la industria química. Tomando como producto clave al benceno en el caso de petroquímicos y al ácido sulfúrico. La proyección del ácido sulfúrico se hizo en base al benceno por falta de información confiable para químicos. Debido a que en ambas matrices se siguió la misma mecánica, nos limitaremos a revisar con mayor detalle la matriz petroquímica.

PETROQUIMICA.

Los índices petroquímicos se obtuvieron dividiendo la producción de un derivado básico o inmediato determinado entre la producción del benceno para un mismo año, ejercicio que se repitió para varios años, dependiendo de la información disponible.

$$i = \frac{\text{producción producto " x "}}{\text{producción del benceno}}$$

Con el objeto de que los índices no se vean afectados por situaciones localizadas de un país determinado, y dado que los países en desarrollo tienden más rápidamente al equilibrio que un país en vías de desarrollo, se obtuvo la interrelación ponderada de producciones mundiales o de 7 países desarrollados como se mencionó anterior—

TABLA II

CONSUMO ANUAL UNITARIOS COMPARATIVOS
DE ENERGIA ELECTRICA

	Kw-hr año hab.	INDICES DE CONSUMO X 100					
		1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
1.- México	670	100.00					
2.- E. U.	120000		0.558				
3.- Francia	30800			2.175			
4.- Japón	23100				2.900		
5.- Alemania	43000					1.558	
6.- Inglaterra	51000						1.314

mente.

Los índices una vez corroborados, se aplican en la industria mexicana.

La matriz se estructuró formando los petroquímicos básicos como columnas y a los derivados petroquímicos inmediatos con renglones, además esta matriz se complementó con la columna de servicios (11), con la finalidad de formar un panorama global del consumo de energéticos que se requiere para la elaboración de un producto dado, con esta matriz, y contando con la estimación de producción de benceno (12), se estiman los requerimientos de producción para los próximos siete años, es conveniente recalcar que una desviación en la proyección del benceno se reflejaría en las demás estimaciones.

Una vez que contamos con los requerimientos de producción de cada elemento de la matriz, y comparándolos con su capacidad instalada en México en 1973, (13) es posible intuir en que año se necesitará un aumento de capacidad y de qué magnitud.

Es muy importante hacer notar que para efectos de planeación, no solamente es necesario determinar los requerimientos físicos para lograr los objetivos, sino que es indispensable contar con los recursos humanos necesarios para poder realizar las metas fijadas. Es por esto, que se incluyó en la matriz, el número de horas hombre para diseño y operación.

Para la formación de estas matrices, nos encontramos con el problema de la falta de información, y esto se debe, a que muy pocas personas se han preocupado por la planificación de los recursos humanos. Los cálculos están basados en costos de plan

ta y en correlaciones para Estados Unidos (14), sin embargo, estas se aplican a México porque son procesos específicos. Se hicieron varias consideraciones entre las cuales -- supusimos que la ingeniería de diseño debe empezarse dos años antes de la operación, -- aunque esta depende de la magnitud del proyecto. Como también se supuso que al -- arrancar una planta, crea una fuente de trabajo permanente. Es muy importante hacer la aclaración, que el objetivo de esta tesis es formar un marco de referencia, para trata de planear el desarrollo industrial de México.

Con el objeto de ilustrar la aplicación de las matrices, analizaremos como -- ejemplo al etileno de las matrices de petroquímica y al ácido nítrico de inorgánica.

En la matriz No. 1, la cual nos da las interrelaciones cuantitativas de pro -- ducción, obtenemos que el etileno tiene un índice relativo de 2.178 con respecto al -- benceno, lo que corresponde al equilibrio existente en los países desarrollados tomados en consideración, este índice, nos dice que se producen 2.178 kilos de etileno por cada kilo de benceno producido; además de asignársele el índice relativo de 1,000 en su columna correspondiente.

En las columnas de servicios, tenemos que el agua total requerida en el proceso, incluyendo recirculaciones es de 292 m^3 y su consumo de energía eléctrica es de -- 37.48 KWH ambos por tonelada de etileno producido.

Los índices de servicios se incluyeron con el fin de poder estimar los requierimientos de energía en un futuro, contabilizándolos en vapor, agua y energía eléctrica.

En base a estos índices relativos y a la proyección de Petroleos Mexicanos, --

para su producción de benceno, se desarrolló la matriz No. 2, que nos da las proyecciones de producción y capacidad requeridas en México para lograr un balance de producciones equivalente al de los países desarrollados.

En el caso de etileno, tenemos una capacidad instalada de 236,000 Ton/año, siendo la producción requerida para 1974 de 248,400 Tons, teniendo un incremento -- anual promedio de 15% hasta alcanzar la cifra de 581,600 Tons. en 1980.

Este resultado nos lleva a la conclusión de instalar una planta en el año de -- 1977 de 400,000 Ton/año para poder cubrir las necesidades del país.

En la matriz No. 3, la planta de etileno requerirá de 306,800 horas hombre para su diseño en el año de 1975 y a partir de 1977 se requerirán 51,100 horas hombre ingeniería para su operación.

De las matrices de productos inorgánicos analizaremos al ácido nítrico el cual como podemos ver, tiene en la matriz No. 4, un índice relativo de 0.234 con respecto al ácido sulfúrico lo que quiere decir que se producen 0.234 kilos de ácido nítrico por cada kilo de ácido sulfúrico producido ó 0.495 kilos por cada kilo de amoníaco producido ó 0.992 kilos por cada kilo de nitrógeno producido.

De las columnas de servicios obtenemos que se necesitan 0.3 toneladas de vapor y 418.5 KWH para producir una tonelada de ácido nítrico.

Las matrices de la Tabla 5, son las correspondientes a la producción, capacidad y recursos humanos requeridos para el período 1974-1980, pero debido a la falta de información se obtuvieron solamente para 11 productos inorgánicos.

En el caso del ácido nítrico tenemos una capacidad instalada de 169,610 -- Ton/año, siendo la producción requerida en 1974 de 175,840 Tons la cual tendrá un incremento anual promedio de 15.3% hasta llegar a 411,810 Tons en 1980.

Tomando en cuenta estos resultados se llega a la conclusión de instalar una -- planta en 1976, 3 en 1977 y una más en 1980 de 50,000 Tons/año cada una.

Estas p~~l~~antas nos dan como resultado el requerimiento de 58,400 horas hombre ingeniería en 1974; 175,400 en 1975 y 58,400 en 1978 para su diseño.

Para la operación de las plantas se obtuvieron 35,000 horas hombre en 1976; 140,000 en el período de 1977-1979 y 175,000 en 1980. De la misma forma se llegaron a resultados de este tipo para los demás productos químicos mencionados en las matrices.

El obtener las proyecciones, de los requerimientos probables de los diferentes productos presentados bajo este sistema, tiene la ventaja de ser función de un balance dinámico, logrado por países de mayor desarrollo relativo, y de hecho es más realista que la proyección independiente de cada producto.

Esto no quiere decir que las cifras obtenidas en el caso de volúmenes, sean -- 100% exactas y pudieran considerarse como el objetivo a lograr dentro de la planea -- ción de la industria química y petroquímica en México.

Ya que los índices obtenidos para el mercado mundial, implican un grado de distribución y desarrollo por aplicaciones, que son específicos para los países de mayor desarrollo, al ser trasladados para el caso de México, pudiera ser que el peso relativo

del grado de desarrollo de cada aplicación, no sea adecuado al mercado mexicano por lo que se hace necesario un análisis exhaustivo de las condiciones existentes para cada producto.

Sin embargo, creemos que definitivamente los resultados presentados son un -- lineamiento general de lo que podría ocurrir si siguiéramos los patrones establecidos -- por países de mayor desarrollo económico.

Finalmente, en el caso de recursos humanos, las desviaciones de las cifras -- totales proyectadas que pudieran ocurrir, son de menor significado, ya que el recurso humano es independiente de la distribución de volúmenes.

En este trabajo, podemos observar que si queremos realizar la expansión de la industria, necesaria para el desarrollo de México, debemos crear una fuerza de trabajo aproximada de 1,000 ingenieros adicionales a los existentes, en un plazo no mayor de 2 años solo para la expansión de los productos químicos tratados en las matrices.

La introducción de un programa de computación en este trabajo se justifica -- si tomamos en cuenta que las estimaciones de producción antes mencionadas, dependen de la proyección del producto clave y ésta puede variar por diversos factores como pueden ser los nuevos descubrimientos de yacimientos de petróleo.

La estructura del programa es igual para las dos ramas petroquímicas e inorgánica, es por esta razón que solo se incluye el programa para el primero.

En el programa de computación para los petroquímicos y sus derivados inmediatos, se consideró a los interrelaciones de producción ponderadas como constantes y la-

proyección del benceno como variable. Teniendo así, como ventaja que el variar la situación del benceno con solo meter la nueva proyección, obtendremos la estimación de todos los derivados petroquímicos.

El cálculo de las necesidades de recursos humanos para el período 1974-1980 no se incluyó en el programa por no tener los modelos matemáticos de las correlaciones utilizadas.

DERIVADOS INTERMEDIOS Kg/Kg BENCENO	P E T R O Q U I M I C O S B A S I C O S Kg/Kg BENCENO											SERVICIOS		
	BENCENO	TOLUENO	XILENOS	ETIL-BENCENO	ETILENO	PROPILENO	BUTILENO	BUTADIENO	METANOL	AMONIACO	CLORO	VAPOR	AGUA	ELECTRICIDAD
	1.000	0.688	0.419	0.569	2.178	1.183	0.495	0.376	0.559	2.581	1.985	TON/TON PRODUCTO	M3/TON. PRODUCTO	KWH/TON PRODUCTO
Ac. Cresílico & Cresoles	0.018													
Anhidrido Ftalico	0.102		0.244									1.46	571.0	1,688.37
Anhidrido Maleico	0.025											3.20	628.0	2,026.86
Anilina	0.042									0.016				
Benceno	1.000											(0.065)	43.49	52.03
Bisfenol A	0.028											2.6	150.0	130.0
Ciclohexano	0.301												16.01	
Cumeno	0.204					0.155								
Dodecibenceno	0.052													
Estireno	0.462			0.811								3.75	109.0	83.77
Caprolactama	0.056											12.49	1468.6	414.46
Etilbenceno	0.569			1.000										
Fenol	0.183					0.155						5.3	271.1	251.32
Naftaleno	0.022													
Tolueno	0.688	1.000										(0.03)	22.14	26.49
TPA & DMT	0.445		1.062									7.10	837.0	98.53
XILENOS	0.419		1.000									(0.04)	23.98	28.69
ACETALEHIDO	0.183				0.084							1.47	275.25	190.0
ACETATO DE ETILO	0.113													
ACETATO DE VINILO	0.091				0.042							5.0	537.5	274.95
ACETILENO	0.150				0.069							4.53		1,450.00
ACETONA	0.145					0.123						0.75	583.95	310.0
ACIDO ACETICO	0.194				0.089									180.0
ACIDO ADIPICO	0.117													
ACRILATO DE ETILO	0.026				0.012									
ACRILONITRILLO	0.118					0.100				0.046		2.50	540.0	400.0
ALCOHOL POLIVINILICO	0.008													
AMONIACO	2.581									1.000				16.52
ANHIDRIDO ACETICO	0.194				0.089									
ETILEN GLICOL	0.279				0.128							5.73	285.0	45.92
BUTADIENO	0.376							1.000				3.23	131.05	793.65
nBUTANOL	0.055				0.025									
BUTILENO	0.495						1.000							
CLORO	1.985										1.000	3.08		3,560.0
CLOROFORMO	0.024										0.012			
CLORURO DE METILO	0.069				0.032						0.035	4.0	350.53	352.8
CLORURO DE VINILO	0.550				0.252						0.277	3.72	378.90	328.45
DICLORO ETILENO	0.645				0.296									
ETANOL AMINAS	0.138				0.063							9.09	1,050.0	334.94
ETILENO	2.178				1.000								292.05	37.48
2ETIL HEXANOL	0.042													
FLUORO CARBONES	0.076													
FORMALDEHIDO 100%	0.188								0.380			(0.48)	255.0	74.40
ISOPROPANOL	0.226					0.199						2.50	150.0	28.00
METANOL	0.559								1.000			-	183.57	5.29
METIL ETIL CETONA	0.052											4.40	396.25	528.96
OXIDO DE ETILENO	0.323				0.148							13.03	156.87	180.0
OXIDO DE PROPILENO	0.118					0.100								
OXO ALCOHOLES	0.074					0.065								
PENTAERITRITOL	0.053				0.024				0.015			16.00	129.0	438.6
PERCLORO ETILENO	0.081				0.037						0.041			
PROPILLEN GLICOL	0.037					0.031								
PROPILENO	1.183					1.000								
TETRACLORURO DE CARBONO	0.107													
TRICLORO ETILENO	0.062										0.031			
111 TRICLORO ETANO	0.049										0.025			
UREA	0.624				0.029					0.242		0.95	48.0	118.0
POLIESTIRENO	0.360			0.632								0.4	2.5	340.0
POLIETILENO	0.645				0.296								250.0	700.0
POLIPROPILENO	0.151					0.127						4.0	350.0	950.0
POLICLORURO DE VINILO	0.371				0.170									
HULES SINTETICOS	0.505			0.887				1.022						
RESINA FENOLICA	0.141													
RESINA POLIESTER	0.098													
RESINA UREICA	0.081				0.037					0.031				

NOTA: Las columnas de servicios no se completaron por falta de información confiable. La columna correspondiente al agua se refiere al agua total necesaria (consumida y recircula en el sistema) por tonelada de producto indicado.

1	MATRIZ DE INDICES DE PRODUCTOS ORGANICOS
	TESIS PROFESIONAL Contribución al estudio de la planeación de la oferta-demanda de Ingenieros Químicos en México
	ALMEIDA HERRERA CARLOS ALBERTO TARACENA CANZ LEON FERNANDO
9 SEPTIEMBRE 1974	

		PRODUCCION REQUERIDA MILES TON/AÑO							CAPACIDAD REQUERIDA MILES TON/AÑO						
	CAPACIDAD INSTALADA 1973 MILES DE TONS/AÑO	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
AROMATICOS															
Ac.Cresílico & Cresoles		2.0	2.1	2.2	4.0	4.3	4.6	4.8							
Anhidrido Ftalico	26.7	11.6	11.9	12.4	22.9	24.4	25.8	27.2							20
Anhidrido Maleico	7.0	2.8	2.9	3.0	5.6	5.9	6.3	6.7							
Anilina	3.0	4.8	4.9	5.1	9.4	10.0	10.6	11.2					10		
Benceno	116.6	114.0	116.8	121.5	224.6	238.7	252.9	267.0				200			
Bisfenol A	-	3.2	3.3	3.4	6.3	6.7	7.1	7.5							
Ciclohexano	85.0	34.3	35.2	36.6	67.6	71.9	76.1	80.4							
Cumeno	-	23.3	23.8	24.8	45.8	48.7	51.6	54.5			40				20
Dodecilbenceno	53.0	5.9	6.1	6.3	11.7	12.4	13.2	13.9							
Estireno	30.0	52.7	54.0	56.1	103.8	110.3	116.8	123.4		20 (2)		20 (3)			
Caprolactama	40.0	6.4	6.5	6.8	12.6	13.4	14.2	15.0							
Etilbenceno	55.7	64.9	66.5	69.1	127.8	135.8	143.9	151.9			20 (2)		20 (3)		
Fenol	-	20.9	21.4	22.2	41.1	43.7	46.3	48.9		50					
Naftaleno	4.2	2.5	2.6	2.7	4.9	5.2	5.6	5.9							
Tolueno	100.0	78.5	80.4	83.6	154.5	164.3	174.0	183.7				100			
TPA & DMT	-	50.7	52.0	54.1	99.9	106.2	112.6	118.8	100					50	
Xilenos	89.2	47.8	48.9	50.9	94.1	100.0	106.0	111.9				50			
ALIFATICOS															
Acetalehido	44.0	20.9	21.4	22.2	41.1	43.7	46.3	48.9							
Acetato de Etilo	9.0	12.9	13.2	13.7	25.4	27.0	28.6	30.2				30			
Acetato de Vinilo	13.3	10.4	10.6	11.1	20.4	21.7	23.0	24.3					20		
Acetileno		17.1	17.5	18.2	33.7	35.8	38.0	40.1							
Acetona	7.0	16.5	16.9	17.6	32.6	34.6	36.7	38.2		20					20
Acido Acetico	42.6	22.1	22.7	23.6	43.6	46.3	49.1	51.8						20	
Acido Adipico	-	13.3	13.7	14.2	26.3	27.9	29.6	31.2			40				
Acrilato de Etilo	-	3.0	3.0	3.2	5.8	6.2	6.6	6.9							
Acrilonitrilo	24.0	13.5	13.8	14.3	26.5	28.2	29.8	31.5							20
Alcohol Polivinilico	-	0.9	0.9	1.0	1.8	1.9	2.0	2.1							
Amoniaco	613.0	294.3	301.5	313.6	579.7	616.2	652.2	689.3							300
Anhidrido Acetico	23.9	22.1	22.7	23.6	43.6	46.3	49.1	51.8				40			
Etilen Glicol	18.1	31.8	32.6	33.9	62.7	66.6	70.6	74.5		20		20 (2)			
Butadieno	-	42.9	43.9	45.7	84.4	89.8	95.1	100.4	55					55	
nButanol	14.0	6.3	6.4	6.7	12.4	13.1	13.9	14.7							20
Butileno	-	56.4	57.8	60.1	111.2	118.2	125.2	132.2							
Cloro	146.0	226.3	231.9	241.2	445.8	473.9	502.0	530.1				150	150	150	
Cloroformo	-	2.7	2.8	2.9	5.4	5.7	6.1	6.4							
Cloruro de Metilo		7.9	8.1	8.4	15.5	16.5	17.5	18.4							
Cloruro de Vinilo	89.5	62.7	64.2	67.0	123.5	131.3	139.0	147.0				80			
Dicloro Etileno	160.4	73.5	75.3	78.4	144.9	154.0	163.1	172.2							
Etanol Aminas	3.6	15.7	16.1	16.8	31.0	32.9	34.9	36.9		35					
Etileno	236.0	248.4	254.4	264.6	489.1	520.0	550.8	581.6				400			
2Etil Hexanol	13.2	4.8	4.9	5.1	9.4	10.0	10.6	11.2							
Fluoro Carbones	-	8.7	8.9	9.2	17.1	18.1	19.2	20.3					20		
Formaldehido 100%	38.8	21.4	21.9	22.8	42.2	44.9	47.6	50.2							
Isopropanol	24.0	25.8	26.4	27.5	50.8	53.9	57.2	60.4					50		
Metanol	21.5	63.7	65.3	67.9	125.5	133.4	141.4	149.3				150			
Metil Etil Cetona	4.3	5.9	6.1	6.3	11.7	12.4	13.2	13.9				10			
Oxido de Etileno	28.0	36.8	37.7	39.2	72.5	77.1	81.7	86.3				70			
Oxido de Propileno	-	13.5	13.8	14.3	26.5	28.2	29.8	31.5		20				20	
Oxo Alcoholes	-	8.4	8.6	9.0	16.6	17.7	18.7	19.8					20		
Pentaeritritol	-	6.0	6.2	6.4	11.9	12.6	13.4	14.2							20
Percloro Etileno	8.0	9.2	9.5	9.8	18.2	19.3	20.5	21.6				10			
Propilen Glicol	11.0	4.2	4.3	4.5	8.3	8.8	9.4	9.9							
Propileno	140.0	134.9	138.2	143.7	265.7	282.4	299.2	315.9				30 (2)	30 (3)	30	
Tetracloruro de Carbóno		12.2	12.5	13.0	24.0	25.5	27.1	28.6							
Tricoloro Etileno		7.1	7.2	7.5	13.9	14.8	15.7	16.6							
111 Tricloro Etano		5.6	5.7	5.9	11.0	11.7	12.3	13.1							
Urea	452.5	71.2	72.9	75.8	140.1	149.0	157.8	166.6							
POLIMEROS															
Poliestireno	42.3	41.0	42.0	43.7	80.9	85.9	91.0	96.1				60			
Polietileno	78.0	73.6	75.3	78.4	144.9	154.0	163.1	172.2			40		30 (2)		
Polipropileno	-	17.2	17.3	18.3	33.9	35.0	38.2	40.3	10 (2)			10		10	
Policloruro de Vinilo	72.5	42.3	43.3	45.1	83.3	88.6	93.8	99.1				10	10	10	
Hules Sintéticos	85.0	57.6	59.0	61.4	113.4	120.6	127.7	134.9				20	20		
RESINAS															
Fenolica		16.1	16.5	17.1	31.7	33.7	35.7	37.7							
Poliester		11.2	11.4	11.9	22.0	23.4	24.8	26.2							
Ureica		9.2	9.5	9.8	18.2	19.3	20.5	21.6							

NOTA: El número entre paréntesis indica número de plantas

2	MATRIZ DE PROYECCIONES DE PRODUCCION Y CAPACIDAD DE PRODUCTOS ORGANICOS
	TESIS PROFESIONAL Contribución al estudio de la planeación de la oferta-demanda de Ingenieros Químicos en México
	ALMEIDA HERRERA CARLOS ALBERTO TARACENA SANZ LEON FERNANDO
9 SEPTIEMBRE 1974	

	HORAS HOMBRE INGENIERIA DISEÑO (Miles de horas hombre)							HORAS HOMBRE INGENIERIA OPERACION (Miles de horas hombre)						
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
AROMATICOS														
Ac.Cresflico & Cresoles														
Anhidrido Ftalico							38.8							24.8
Anhidrido Maleico														
Anilina					34.7							22.7	22.7	22.7
Benceno				38.7							42.7	42.7	42.7	42.7
Bisfenol A														
Ciclohexano														
Cumeno			68.9				38.1			30.8	30.8	30.8	30.8	30.8
Dodecilbenceno														
Estireno		160.7		256.1					49.6	49.6	124.0	124.0	124.0	124.0
Caprolactama														
Etilbenceno			53.4		80.1					49.6	49.6	124.0	124.0	124.0
Fenol		87.1							31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5
Naftaleno														
Tolueno				119.5							35.0	35.0	35.0	35.0
TPA & DMT	153.7					92.2		35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	66.5	66.5
Xilenos				158.5							35.0	35.0	35.0	35.0
ALIFATICOS														
Acetalehido														
Acetato de Etilo				69.8							26.8	26.8	26.8	26.8
Acetato de Vinilo					12.9							24.8	24.8	24.8
Acetileno														
Acetona		47.5					47.5		24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	49.6
Acido Acetico						41.6							24.8	24.8
Acido Adipico			187.9							30.8	30.8	30.8	30.8	30.8
Acrilato de Etilo														
Acrilonitrilo														24.8
Alcohol Polivinilico							117.0							
Amoniaco							145.4							45.2
Anhidrido Acetico				89.5							30.8	30.8	30.8	30.8
Etilen Glicol		70.0		140.0					24.8	24.8	74.4	74.4	74.4	74.4
Butadieno	52.0					52.0		32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	65.4	65.4
nButanol							89.2							24.8
Butileno														
Cloro				150.0	150.0	150.0					42.0	84.0	126.0	126.0
Cloroformo														
Cloruro de Metilo														
Cloruro de Vinilo				70.7							34.3	34.3	34.3	34.3
Dicloro Etileno														
Etanol Aminas		29.9							28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
Etileno				306.8							51.1	51.1	51.1	51.1
2Etil Hexanol														
Fluoro Carbones					85.2							24.8	24.8	24.8
Formaldehido 100%														
Isopropanol					43.8							31.5	31.5	31.5
Metanol				116.5							42.0	42.0	42.0	42.0
Metil Etil Cetona				23.1							14.2	14.2	14.2	14.2
Oxido de Etileno				189.4							33.7	33.7	33.7	33.7
Oxido de Propileno		58.2				58.2			24.8	24.8	24.8	24.8	49.6	49.6
Oxo Alcoholes					77.6							24.8	24.8	24.8
Pentaeritritol							93.8							24.8
Percloro Etileno				25.5							14.2	14.2	14.2	14.2
Propilen Glicol														
Propileno				40.8	61.1	20.3					53.6	134.0	160.8	160.8
Tetracloruro de Carbono														
Tricloro Etileno														
111 Tricloro Etano														
Urea														
POLIMEROS														
Poliestireno				189.8							33.0	33.0	33.0	33.0
Poliutileno			176.2		311.4					30.8	30.8	83.4	83.4	83.4
Proliopropileno	243.0			243.0		243.0		28.4	28.4	28.4	42.6	42.6	56.8	56.8
Prolicloruro de Vinilo				77.6	77.6	77.6					14.2	28.4	42.6	42.6
Hule Sintético											24.8	49.6	49.6	49.6
RESINAS														
Fenolica														
Poliester														
Ureica														

3

MATRIZ DE PROYECCIONES DE RECURSOS HUMANOS DE PRODUCTOS ORGANICOS

TESIS PROFESIONAL

Contribución al estudio de la planeación de la oferta-demanda de Ingenieros Químicos en México

9 SEPTIEMBRE 1974

ALMEIDA HERRERA CARLOS ALBERTO
TARACENA SANZ LEON FERNANDO

INORGANICOS BASICOS KG/KG ACIDO SULFURICO													SERVICIOS		
INORGANICOS	ACIDO SULFURICO	ACIDO CLOR-HIDRICO	ACIDO NITRICO	AMONIACO	AZUFRE	CARBON	CARBONATO DE SODIO	CLORO	NITROGENO	OXIGENO	SAL	HIDROXIDO DE SODIO	VAPOR	AGUA	ELECTRICIDAD
	1.000	0.051	0.234	0.483	0.304	0.053	0.190	0.319	0.241	0.485	1.138	0.256	TON/TON. PRODUCTO	M3/TON. PRODUCTO	KWA/TON. PRODUCTO
ACIDO BORICO	0.004												2.2		55.07
ACIDO CLORHIDRICO	0.051	1.000									0.064				4.63
ACIDO CROMICO	0.001														
ACIDO FLUORHIDRICO	0.011												0.55		308.37
ACIDO FOSFORICO	0.209												0.78		114.54
ACIDO NITRICO	0.234		1.000	0.495					0.992				0.3		418.5
ACIDO SULFURICO	1.000												0.1		9.91
AMONIACO	0.483			1.000					2.004			1.887		12.09	16.52
ARGON	0.004														
AZUFRE	0.304				1.000										
BIOXIDO DE CARBONO	0.043					0.811	0.226								
BIOXIDO DE TITANIO	0.023					0.434		0.072				0.090			
CARBON	0.053					1.000									
CARBONATO DE CALCIO (ppdo)	0.007														
CARBONATO DE SODIO	0.190					3.585	1.000				0.167			126.16	105.73
CIANURO DE HIDROGENO	0.008														
CLORO	0.319						1.679	1.000		0.678	0.280		3.08		3,560.0
CLORATO DE SODIO	0.006	0.118						0.019			0.005				5,726.87
CLORURO DE ALUMINIO	0.001														185.43
CLORURO DE CALCIO	0.037						0.195								
CLORURO DE POTASIO	0.133												1.3		55.07
CLORURO DE MAGNESIO	0.019														
CREOLITA SINTETICA	0.003														
CROMATO Y BICROMATO DE SODIO	0.005						0.026								
FOSFORO	0.014														
FOSFATO DE AMONIO	0.218			0.451											15.42
FOSFATO DE CALCIO DIBASICO	0.017														
FLUORURO DE ALUMINIO	0.005														
HIDROXIDO DE ALUMINIO	0.011														
HIDROXIDO DE SODIO	0.256						1.347				0.225	1.000	1.5		96.92
HIDROXIDO DE POTASIO	0.005														
DISULFURO DE CARBONO	0.012				0.039										
HIPOCLORITO DE CALCIO	0.002												3.3		485.0
HIPOCLORITO DE SODIO	0.002														
METAFOSFATO DE SODIO	0.003														
METASILICATO DE SODIO	0.008														
NITRATO DE AMONIO	0.219		0.932	0.453									1.55		
NITROGENO	0.241								1.000						
OXIDO DE ALUMINIO	0.226														
OXIGENO	0.485									1.000			2.2		484.58
PENTA SULFURO DE FOSFORO	0.002														
SAL	1.138						5.989				1.000	3.556			
SILICA GEL	0.003												14.0		66.08
SILICATO DE SODIO	0.021						0.111						0.5		26.43
SODIO	0.005										0.004		5.1		10792.95
SUPERFOSFATO TRIPLE	0.100														26.43
SULFATO DE AMONIO	0.060			0.124									0.18		30.84
SULFATO DE ALUMINIO	0.040												3.4		33.04
SULFATO DE COBRE	0.001														
SULFATO DE POTASIO	0.010														
SULFATO DE SODIO	0.043										0.038		1.8		
SULFATO DE ZINC	0.002														
SULFATO DE SODIO	0.008														
SULFURO DE SODIO	0.044														
TRICLORURO DE FOSFORO	0.002														
TRIFOSFATO DE SODIO	0.032														

NOTA: Las columnas de servicios no se completaron por falta de información confiable. La columna correspondiente al agua se refiere al agua total necesaria (consumida y recircula en el sistema) por tonelada de producto indicado.

4

9 SEPTIEMBRE 1974

MATRIZ DE INDICES DE PRODUCTOS INORGANICOS

TESIS PROFESIONAL

Contribución al estudio de la planeación de la oferta-demanda de Ingenieros Químicos en México

ALMEIDA HERRERA CARLOS ALBERTO

TARACENA SANZ LEON FERNANDO

		PRODUCCION REQUERIDA MILES TON/AÑO							CAPACIDAD REQUERIDA MILES TON/AÑO						
INROORGANICOS	CAPACIDAD INSTALADA 1973 MILES DE TONS. /AÑO	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Acido Clohídrico	85.13	38.32	39.26	40.83	75.48	80.24	85.00	89.75							
Acido Fluorhídrico	7.05	8.27	8.47	8.81	16.28	17.31	18.33	19.36				15			
Acido Fosfórico	540.00	156.44	162.42	168.94	312.28	331.97	351.65	371.33							
Acido Nítrico	169.61	175.84	180.12	187.36	346.32	368.15	389.98	411.81			50	50 (3)			50.0
Acido Sulfúrico	1742.23	751.44	769.75	800.68	1480.02	1573.31	1666.59	1759.87					300		
Amoniaco	613.00	362.94	371.79	386.73	714.85	759.91	804.96	850.02							
Azufre	133.70	225.40	234.00	243.41	449.93	478.29	506.64	535.00	50 (2)			50 (4)		50 (2)	
Carbonato de Sodio	275.00	140.87	146.25	152.13	281.20	298.93	316.65	334.37					100		
Cloro	251.30	239.75	245.55	255.42	472.13	501.89	518.31	561.40				150	150	150	
Hidróxido de Sodio	217.90	189.81	197.06	204.97	378.88	402.77	426.65	450.53				160	160		
Sal	5800.00	843.76	875.97	911.17	1684.26	1790.43	1896.58	2002.73							

NOTA: El número entre paréntesis indica número de plantas.

	HORAS HOMBRE INGENIERIA DISEÑO (Miles de horas hombre)							HORAS HOMBRE INGENIERIA OPERACION (Miles de horas hombre)						
INROORGANICOS	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Acido Clohídrico														
Acido Fluorhídrico				36.2							23.6			
Acido Fosfórico														
Acido Nítrico			58.4	175.4			58.4			35.0	140.0	140.0	140.0	175.0
Acido Sulfúrico														
Amoniaco					145.4							45.2	45.2	45.2
Azufre	79.3			158.5		79.3		63.0	63.0	63.0	189.0	189.0	252.0	252.0
Carbonato de Sodio					28.9							35.0	35.0	35.0
Cloro				150.0	150.0						42.0	84.0	84.0	84.0
Hidróxido de Sodio*														
Sal														

(*) Las horas hombre de Ingeniería de Diseño y Operación de hidróxido de sodio, estan incluidas en la Planta de Cloro.

5	MATRICES DE PROYECCIONES DE PRODUCCION, CAPACIDAD Y RECURSOS HUMANOS DE PRODUCTOS INORGANICOS
	TESIS PROFESIONAL Contribución al estudio de la planeación de la oferta-demanda de Ingenieros Químicos en México
	ALMEIDA HERRERA CARLOS ALBERTO TARACENA SANZ LEON FERNANDO
9 SEPTIEMBRE 1974	

```

0001      DIMENSION FRCMAX(30),CHGFFE(100),ACME(100,6),PRCREQ(100,30),M(3),
          INAN(2,10)
0002      LEC=1
0003      IMP=2
0004      READ(LEC,1)NA
0005      1 FORMAT(I2)
0006      DO 10 I=1,NA
0007      10 READ(LEC,2) FRCMAX(I)
0008      2 FORMAT(F10.0)
0009      READ(LEC,1) NFRC
0010      DO 20 J=1,NFRC
0011      20 READ(LEC,3) CHGFFE(J),(ACME(J,K),K=1,6)
0012      DO 100 IL=1,3
0013      100 READ(LEC,7)(INAN(IL,J),J=1,10)
0014      7 FORMAT(10I4)
0015      DO 30 I=1,NA
0016      DO 40 J=1,NFRC
0017      PRCREQ(I,J)=FRCMAX(I)*CHGFFE(J)
0018      40 CONTINUE
0019      30 CONTINUE
0020      NP=((NA-1)/10) + 1
0021      IF(NP-2)11,12,13
0022      11 M(1)=NA
0023      GO TO 15
0024      12 M(1)=10
0025      M(2)=NA - 10
0026      GO TO 15
0027      13 M(1)=10
0028      M(2)=20
0029      M(3)=NA - 20
0030      15 DO 25 L=1,NP
0031      KK1=M(L)
0032      KK2=NA - M(L) + 1
0033      WRITE(INP,5)((INAN(L,KF),KF=1,10), (FRCMAX(I), I=KK2, KK1))
0034      DO 50 J=1,NFRC
0035      IF(J,50,50) WRITE(INP,5)((INAN(L,KF),KF=1,10), (FRCMAX(I), I=KK2, KK1))
0036      50 WRITE(INP,4) (ACME(L,K),K=1,6), (PRCREQ(J,I), I=KK2, KK1)
0037      25 CONTINUE
0038      5 FORMAT(1H1,///,56X,'REDUCCION REQUERIDA MILES TON/AG0',//,
          12X,10I4,/,1X,'RECYECCION ',16X,10F12.2,/)
0039      4 FORMAT(1X,6A4,3X,10F10.2)
0040      3 FORMAT(F10.0,6A4)
0041      STOP
0042      END

```

PRODUCCION REQUERIDA MILES TON/AÑO

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
PROYECCION	114.00	116.80	121.50	124.60	224.60	228.70	252.50	267.00		
AC. CRESILICO Y CRESOLIS	2.05	2.10	2.19	4.04	4.30	4.55	4.81			
ANFIDRIDO ETALICO	11.63	11.91	12.39	22.91	24.35	25.80	27.23			
ANFIDRIDO MALEICO	2.85	2.92	3.04	5.61	5.87	6.32	6.67			
ANILINA	4.79	4.91	5.10	9.43	10.03	10.62	11.21			
BENCENO	114.00	116.80	121.50	224.60	239.70	252.50	267.00			
BISFENOL A	3.19	3.27	3.40	6.29	6.68	7.08	7.48			
CICLOHEXANO	24.31	35.16	36.57	67.60	71.85	76.12	80.37			
CUMENO	23.26	23.83	24.79	45.82	48.65	51.55	54.47			
ODORCIL BENCENO	5.93	6.07	6.32	11.68	12.41	13.15	13.88			
ESTIRENO	52.67	53.96	56.13	103.77	110.28	116.84	123.35			
CARROLACTAMA	6.33	6.54	6.30	12.58	13.37	14.16	14.95			
ETIL BENCENO	64.87	66.46	69.13	127.80	135.82	143.50	151.52			
FENOL	20.86	21.37	22.23	41.10	43.68	46.28	48.86			
NAFTALENO	2.51	2.57	2.67	4.94	5.25	5.56	5.87			
TOLUENO	78.43	80.36	83.59	154.52	164.22	174.00	183.70			
TRA Y DMT	50.73	51.99	54.07	99.95	106.22	112.54	118.81			
XILENOS	47.77	48.94	50.91	94.11	100.02	105.97	111.87			
ACETALDEHIDO	20.86	21.37	22.23	41.10	42.68	44.28	45.86			
ACETATO DE ETILO	17.98	18.20	18.73	25.38	26.97	28.58	30.17			
ACETATO DE VINILO	10.37	10.63	11.06	20.44	21.72	23.01	24.30			
ACETILENO	17.10	17.52	18.22	23.69	25.80	27.93	30.05			
ACETONA	16.53	16.94	17.62	32.57	34.61	36.67	38.71			
ACIDO ACETICO	22.12	22.66	23.57	43.57	46.31	49.06	51.80			
ACIDO ACIDICO	13.34	13.67	14.22	26.28	27.93	29.55	31.24			
ACRILATO DE AETILO	2.96	3.04	3.16	5.84	6.21	6.58	6.94			
ACRILONITRILLO	13.45	13.79	14.34	26.50	28.17	29.84	31.51			
ALCOHOL POLIVINILICO	0.91	0.93	0.97	1.80	1.91	2.02	2.14			
AMONIACO	254.23	301.46	313.59	579.69	616.08	652.73	689.13			
ANFIDRIDO ACETICO	22.12	22.66	23.57	43.57	46.31	49.06	51.80			
ETILÉN GLICOL	21.81	22.50	23.90	62.66	66.60	70.56	74.45			
BUTADIENO	42.86	43.92	45.68	84.45	89.75	95.05	100.35			
MBUTANO	6.27	6.42	6.68	12.35	13.13	13.91	14.68			
BUTILENO	56.43	57.82	60.14	111.18	118.18	125.15	132.16			
CLORO	226.29	231.95	241.18	445.83	473.82	502.01	529.55			
CLOROFORMO	2.74	2.80	2.92	5.39	5.73	6.07	6.41			
CLORURO DE METILO	7.87	8.26	8.38	15.50	16.47	17.45	18.42			
CLORURO DE VINILO	62.70	64.24	66.82	123.53	131.28	139.09	146.85			
CICLOO ETILENO	73.53	75.34	78.37	144.87	152.56	160.12	172.21			
ETANO AMINAS	15.73	16.12	16.77	30.99	32.54	34.90	36.85			
ETILENO	248.29	254.39	264.63	489.18	519.85	550.82	581.53			
ETIL HEXANOL	4.79	4.91	5.10	9.43	10.03	10.62	11.21			
FLUORO CARBONES	8.66	8.88	9.23	17.07	18.14	19.22	20.25			
FORMALDEHIDO	21.43	21.95	22.84	42.22	44.88	47.55	50.20			
ISOPROPANO	25.76	26.40	27.46	50.76	53.55	57.16	60.34			
METANO	63.73	65.29	67.92	125.55	133.43	141.37	149.25			
METIL ETIL CETONA	5.93	6.07	6.32	11.68	12.41	13.15	13.88			
OXIDO DE ETILENO	26.82	27.73	29.24	72.55	77.10	81.65	86.24			
OXIDO DE PROPILENO	13.45	13.79	14.34	26.50	28.17	29.84	31.51			
OXO ALCOHOLES	8.44	8.64	8.99	16.62	17.66	18.71	19.76			

PRODUCCION REQUERIDA MILES TON/AÑO

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
PRODUCCION	114.00	116.20	121.50	122.60	224.60	238.70	252.90	267.00		
DENTADO LITOL	6.04	6.19	6.44	11.80	12.65	13.40	14.15			
DETRICLO ETILENO	9.23	9.46	9.84	18.19	19.22	20.48	21.63			
PRODIL EN OLICHO	4.22	4.32	4.50	8.31	8.83	9.36	9.88			
PRODIL ENO	134.86	138.17	143.73	265.70	282.38	299.18	315.86			
TETRACLOURO DE CARBONO	12.20	12.50	13.00	24.03	25.54	27.06	28.57			
TRICLORO ETILENO	7.07	7.24	7.53	13.93	14.80	15.68	16.55			
111 TRICLORO ETANO	5.59	5.72	5.95	11.01	11.70	12.39	13.08			
UREA	71.14	72.28	75.32	140.15	148.95	157.81	166.61			
POLISTIRENO	41.04	42.05	43.74	80.86	85.93	91.04	96.12			
POLISTILENO	73.53	75.34	78.37	144.87	152.96	162.12	172.21			
POLIPROPILENO	17.21	17.64	18.35	33.91	36.04	38.15	40.22			
POLICLOURO DE VINILO	42.29	43.33	45.08	83.33	88.56	93.83	99.06			
MILES SINTETICOS	57.57	58.98	61.36	113.42	120.54	127.71	134.83			
RESINA EPOXICA	16.07	16.47	17.13	31.67	33.66	35.66	37.65			
RESINA POLIESTER	11.17	11.45	11.91	22.01	23.25	24.78	26.17			
RESINA METICA	9.23	9.46	9.84	18.19	19.22	20.48	21.63			

CAPITULO III

OFERTA DE INGENIEROS QUIMICOS EN MEXICO.

La oferta de Ingenieros Químicos en México está controlada por el número de estudiantes egresados de todas las Universidades de México en las cuales se imparte la carrera de Ingeniería Química. Sin embargo, el número de egresados no mantiene un crecimiento constante por lo que no es posible hacer una proyección a futuro confiables tomando solamente en cuenta este dato.

Esto se comprobó al comparar una proyección hecha por mínimos cuadrados hace algunos años con los datos reales obtenidos en la ANUIES. Las desviaciones que se observan son de un 15% para el 1er. año y de un 100% para el 2o. año de proyección. (28)

Sin embargo, el número de egresados está íntimamente relacionado con el número de matriculados en esa carrera, el cual si mantiene un crecimiento constante, por lo que es más confiable hacer primero una proyección del número de matriculados en base a esta y los datos que se tengan de egresados en años anteriores obtenemos la proyección de egresados.

Por la experiencia lograda por el Lic. Jesús Barrón (encargado de hacer los reportes anuales de la ANUIES) en este tipo de proyecciones es más confiable hacer la proyección por medio de tasas de crecimiento anual promedio y relacionando la proyección de egresados.

Desgraciadamente, los datos más recientes existentes del número de Ingenieros Químicos matriculados y egresados en México, son de 1971 por lo que se tuvo que

estimar los años de 1972 y 1973, lo que hace aún menos confiable hacer una proyección hasta 1980. Sin embargo, con el fin de lograr una idea general se hizo la proyección hasta 1980.

Los datos de alumnos matriculados, egresados y titulados en la carrera de Ingeniero Químico en México se encuentran en la Tabla III. La proyección de los alumnos egresados de la Ingeniería Química hasta 1980 está dada en la Tabla IV.

T A B L A I I I

ALUMNOS MATRICULADOS, EGRESADOS Y TITULADOS EN LA CARRERA DE IN- GENIERIA QUIMICA EN MEXICO

<u>AÑO</u>	<u>MATRICULADOS</u>	<u>EGRESADOS</u>	<u>TITULADOS.</u>
1967	4,159	528	324
1968	5,276	508	323
1969	5,783	673	364
1970	7,106	455	435
1971	7,976	699	299

TABLA IV

PROYECCION DE ALUMNOS EGRESADOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA EN MEXICO

<u>AÑO</u>	<u>EGRESADOS</u>
1972	750
1973	804
1974	863
1975	926
1976	994
1977	1,066
1978	1,144
1979	1,228
1980	1,317

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES.

. Las matrices presentadas en esta tesis pueden ser de gran utilidad para personas con experiencia en el campo de la planeación, debido a su conocimiento del desarrollo de la industria mexicana.

. Al comparar las estimaciones obtenidas, en base a la proyección del benceno, con la situación real de la industria mexicana nos encontramos con ciertas discrepancias debido a que la producción de benceno no es suficiente y a que los índices son obtenidos en base a países desarrollados, esta última razón es la más importante, ya que debido a las diferencias en la distribución por aplicaciones nos puede llevar a fuertes desviaciones como un ejemplo podemos citar al ácido sulfúrico, el cual en México se destina el 75% de su producción a la fabricación de fertilizantes, en cambio a nivel mundial se utiliza solamente el 40%. Debido a esto, el objetivo de esta tesis es tratar de crear un marco de referencia para la planificación industrial y de Recursos Humanos en México.

. Para lograr el diseño y operación de las plantas requeridas en el período 1974-1980, se llegó al resultado de que se necesitarán aproximadamente 1,000 Ingenieros, debemos tomar en cuenta que esta cifra es solo para los productos mencionados en las matrices.

. En base a los datos obtenidos en la ANUIES, estimamos que habrá 7,538 Egresados de la carrera de Ingeniería Química en el período de 1974-1980, esta cifra es tomando en cuenta todas las Universidades del país. Cabe hacer notar que esta cifra no

es comparable con la demanda de ingenieros obtenida anteriormente debido a que las matrices no abarcan a toda la Industria Química.

. La tesis tué discutida con varias personas concientes de la situación real de México por lo que se llegó a la conclusión que este trabajo puede ser base de muchos otros o sea, queda mucho por hacer y numerosos resultados por obtener. Es por esto que mencionamos algunos comentarios.

COMENTARIOS.

. La tesis se puede complementar con un mapa de localización de plantas existentes en México con el objeto de hacer un estudio de factibilidad para la mejor localización de las nuevas plantas tratando de evitar el aumento de la centralización. Es por esto que se utilizó el criterio seleccionar plantas de pequeña capacidad. Si esto le añadimos un estudio de los diferentes municipios con sus respectivos servicios (agua, electricidad, infraestructura, etc) nos daría como resultado un marco de referencia para la mejor planificación de la industria química nacional (Tabla V) (Ing. Raúl Meyer).

. Conocer las diferentes alternativas de producción es un punto muy importante, con esto queremos decir que si en un momento dado tenemos que escoger qué producto se va a fabricar de 3 opciones, tenemos que ver cual de ellos es más importante para México, cual tiene más derivados intermedios y productos finales, si existe tecnología, etc todo esto puede tener como base las proyecciones que nos den las matrices (Ing. Raúl Meyer).

. La investigación tecnológica no se ha desarrollado en México, a excepción de

ciertas empresas, por lo general las translacionales. Hay que tomar en cuenta que los resultados de una investigación tecnológica tardan de 8 a 10 años y mientras no se desarrolle en México, nuestra dependencia del extranjero será cada vez mayor.

Considerando que con el registro de tecnología se hará urgente en pocos años - el desarrollo de tecnología nacional el método de proyecciones planteado en este trabajo permitiría el detectar las áreas donde la investigación tecnológica produciría resultados más convincentes. (Ing. Rudi P. Shvalet)

. Debido a que en algunos casos la distribución por aplicaciones en países desarrollados no es comparable a México las proyecciones resultantes no deben tomarse como objetivo a lograr, si no con un análisis detallado de casos específicos se pueden obtener conclusiones valiosas para la planificación industrial de México. (Ing. Leopoldo Rodríguez).

La Tabla No. 2 contenida en el texto indica que somos fuertemente deficitarios en producción de energía eléctrica.

Los consumos unitarios de servicios marcados en las matrices 1 y 4 establecen - muy claramente que la industria química es fuerte consumidora de energía eléctrica.

Los dos hechos arriba establecidos permiten aconsejar que se haga una cuantificación precisa de las demandas totales de energía requeridas para la expansión contemplada a manera de que estos ejemplos queden incorporados en los planes de la C.F.E. en tal forma que permitan el desarrollo normal previsto ya que de otra manera se podría producir el colapso de las proyecciones correspondientes. (Ing. Pascual Larraza S)

PLANTAS DE PETROQUIMICA BASICA

TABLA 1

Planta	Producto	Capacidad nominal T/A	Localización	Año en que inició operación
Absorción	Etano	36 000	Reynosa, Tamps.	1966
Absorción	Etano	74 000	La Venta, Tab.	1967
Acetaldehído	Acetaldehído	44 000	Pajaritos, Ver.	1968
Acrilonitrilo	Acrilonitrilo	24 000	Cosoleacaque, Ver.	1971
	Acido			
	Cianhídrico	3 750	Cosoleacaque, Ver.	1971
	Sulfato de Amonio	9 400	Cosoleacaque, Ver.	1971
	Alcohol			
Alcohol IPA	Isopropílico (isopropanol)	24 000	Salamanca, Gto.	1969
	Alcohol metílico			
	(metanol)	21 500	S.M. Texmelucan, Pue.	1969
Alcohol metílico	Etilbenceno	8 000	Minatitlán, Ver.	1967
Alkar	Etilbenceno	39 500	Cd. Madero, Tamps.	1970
Amoníaco	Amoníaco	60 000	Cosoleacaque, Ver.	1962
	Anhídrido			
	Carbónico	66 000	Cosoleacaque, Ver.	1962
Amoníaco	Amoníaco	91 000	Salamanca, Gto.	1962
	Anhídrido			
	Carbónico	103 000	Salamanca, Gto.	1962
Amoníaco	Amoníaco	132 000	Cd. Camargo, Chih.	1967
	Anhídrido			
	Carbónico	150 000	Cd. Camargo, Chih.	1967
Amoníaco	Amoníaco	330 000	Cosoleacaque, Ver.	1968
	Anhídrido			
	Carbónico	376 000	Cosoleacaque, Ver.	1968
Azufre	Azufre	46 200	Poza Rica, Ver.	1951
Azufre	Azufre	8 250	Azcapotzalco, D.F.	1959
Azufre	Azufre	9 900	Cd. Madero, Tamps.	1962
Azufre	Azufre	9 000	Salamanca, Gto.	1968
Azufre	Azufre	20 000	Cd. Madero, Tamps.	1972
Azufre	Azufre	28 000	Salamanca, Gto.	1972
Azufre	Azufre	28 000	Salamanca, Gto.	1973
Ciclohexano	Ciclohexano	85 000	Minatitlán, Ver.	1967
Cloruro de etilo	Cloruro de etilo	12 000	Pajaritos, Ver.	Pendiente Arranque
Cloruro de vinilo	Cloruro de vinilo	19 500	Pajaritos, Ver.	1967
	Acido			
	clorhídrico	11 520	Pajaritos, Ver.	1967
	Acido muriático	36 000	Pajaritos, Ver.	1967
Cloruro de vinilo	Cloruro de vinilo	70 000	Pajaritos, Ver.	1973
	Acido clorhídrico	45 450	Pajaritos, Ver.	1973
Criogénica	Etano	144 000	La Venta, Tab.	1972
Criogénica	Etano	100 000	Pajaritos, Ver.	1972
Dicloroetano	Dicloroetano	38 000	Pajaritos, Ver.	1967
Dicloroetano	Dicloroetano	43 500	Pajaritos, Ver.	1973
Dicloroetano (oxicloración)	Dicloroetano	71 500	Pajaritos, Ver.	1973
Dodecibenceno	Dodecibenceno	23 000	Azcapotzalco, D.F.	1959
	Alquilarilo pesado	4 835	Azcapotzalco, D.F.	1959
Dodecibenceno	Dodecibenceno	23 000	Cd. Madero, Tamps.	1965
	Alquilarilo pesado	4 835	Cd. Madero, Tamps.	1965
Especialidades Petroquímicas	Desparafinantes	960	S.M. Texmelucan, Pue.	1973
	Desemulsionantes	2 040	S.M. Texmelucan, Pue.	1973
	Reductores de tensión superficial	120	S.M. Texmelucan, Pue.	1973
	Depresores temperatura congelación	2 400	S.M. Texmelucan, Pue.	1973
	Supresores de humo	6 000	S.M. Texmelucan, Pue.	1973

Planta	Producto	Capacidad nominal T/A	Localización	Año en que inició operación
Estireno	Estireno	30 000	Cd. Madero, Tamps.	1967
Etileno	Etileno	27 000	Reynosa, Tamps.	1966
Etileno	Etileno	27 000	Pajaritos, Ver.	1967
Etileno	Etileno	182 000	Pajaritos, Ver.	1972
Fraccionamiento de solventes	Heptano	10 000	Minatitlán, Ver.	1964
	Hexano	20 000	Minatitlán, Ver.	1964
Hydeal	Benceno	71 000	Minatitlán, Ver.	1967
Isomerización de xilenos y cristalización de paraxileno	Paraxileno	40 000	Cosoleacaque, Ver.	1973
Oxido de etileno	Oxido de etileno	28 000	Pajaritos, Ver.	1972
Percloroetileno	Percloroetileno	8 000	Pajaritos, Ver.	1974
	Acido clorhídrico	7 280	Pajaritos, Ver.	1974
Polietileno alta presión	Polietileno B.D.	21 600	Reynosa, Tamps.	1966
Polietileno alta presión	Polietileno B.D.	51 000	Poza Rica, Ver.	1971
Purificadora de etileno	Etileno	14 000	Cd. Madero, Tamps.	1970
Recuperadora de etileno	Etileno	3 000	Minatitlán, Ver.	1967
Recuperadora de hidrógeno	Hidrógeno	3 750	Cosoleacaque, Ver.	1973
Reformadora BTX	Benceno	45 600	Minatitlán, Ver.	1964
Extractor Udex	Tolueno	100 000	Minatitlán, Ver.	1964
	Etilbenceno	8 200	Minatitlán, Ver.	1964
Fraccionamiento aromáticos	M.P. Xilenos	38 000	Minatitlán, Ver.	1964
Superfraccionamiento de xilenos	Ortoxileno	11 200	Minatitlán, Ver.	1964
	Aromáticos pesados	19 400	Minatitlán, Ver.	1964
Tetrámero	Tetrámero de propileno	24 000	Azcapotzalco, D.F.	1959
Tetrámero	Tetrámero de propileno	24 000	Cd. Madero, Tamps.	1962
TOTAL		3 299 190		

BIBLIOGRAFIA.

- (1) P. Larraza S.- "Análisis de los cuatro potenciales básicos de la empresa industrial". Transformación. Julio de 1970.
- (2) P. Larraza S.- "Interrelaciones Cuantitativas Dinámicas en la Operación y Uso de los Recursos para el Desarrollo de la Industria Petroquímica Básica y la de sus derivados inmediatos". Transformación. Diciembre de 1973.
- (3) W. H. Freeman & Co.- "Energy and Power". Scientific American Book (1973)
- (4) T. Weaver.- "Wanted: A substitute for Eons" Chemical Engineering Progress. - Vol. 69, No. 12 (1973).
- (5) L. B. Hitchcock.- "Who needs Engineers". Chemical Engineering Progress. - - Vol. 67, No. 7 (1971).
- (6) Chemical Engineering Progress. Vol. 69, No. 6 (1972).
 - 6.1) Can Technology meet our future energy needs with necessary protection of the environment?
- (7) Chemical Engineering. Jan. 21, 1974.
 - 7.1) J. C. Robertson. "Energy Conservation in existing plants". (Pages. 104-111)
 - 7.2) J. B. Fleming. J. R. Lambrix. M. R. Smith. "Energy Conservation in new plant design" (Pages. 112-122).
- (8) B. Bucay.- "Recursos Humanos para la Industria Química" VIII Foro Nacional - para la Industria Química. Agosto de 1974.
- (9) F. Padin.- "Algunas consideraciones sobre la oferta y la demanda de los profesionistas de la Química en México."
- (10) Facts and Figures.- "The U. S. Chemical Industry" June 3, 1974/Chemical - Engineering News.
 - 10.1) Tables of Major organics and inorganics Chemical information service -- Stanford Research Institute.
 - 10.2) Revista Estadística de la ONU, Produits Chimiques Organiques de base: - production.
- (11) Faith Keyes and Clark.- "Industrial Chemicals".
 - 11.1) Hidrocarbon Processing # 11, de los años 1965-1973.

- (12) Pronóstico para la rama de productos básicos derivados de la gasolina.- Petró -
leos Mexicanos.
- (13) Memoria de Labores de Pemex 1973.
 - 13.1) Business Trends 1973
 - 13.2) Guía de Mercados 1973
- (14) "Sources and Production Economics of Chemical Products" 1973-1974 Compiled
and edited by Chemical Engineering.
 - 14.1) Kenneth M. Guthrie.- "Capital and Operating Cost for 54 Chemical -
Processes" June 15, 1970 Chemical Engineering.
 - 14.2) Modern Cost.- Engineering Techniques Herbert Popper.
 - 14.3) Thomas H. Arnold. "CE Plant Cost INDEX" Chemical Engineering.
 - 14.4) Henry E. Wessel. "New Graph Correlates Operating Labor data for Che -
mical Processes" Chemical Engineering.
- (15) J. V. Waggoner: Crystalballing Petrochemical Growth in the '70s. Chemical--
Engineering Progress. Vol. 67, No. 7, pags. 17-20 (1971).
- (16) Environmental Management. A Special Report. Hydrocarbon Processing. Oct.-
1973. págs. 71-101
- (17) Chemical Marketing Reporter.
 - 17.1) Aromatic Organic Chemicals output 1972.
 - 18.2) Aliphatic Organic Chemicals output 1972.
- (19) U. S. Department of Commerce. Bureau of the Census. 1972.
- (20) Ipc. Business Press Ltd. (ECN). Chemscope issues 1970 a 1972.
- (21) Hydrocarbon Processing:
 - 21.1) F.G. Sawyer. 1970. No. 1, Pags. 144-148
 - 21.2) 1970, No. 6: H.P.I. Construction Report.
 - 21.3) 1970, No. 9: Refining Handbook issue.

- 21.4) 1970, No. 11: Petrochemicals Development.
- 21.5) 1971, No. 6: Worlds Wide HPI Construction Box Score.
- 21.6) 1971, No. 9: Refining Process Developments.
- 21.7) 1971, No. 11: Petrochemicals Handbook issue.
- 21.8) 1972, No. 6: World Wide HPI Construction Box Score.
- 21.9) 1972, No. 9: Refining Handbook issue.
- 21.10) 1972, No. 11: Petrochemicals Development.
- (22) Conseil Europeen des Federations del Industrie Chimique (CEFIC). Ethilene - - Statistiques. 1967-1977.
- (23) Análisis Económico. Feb. 11, 1974.
- (24) Chemicals '74: Chemical Marketing Reporter. Jan. 7, 1974. Pags. 33-35
- (25) Chemical Move Out: Chemical Marketing Reporter. Nov. 12, 1973. Pags. 27-50
- (26) R. Landau: The Chemical Engineer today and tomorrow: Chemical Engineering Progress, Vol. 68 No. 6. Pag. 9-19 (1972).
- (27) J.J. Martin: A Message to Industry. Chemical Engineering Progress. Vol. 68 - No. 6 Pag. 20-26 (1972).
- (28) Baz Baz et al "Contribución al análisis profesional del ingeniero químico y a - la planeación de su educación".
- (29) John W. Hackney. Control of Managment of Capital projets(1965).