

300618

13

UNIVERSIDAD LA SALLE<sup>2ej</sup>



ESCUELA DE QUIMICA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**"INGENIERIA QUIMICA EN  
POLIMEROS"**

TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
LEYDI ALBA MENDOZA RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS: M.C. ANTONIO VALIENTE BARDERAS

MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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 está 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.

## I N D I C E

### PRESENTACION

#### CAPITULO I

### INTRODUCCION

- 1.1 ¿QUE SON LOS POLIMEROS?
- 1.2 ¿PORQUE INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS?
- 1.3 MOTIVACIONES PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO
- 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE TESIS

#### CAPITULO II

### GENERALIDADES

- 2.1 DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LOS POLIMEROS
- 2.2 UBICACION DE LOS POLIMEROS DENTRO DE LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS.
- 2.3 CLASIFICACION GENERAL DE ACUERDO AL USO DE LOS MATERIALES
  - 2.3.1 PLASTICOS Y RESINAS
    - 2.3.1.1 PANORAMA NACIONAL DEL SECTOR PLASTICOS :  
CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCION, IMPORTACION, EXPORTACION, CONSUMO APARENTE Y PARTICIPACION, PERSONAL Y DERRAMA ECONOMICA, CRECIMIENTO Y TENDENCIA DEL CONSUMO.
    - 2.3.1.2 PANORAMA NACIONAL DE LA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE PLASTICOS:  
SITUACION ACTUAL, DISTRIBUCION GEOGRAFICA, SEGMENTACION DEL CONSUMO, BALANZA COMERCIAL.
    - 2.3.1.3 PANORAMA INTERNACIONAL DEL SECTOR PLASTICOS:  
SITUACION ACTUAL, CAPACIDAD INSTALADA, CONSUMO MUNDIAL, CONSUMO PERCAPITA, PARTICIPACION Y TENDENCIA DEL CONSUMO MUNDIAL DE PLASTICOS.

- 2.3.2 FIBRAS QUIMICAS
- 2.3.2.1 PANORAMA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE FIBRAS QUIMICAS:  
DEMANDA, INVERSION, CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCION,  
FUERZA DE TRABAJO, COMERCIO EXTERIOR, IMPORTACION,  
EXPORTACION.
- 2.3.3 ELASTOMEROS
- 2.3.3.1 LA INDUSTRIA DE LOS HULES SINTETICOS Y HULEQUIMICOS:  
CONSUMO APARENTE, CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCION,  
COMERCIO EXTERIOR, IMPORTACION, EXPORTACION, BALANZA  
COMERCIAL.
- 2.3.4 ADHESIVOS
- 2.3.4.1 LA INDUSTRIA DE LOS ADHESIVOS :  
SITUACION EN MEXICO, CAPACIDAD INSTALADA, BALANZA  
COMERCIAL.
- 2.4 PROBLEMATICA ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE LOS POLIMEROS

### CAPITULO III

#### INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS ANTECEDENTES ACADEMICOS.

- 3.1 ANTECEDENTES HISTORICOS
- 3.2 SITUACION ACTUAL EN EL MUNDO:  
ESTUDIOS DE ESPECIALIDAD Y POSGRADO QUE SE OFRECEN EN  
ESTADOS UNIDOS, ALEMANIA, INGLATERRA, FRANCIA, ESPANA,  
JAPON Y CANADA.
- 3.3 SITUACION ACTUAL EN MEXICO
- 3.3.1 CARRERAS Y POSGRADOS EN LA REPUBLICA MEXICANA
- 3.3.2 PLANES DE ESTUDIO
- 3.4 ANALISIS COMPARATIVO

## CAPITULO IV

### LICENCIATURA INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

- 4.1 ORGANIZACION ACADEMICA
- 4.1.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO:  
UBICACION, NOMBRE, OPCIONES
- 4.2 REQUISITOS DE INGRESO:  
ANTECEDENTES ACADEMICOS, IDIOMAS, EXAMEN DE ADMISION.
- 4.3 SITUACION DEL PROYECTO EN EL CONTEXTO DE LA ESCUELA DE QUIMICA DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE.
- 4.4 FUNDAMENTACION DEL PROYECTO.
- 4.4.1 ESTUDIOS REALIZADOS PARA LA FUNDAMENTACION DEL PROYECTO
- 4.5 HORIZONTE LABORAL DEL EGRESADO
- 4.6 ESTRUCTURA ACADEMICA
- 4.6.1 PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS
- 4.6.2 OBJETIVOS DEL PLAN DE ESTUDIO
- 4.6.3 PERFIL DEL EGRESADO
- 4.6.4 ORGANIZACION DEL PLAN DE ESTUDIOS
- 4.6.5 MECANISMOS DE EVALUACION DEL PLAN DE ESTUDIOS
- 4.6.6 POSIBILIDADES DE ACTUALIZACION
- 4.6.7 PROGRAMA DE ACTIVIDADES ACADEMICAS POR ASIGNATURA:  
OBJETIVOS, PROGRAMAS SINOPTICOS, BIBLIOGRAFIA

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

#### ANEXOS

- I LISTA DE INSTITUCIONES QUE OFRECEN ESTUDIOS SOBRE POLIMEROS EN EL EXTRANJERO
- II CUESTIONARIOS
- III LISTA DE EMPRESAS QUE CONTESTARON LA ENCUESTA

### BIBLIOGRAFIA

## P R E S E N T A C I O N

En general el presente trabajo está estructurado de la siguiente manera:

El primer capítulo: Introducción, donde se hace una breve descripción de lo que son los polímeros, el porque de ingeniería química en polímeros y los objetivos del proyecto.

El segundo capítulo: Generalidades sobre el desarrollo de la industria de los polímeros, su ubicación dentro de la petroquímica, la clasificación general y una investigación bibliográfica de la situación, a nivel nacional e internacional de los sectores de plásticos, fibras, hules, adhesivos y recubrimientos, presentado como información económico-estadística de capacidad instalada, producción, consumo aparente, importaciones y exportaciones, personal, crecimiento y tendencia del consumo.

El tercer capítulo: Antecedentes académicos de la carrera de Ingeniería Química en Polímeros, incluyendo antecedentes históricos, análisis comparativo de los planes de estudio de especialidad y posgrado que se ofrecen en países como Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Francia, España, Japón y Canadá; así como los planes de estudio afines que existen a diferentes niveles en México. Es importante destacar que en los países desarrollados como los antes mencionados, existen gran variedad de alternativas para los estudiantes que desean especializarse en polímeros, y que en México están empezando a surgir algunas alternativas a diferentes niveles.

El cuarto capítulo: La propuesta de una nueva licenciatura en Ingeniería Química en Polímeros, incluyendo los estudios realizados para la fundamentación del proyecto (encuestas dirigidas a empresas productoras o transformadoras de polímeros, y a estudiantes de Ingeniería Química de la ULSA), el plan de estudios, la tabla de seriación, la organización académica, la situación del proyecto en el contexto de la Universidad La Salle (incluyendo los recursos con que ésta cuenta para la implementación del proyecto y una comparación con los de la maestría en Ingeniería Química orientación polímeros de la UNAM); los requerimientos de ingreso, el horizonte laboral, el perfil del egresado, la descripción de todas las materias, así como cuadros descriptivos de las materias no comunes al plan de estudios de Ingeniería Química de la ULSA, con los objetivos generales y particulares para cada unidad, el temario propuesto, las actividades complementarias y la bibliografía sugerida.

#### El quinto capítulo: Conclusiones y Bibliografía

La información económico-estadística proporcionada por la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), la Asociación Nacional de la industria del plástico (ANIP), el Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQU), el Instituto Mexicano del Plástico Industrial (IMPI), el Grupo Hulero Mexicano, la asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas y la Sociedad de Ingenieros en Plástico (SPE), así como los resultados presentados por CONACYT (1976) y por la UNAM (1986) en trabajos publicados y los de las encuestas realizadas para corroborar estas tendencias son altamente motivantes para seguir adelante con el proyecto.

**CAPITULO I**

## CAPITULO I

### I N T R O D U C C I O N

#### 1.1 ¿ QUE SON LOS POLIMEROS ?

Etimológicamente, polímero es una palabra compuesta de las raíces griegas : "poli", muchos, y "meros", parte, esto es, muchas partes; con base en esto se puede definir un polímero como una molécula gigante formada por la repetición de muchas unidades químicas pequeñas (de bajo peso molecular) llamadas monómeros [1]

El análisis de su naturaleza química nos muestra que la estructura de estas moléculas puede representarse como un patrón repetitivo de unidades simples (monómeros), unidas químicamente de tal manera que el nombre químico de un polímero se forma tomando el prefijo "poli" seguido del nombre del monómero.

El término polímero se aplica en la actualidad a una serie de sustancias de peso molecular muy elevado , superior a mil y en algunos casos al millón.

Se pueden clasificar de acuerdo a su origen en BIOLÓGICOS Y NO BIOLÓGICOS: los polímeros biológicos [2] forman parte de la base misma de la vida y de la inteligencia, y proporcionan gran parte del alimento del que vive el hombre.

Dentro de los polímeros de origen natural se están realizando numerosas investigaciones en el campo de los biopolímeros, o sea polímeros que tienen importancia biológica, tales como las proteínas, los polisacáridos, las enzimas, los ácidos nucleicos, etc.

Los polímeros no biológicos son primordialmente materiales sintéticos como plásticos, fibras y elastómeros, pero se incluyen materiales tales como el caucho, el algodón, la lana, el almidón y la celulosa. Todas estas substancias son extremadamente importantes en la vida diaria; sin embargo [5], sus propiedades físicas están subordinadas a la naturaleza del material en particular, y por lo general no pueden variarse, además el suministro está limitado por consideraciones agrícolas, lo que hace que sean escasos y que su precio este sujeto a fluctuaciones rápidas.

Los polímeros sintéticos se fabrican a partir de fracciones del petróleo baratas y abundantes; además tiene la ventaja de que sus propiedades físicas pueden estructurarse de acuerdo con las necesidades de casi cualquier aplicación.

Existen diversas maneras de clasificarlos, por ejemplo, con base en su estructura se dice que hay polímeros lineales y ramificados, también existen homopolímeros y copolímeros (al azar o injertados), según sea la composición de sus cadenas y de acuerdo al origen de su síntesis los hay que son resultado de una reacción de polimerización de adición o de una de condensación. Sin embargo, la forma más conocida de clasificarlos es en base a la aplicación que tendran como materiales, esto es, como resinas, plásticos, fibras naturales y sintéticas, elastómeros, adhesivos, etc.

## 1.2 ¿ PORQUE INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS ?

El campo de los polímeros es muy amplio y extremadamente complejo, sin embargo, debido a que cada día son más las aplicaciones de estos materiales, es que todo lo relacionado con la fabricación, modificación y aplicación de los polímeros se ha convertido en una de las áreas de investigación y desarrollo que más apoyo ha recibido dentro de la industria química en los últimos años.

Al contrario de muchos productos cuya estructura y reacciones eran bien conocidas antes de su aplicación industrial, la mayoría de los primeros polímeros se produjeron a escala industrial mucho antes de que su química o física fuera estudiada; esto dió origen al empirismo en las recetas, procesos y pruebas de control, que eran, y en algunos casos aún lo son, tan habituales [2].

En un principio, el principal interés de las industrias de los polímeros fue la preparación de monómeros a partir de los cuales se fabrican finalmente los materiales poliméricos terminados. Actualmente la polimerización, la fabricación plásticos, resinas, fibras y hulequímicos, el conocimiento de su estructura y de su relación con las propiedades de los materiales, el uso de cargas y aditivos, el desarrollo de modelos matemáticos confiables que predigan su comportamiento, el diseño de maquinaria para los diferentes procesos de transformación, el control de calidad en todas las etapas de producción de los muy diversos objetos que se fabrican con estos materiales, el estudio de nuevas formulaciones, la biodegradabilidad y el reciclaje son algunos de los principales problemas que hay que enfrentar y en cuya solución se han invertido gran cantidad de recursos tanto materiales como humanos.

Esta inversión, sin embargo, está plenamente justificada, ya que la producción de polímeros supera con mucho a la de otros compuestos tanto a nivel internacional como dentro de nuestro territorio, y es representativa del grado de desarrollo de un país [7].

Prácticamente todos los grandes laboratorios industriales y algunos de las universidades están trabajando activamente en el estudio de las macromoléculas; sin embargo, el hecho de que la ciencia de los polímeros se haya forjado en la industria, ha ocasionado que a los países en vías de desarrollo, México entre ellos, les haya tomado mucho tiempo incorporar en sus programas de desarrollo la preparación de recursos humanos especializados en esta área.

La Ingeniería Química en Polímeros es una especialidad dentro de la profesión de la Ingeniería Química, que ha sido creada recientemente con la idea de ayudar a resolver problemas específicos de este sector industrial y de que se aprovechen mejor los recursos que se invierten en capacitación.

Si bien es cierto que las soluciones a los problemas actuales de este sector son un reto para los ingenieros químicos y químicos, también es verdad que en México, hasta hace aproximadamente cinco o seis años eran realmente muy pocas las universidades que incluían en sus programas de estudio al menos un curso de este tan importante tema, y que a estas generaciones les ha costado muchos años de experiencia práctica el especializarse en los polímeros.

La implementación de esta carrera representará grandes beneficios para las empresas mexicanas ya que podrán encontrar mejores soluciones, en menor tiempo y por lo tanto a menor costo; además de que poco a poco se combatirá el grave problema de la dependencia tecnológica. Se busca que en la universidad se conozcan mejor las necesidades industriales y al mismo tiempo formar profesionistas mejor preparados, con más herramientas que les permitan no sólo un mejor desenvolvimiento profesional, sino que absorban con mayor rapidez y sobretodo con más visión los cursos de capacitación de tecnologías extranjeras, y que a su vez las transmitan a las siguientes generaciones.

### 1.3 MOTIVACIONES PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO

Para mí será motivo de gran satisfacción el ver instituída en mi alma mater la Licenciatura de Ingeniería Química en Polímeros.

Quiero, a través de ésta Licenciatura, hacer una contribución significativa al desarrollo de nuestro país, así la Universidad La Salle reafirmará su postura de atención a las necesidades y exigencias de una sociedad, en la que son necesarios muchos cambios, y donde se requieren cada día de personas mejor preparadas para poder enfrentar los retos que implica superar el subdesarrollo.

Me siento motivada al pensar que por medio de estos futuros egresados de Ingeniería Química en Polímeros se podría contribuir eficazmente al desarrollo en muy diversos aspectos como son: el ahorro de recursos, el mejorar la calidad de los productos, el buscar la mejor adaptación de tecnologías extranjeras y en un momento dado a la creación de nuevas tecnologías, tomando como base conocimientos científicos y experiencias de las personas que han dedicado gran parte de su tiempo a trabajar estos materiales.

Así mismo se fomentaría la investigación aplicada a solucionar problemas tan críticos como es el manejo de los desechos de materiales no biodegradables, a través de técnicas de reciclaje y biodegradabilidad.

Otro de las motivaciones que tengo para presentar este proyecto es el gran interés que detecté en el sector industrial, donde me encontré con personas que consideran que en la industria de polímeros sí hacen falta profesionistas mejor preparados, además de que resaltaron la importancia de que se haya tomado en cuenta su opinión, esto como parte de un puente de comunicación que debe existir entre las universidades y los sectores industriales. Por otra parte me encontré con que en muchas empresas la ULSA tiene mucho prestigio, por la calidad de sus egresados, por lo que no tuvieron ninguna objeción en brindarnos su apoyo.

También quisiera destacar que en este momento se están implementando algunos proyectos que buscan crear una especialización en el área de Polímeros dentro de la Ingeniería Química (Universidad Iberoamericana, Instituto Politécnico Nacional, Universidad de Puebla). Todos estos proyectos son muy jóvenes, pero al igual que la Universidad La Salle, estas instituciones, han detectado los beneficios que implicará para la industria el contar con recursos humanos más capacitados.

Finalmente sólo quisiera recordar uno de los principios que aprendí en esta mi universidad: las metas sólo se logran con esfuerzo y dedicación, y el lograr ver hecho realidad éste proyecto de Licenciatura en Ingeniería Química en Polímeros, hace que me sienta motivada a escribir esta tesis.

#### 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE TESIS

El presente proyecto tiene varios objetivos, el primero de ellos es mostrar la gran importancia que tienen los polímeros como un "nuevo" sector industrial que ofrece materiales sintéticos capaces de substituir a los tradicionales como la madera, el papel, el algodón, la lana, la piel, el vidrio, el acero, el concreto, etc.; así como su gran potencial de crecimiento debido a la diversidad de sus propiedades y aplicaciones, lo que les ha permitido satisfacer cada vez un mayor número de necesidades, y que ha hecho que en la actualidad se les considere indispensables para la vida moderna.

Actualmente no hay suficiente personal capacitado en las áreas de polímeros, ya que la mayor parte de los que trabajan en estas industrias han adquirido sus conocimientos a lo largo de sus años de experiencia o a través de cursos esporádicos, por ello como segundo objetivo considero enfatizar la necesidad educativa de que en nuestro país se impartan más cursos con temas diversos sobre polímeros, propiedades, aplicaciones, procesos de producción, formulación y aditivos, biodegradabilidad, reciclaje, etc., y así aprovechando la experiencia que ya existe se formen recursos humanos altamente capacitados con los elementos conceptuales y metodológicos necesarios para encontrar y aplicar soluciones a las necesidades insatisfechas.

Mostrar que si bien el desarrollo de estos materiales surgió en otros países y que la mayoría de las empresas de polímeros tienen tecnologías extranjeras, en México se puede dar apoyo a la investigación vinculada al desarrollo industrial para solucionar los problemas de adaptación tecnológica, baja productividad, alto costo de servicio técnico y capacitación, rezago tecnológico, control de contaminación, reciclaje, etc.; y de esta manera de se mejore la calidad y la competitividad de nuestros productos poliméricos, sin alterar nuestro medio ambiente.

En la propuesta del presente proyecto de plan de estudios está el tercer objetivo, ya que es una alternativa para los estudiantes de ingeniería química, que está estructurado dentro del contexto de la Universidad La Salle, tomando en consideración las necesidades detectadas en las empresas del ramo.

El creciente conocimiento de los aspectos científicos y tecnológicos ha dado por resultado un extenso número de áreas de actividad para el Ingeniero Químico que agudizan el problema de la educación y exigen la revisión de los planes de estudio. Se tiene como objetivo la propuesta de un plan de estudios que proporcione un alto nivel académico empezando por la cuidadosa selección del alumnado. La relación maestro-alumno es un factor fundamental para el éxito de un plan de estudios [33]. El maestro debe fungir como orientador y estar siempre dispuesto a comentar los conceptos vistos en clase para motivar al alumno. A su vez, el alumno, debe recabar por si mismo la información adicional que requiera. Desde el momento que ingrese a la universidad ha de comprender claramente que la responsabilidad última de asimilar los conceptos y estudiarlos a fondo recaen en él, y que no puede crecer en el ámbito educativo y profesional si no mantiene una participación activa.

También se propone que el alumno complemente su formación teórica y experimental, con conocimientos actualizados de la industria, a través de visitas a plantas industriales, seminarios y conferencias de empresarios e industriales, así como con la participación en los proyectos de investigación realizados en la Universidad la Salle mediante convenios con las empresas interesadas.

Coordinar el desarrollo de una carrera no es sencillo dadas las múltiples disciplinas interrelacionadas al elaborar un plan de estudios, para la educación en Ingeniería Química en Polímeros; por lo que un último objetivo fundamental sería definir claramente el tipo de formación que se va a ofrecer al futuro profesionista, para comprender qué actividades profesionales se desea reforzar a través del programa de estudios.

Es poca la gente que sabe que son los polímeros [28], ya que existe una arraigada creencia de que están formados de un solo tipo de material al que denominan indistintamente como hule o plástico, esto hace que les sea difícil diferenciar unos de otros, a pesar de que cada uno de ellos forma un grupo de materiales que posee características y aplicaciones particulares. Al ver este amplio potencial de desarrollo es muy importante crear en los futuros egresados conciencia de que ésta es una de las pocas áreas en las que podemos reducir substancialmente nuestro atraso tecnológico como país.

De esta forma se busca formar Ingenieros Químicos en Polímeros que conozcan las bases científicas en las que se fundamenta la tecnología de los diferentes materiales poliméricos, las técnicas de caracterización de materiales, la síntesis de polímeros, las reacciones de polimerización, etc., con la idea de que estos conocimientos les sirvan, dentro de las industrias de polímeros para resolver problemas específicos y de esta forma hacer más competitivo este sector industrial.

## CAPITULO II

## CAPITULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LOS POLIMEROS.

En la actualidad vivimos rodeados de polímeros, base de los plásticos, fibras y elastómeros, prueba de ello es que a donde dirigamos la vista encontraremos productos elaborados a base de ellos: artículos de tocador, utensilios de cocina, bolsas, envolturas, empaques, cubetas, telas, juguetes, llantas, piezas para automóviles, electrodomésticos, ventanas, muebles, anuncios luminosos, entre muchos otros.

Menos obvios, pero de igual importancia, son las numerosas aplicaciones de carácter industrial, cuyos materiales han probado su utilidad como componentes de diversos equipos y maquinaria bajo la forma de engranes, baleros, amortiguadores, aislantes eléctricos, bandas transportadoras, etc.

La razón por la que han logrado introducirse en mercados tan diversos como el doméstico, de construcción, industria automotriz, electrónica, envase y empaque, es que existen más de 50 materiales que presentan características diferentes y que además pueden ser modificados o combinados de tal manera, que dichas propiedades pueden incrementarse en número o mejorarse en calidad.

La aparición de estos materiales se fundamenta cuando se inicia el uso y aplicación de los primeros polímeros naturales.

En un principio fueron la gutapercha, el ámbar, la goma laca y hasta el mismo petróleo los polímeros que utilizaron los egipcios para embalsamar a sus muertos, impregnar algunos textiles para proporcionarles mayor resistencia y utilizarlo como combustible para sus lámparas y antorchas.

Posteriormente, el caucho hizo su aparición y mediante la investigación surgieron los materiales semisintéticos como el hule vulcanizado para neumáticos, la caseína para botones, la parkesina y la ebonita. La necesidad de tener materiales moldeables orilló a innumerables hombres de ciencia del siglo XIX a buscar materiales orgánicos adaptables.

El primer plástico comercial fue el celuloide que creó en 1868 John Wesley Hyatt, quien buscaba un sustituto para el marfil empleado para las bolas de billar. No obstante que el celuloide no era útil para el propósito con el que fue desarrollado, sus primeras aplicaciones fueron apropiadas para dentaduras postizas, cuellos, puños, películas fotográficas y mangos de cepillos para cabello, entre otros. Así adquirió una posición preponderante en la producción de diferentes artículos que ningún otro material le disputó hasta principios del siglo XX, en que se desarrollaron nuevos y mejores materiales.

En 1907, el Dr Leo Baekeland obtiene la primera resina sintética, un material fenólico, el "fenol-formaldehído" y la comercializa en 1909 con el nombre de "Baquelita". Este se convierte en un plástico usual para receptores telefónicos, aislantes eléctricos y asas para utensilios de cocina.

A partir de ese año, se desarrollaron y produjeron comercialmente muchos otros materiales tales como resinas acrílicas, epóxicas, vinílicas y poliéster, así como polietileno, polipropileno y poliestireno, por citar tan sólo algunos de plásticos de uso común.

En 1920, Staudinger supuso la existencia de moléculas gigantes y discretas, cuyas dimensiones podían aproximarse a 10,000 Å (comparadas con las moléculas simples cuyas dimensiones son por lo general menores a 10 Å), y su existencia fue demostrada experimentalmente, tanto por él como por otros investigadores. Por este trabajo Staudinger recibió el premio Nobel en 1953 [6].

Durante los últimos 40 años, una gran cantidad de productos de la química de los polímeros han sido comercializados, y han tenido un impacto directo en el estilo de vida de la gente de prácticamente todas las regiones de la Tierra.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, relativamente pocos materiales se encontraban disponibles para la manufactura de artículos necesarios para la vida moderna. El acero, vidrio, piedra, ladrillos y concreto eran los materiales de construcción, mientras que el algodón, la seda, el yute y otros escasos productos agrícolas eran las materias primas para la fabricación de textiles.

El rápido incremento en el rango de productos manufacturados que se dió después de la Segunda Guerra Mundial, fue resultado directo del desarrollo de una amplia gama de nuevas fibras, plásticos, elastómeros, adhesivos y resinas; es decir, materiales poliméricos, y su impacto en nuestra actual forma de vida es casi incalculable. Productos como las ropas hechas de fibras sintéticas, bolsas de polietileno, barcos de fibra de vidrio, pinturas vinílicas, pegamento epoxico, colchones de espuma de poliuretano, válvulas para corazón de silicón, sartenes con cubierta de teflón, y muchos otros son artículos que paulatinamente han logrado que no podamos imaginar la forma de vida actual sin ellos.

En la siguiente tabla [28] se puede ver el desarrollo histórico de la introducción de los polímeros al mercado:

TABLA # 1

- CRONOLOGIA DE TECNOLOGIA E INTRODUCCION DE POLIMEROS AL MERCADO**
- 1770 Priestley denomina al hule como "rubber" porque puede borrar marcas en el papel.
- 1839 Goodyear. Vulcanización del hule.
- 1860-1868. Moldeado de plásticos naturales Sherlac y Gutta-Percha Hyatt. Nitrato de celulosa para artículos moldeados.
- 1891-1898. Chardonnnet. Regenera celulosa vía nitrato. Cross y Bevan. Fibras de rayón.
- 1900-1910. Resinas fenol-formaldehído. Primera planta de rayón en los EE.UU.
- 1910-1920. Soluciones de acetato de celulosa para aeroplanos laminados de madera, telas para fuselaje.
- 1920-1930. Lacas de nitrato de celulosa para automóviles. Fibras de acetato de celulosa. Resinas alquídicas para recubrimientos. Policloruro de vinilo (PVC). Plástico de acetato de celulosa.
- 1930-1940. Plásticos de polimetil-metacrilato para anuncios. Poli(vinil acetato) adhesivos. Poliestireno. Juguetes y utensilios de cocina. Nylon 66. Fibras Resinas melamina formaldehído Estireno-butadieno (BUNA)
- 1940-1950. Hules Butilo Poliésteres. Polietileno de baja densidad. Hules de silicón. Hules de estireno-butadieno (SBR). Pinturas. Resinas Epoxi. Poliuretanos. Copolímeros ABS. Gabinetes de radio y equipajes.
- 1950-1960. Fibras poliéster. Fibras acrílicas. Policarbonatos. Polipropileno. Poliéster clorado Polioximetileno Poli cis Isopreno Poli cis Butadieno
- 1960-1970. Hules de etileno-propileno (EPR) Fibras Espandex. Polisulfonas. Copolímeros en bloque. Estireno-butadieno
- 1970-1980. Copolímeros Etileno-tetra fluoro etileno. Copolímeros cloro trifluoro etileno. Elastómeros moldeables (termoplásticos) Hidrogeles. Poliamidas aromáticas
- 1980-1995 Proyectos: Fibras ultra resistencia a la tensión, de derivados de celulosa. Nuevas cargas y refuerzos para polímeros. Cristales líquidos de celulosa. Polímeros semiconductores. Otros.

Fuente: Ciencia y Desarrollo # 47 (1982) "Polímeros"

A partir de la década de los 40's empiezan a surgir una gran variedad de materiales; hasta ahora han "nacido" más de 50 materiales diferentes que se presentan en gran variedad de grados y que se comercializan cada vez en forma más acelerada. Es por ello que así como existió una Edad de Piedra y una de los Metales, a nuestra época se le debería llamar la EDAD DEL PLASTICO [3]

Los factores que han favorecido el mercado de los polímeros son: en primer lugar el hecho de que sus precios sean competitivos y a veces inferiores a los de los productos naturales, y en segundo lugar el hecho de que el petróleo ofrece una mayor disponibilidad de materiales sintéticos que otras fuentes naturales.[6]

Este aumento en el consumo de los plásticos lo comprobamos al observar que en 1975 se consumían en el País, un promedio de 6 kg por individuo, y se calcula que para el año 2000 el consumo será de 30 kg per capita, ya que actualmente es de mayor a 15 kg por mexicano.

La crisis petrolera de 1974 también influyó en el aumento del consumo de los plásticos, sobre todo en la industria automotriz. Al aumentar los precios del petróleo, los países desarrollados se vieron obligados a buscar nuevas alternativas para ahorrar energéticos. Los plásticos ofrecieron una buena opción para lograr la meta, pues permitían, disminuir el peso de los vehículos, lo cual repercutiría en el ahorro en el consumo de combustible por km recorrido.

En 1979 los automóviles se construían utilizando un promedio de 4.5 % de materiales plásticos, o sea alrededor de 80 kg/automóvil. En 1980, este porcentaje subió hasta un 10 % del peso total, o sea 125 - 150 kg/automóvil.[6]

Hoy en día la mayoría de los polímeros sintéticos parten del petróleo, pero no es la única fuente que pueden tomar para su fabricación, ya que el carbón con cal da lugar al carburo de calcio que procesándose sirve para obtener el acetileno y a partir de él, etileno y vinilo, monómeros ampliamente utilizados en la elaboración de Polietileno, PVC y Poliestireno. También existe como fuente natural los desechos orgánicos y la caña de azúcar, para obtener el alcohol etílico y posteriormente etileno. Estas dos últimas fuentes continúan a nivel de laboratorio, pero se espera tengan un mayor impulso a raíz de la escasez del petróleo.

## 2.2 UBICACION DE LOS POLIMEROS DENTRO DE LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS.

La industria petroquímica está integrada por aquellas empresas que transforman petróleo y gas, mediante procesos físicos o químicos. En México se ha establecido una subdivisión de la industria en petroquímica básica, por un lado y petroquímica secundaria, por el otro, claramente definidas por la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del petróleo en materia de petroquímica.

La petroquímica básica utiliza petróleo, gas y energía en diversas formas, para la elaboración de un amplio espectro de productos que se agrupan en cinco categorías principales:

- 1) derivados del gas natural,
- 2) derivados del etileno,
- 3) derivados del propileno,
- 4) butadieno y
- 5) productos aromáticos.

Los productos de la petroquímica básica constituyen, a su vez, los insumos tanto de la petroquímica secundaria, como de otras industrias.

De la producción total de petroquímica básica el 28% lo consume la propia industria, el 45% se canaliza como insumo a la petroquímica secundaria, y el 27% restante se destina a otros usos tales como jabones y detergentes, industria química inorgánica, agricultura, etc. [11]

TABLA # 2

DESTINO DE LA PRODUCCION DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA BASICA

R A M A	%
1. Petroquímica básica	27.71
2. Resinas Sintéticas, plásticos y fibras artificiales	18.61
3. Otras industrias químicas	16.45
4. Abonos y fertilizantes	10.51
5. Jabones, detergentes, perfumes y cosméticos	10.52
6. Química básica	3.29
7. Refinación de petróleo	2.93
8. Otras industrias manufactureras	2.16
9. Agricultura	1.69
10. Artículos de plástico	1.03
11. Cuero y sus productos	0.90
12. Otras	4.20
T O T A L	100.00

Fuente: S.P.P., Sistema de Cuentas Nacionales de México, 1981.

La petroquímica secundaria, por su parte utiliza la producción de la petroquímica básica para la elaboración de una muy amplia gama de productos que se agrupan en diez categorías, las más importantes en cuanto a su participación en volumen y en valor son resinas, fibras artificiales y sintéticas, fertilizantes y la petroquímica intermedia.

El grupo de los polímeros incluye las ramas de fibras artificiales y sintéticas; resinas termofijas; elastómeros y resinas termoplásticas. La producción conjunta de estas cuatro ramas se destina en un 33% a la industria de hilados, tejidos y prendas de vestir; el 16% lo absorbe la propia industria de resinas y plásticos; el 12% se destina a la manufactura de artículos de plástico tales como recipientes, ductos y diversos artículos de consumo doméstico; el 9% se destina a la manufactura de productos de hule incluyendo llantas, bandas, mangueras, empaques y calzado. El restante 30% se distribuye en una gran variedad de industrias y servicios, destacando el comercio de bolsas y empaques de productos alimenticios [12].

TABLA # 3

DESTINO DE LA PRODUCCION DE LAS INDUSTRIAS DE POLIMEROS

R A M A	%
1. Hilados, tejidos de fibras blandas y prendas de vestir	33.30
2. Resinas Sintéticas, Plásticos y fibras artificiales	15.87
3. Artículos de plástico	11.45
4. Productos de hule	8.86
5. Otras industrias textiles	4.13
6. Comercio	4.10
7. Otras Industrias Químicas	3.04
8. Productos Alimenticios	2.60
9. Cuero y sus productos	1.65
10. Otros	15.00
T O T A L	100.00

Fuente: S.S.P., Sistema de Cuentas Nacionales de México, 1981.

Dentro de los indicadores de la participación por rama industrial en la economía nacional, se puede observar que la rama que agrupa a la química, derivados del petróleo y productos del caucho y plástico ocupó un primer lugar en los primeros cinco años de la década anterior, y conserva un segundo lugar al concluir la década, con una tasa media de crecimiento anual dos veces superior a la de toda la industria manufacturera, y 60% por encima del crecimiento de toda la economía.

La industria química ha incrementado su participación en el PIB del 1.1% al 4.1% en tan sólo veinte años. Mientras que el PIB de la rama química se multiplicó por 3.5 en los últimos veinte años [32], el del resto de la industria manufacturera se multiplicó tan sólo dos veces. Se estima que para el año 2000, el valor del PIB, con un crecimiento del 4% anual, se incrementará 1.5 veces, a 7450 miles de millones de pesos de 1980, y que la contribución del conjunto de la rama química, derivados del petróleo y productos de caucho y plástico crecerá en un 85% para alcanzar 390 mil millones de pesos de 1980, alcanzando una participación del 5.2 % en el PIB.

TABLA # 4  
CONTRIBUCION DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA  
AL PRODUCTO INTERNO BRUTO  
(miles de millones de pesos de 1980)

	1970	1980	1889	% PIB
Alimentos y Bebidas	150.1	243.1	297.8	5.9
Prod. metál. y maquinaria	93.0	210.6	222.4	4.4
Química, caucho y plást.	60.5	147.3	208.9	4.1
Textiles y prendas	85.1	136.1	126.0	2.5
Minerales no metálicos	38.9	69.1	76.8	1.5
Metálicas básicas	30.3	60.8	68.3	1.4
Papel, imprenta y edit.	30.2	54.1	66.7	1.3
Ind. de la madera	22.2	42.2	39.9	0.8
Otras ind. manuf.	26.6	25.6	26.9	0.5
PIB industria manuf.	539.1	988.9	1133.6	22.5
PIB nacional	2340.8	4470.1	5037.8	100.0

Fuente: Segundo informe de gobierno (1990)

### 2.3 CLASIFICACION GENERAL

La forma más usual de clasificar a los polímeros es de acuerdo a la aplicación que se dará al material y con base en esto tenemos:

- a) Plásticos y Resinas
- b) Fibras Químicas
- c) Elastómeros
- d) Adhesivos y recubrimientos

Una justificación para el ordenamiento establecido en esta clasificación se puede encontrar en la siguiente tabla [26] que muestra el consumo percapita de los principales tipos de polímeros en países desarrollados, comparados con los de América Latina y con México en particular.

TABLA # 5  
CONSUMO DE POLIMEROS  
KILOS PER CAPITA

	PLASTICOS Y RESINAS	FIBRAS SINTETICAS	HULES SINTETICOS
E.U.A., EUROPA OCC.			
JAPON.	50-60	7-11	6-9
AMERICA LATINA	18	4	1
MEXICO	15	6	1

Se puede observar el contraste notable entre el consumo de plásticos y de los otros tipos de polímeros.

### 2.3.1 PLASTICOS Y RESINAS

La palabra "resina" [5] se refería originalmente a productos naturales de origen vegetal, tales como la resina de abeto o pino, lacas, damar, mastique, etc. En la industria de los polímeros una resina sintética se considera que es la substancia básica polimérica usada en la fabricación de objetos de plástico.

El desarrollo de los plásticos desde el nivel de curiosidades de laboratorio hasta productos hechos a la medida de las necesidades de la industria ha dado por resultado materiales de construcción nuevos y económicos para el ingeniero y el diseñador. Los plásticos pueden reemplazar a los metales y otros materiales y además se pueden utilizar con ellos.

Un plástico se puede definir como un material que contiene una sustancia orgánica de gran peso molecular (polímero) como ingrediente esencial, es sólido en su estado final, y en alguna etapa de su fabricación o su procesamiento en artículo terminado, se puede moldear al reblandecerlo con calor.

Los plásticos son adecuados para un gran número de aplicaciones por su fortaleza, resistencia al agua, excelente resistencia a la corrosión, facilidad de fabricación y notable gama de coloración.

El uso de un plástico para una aplicación específica depende de su composición, sus propiedades particulares y el diseño de la pieza. Las resinas sintéticas son la principal fuente de plásticos, seguidas de cerca por los derivados de celulosa (ya sea de algodón o de madera). Todos los materiales plásticos de construcción tienen sus limitaciones, pero seleccionados debidamente se pueden emplear con el mismo grado de confianza que los metales o las aleaciones. Los plásticos no son intercambiables. Cada uno tiene sus propiedades y características individuales que lo hacen útil para ciertas aplicaciones. La siguiente tabla [4] enumera las propiedades y características de muchos de los materiales producidos comercialmente:

## TABLA # 6

### RESUMEN DE LAS PROPIEDADES Y APLICACIONES DE LAS RESINAS

#### RESINAS FENOLICAS

Propiedades: Dureza, estabilidad al calor y resistencia al impacto, elevada resistencia a la corrosión química y penetración de humedad, buen maquinado.

Aplicaciones: Resinas de impregnación, balatas para frenos, componentes eléctricos, madera estructural, laminados, colas, adhesivos, moldes.

#### RESINAS AMINAS

Propiedades: Buena resistencia al calor, resistentes a disolventes y productos químicos, extrema dureza superficial, resistentes a la decoloración.

Aplicaciones: Compuestos moldeables, adhesivos, resinas para laminación, recubrimientos para papel, tratamientos para textiles, madera terciada, platos, estructuras decorativas.

#### RESINAS POLIESTERES

Propiedades: Extrema adaptabilidad en procesamientos, excelente resistencia al calor, a los productos químicos y a la flama, bajo costo; excelentes propiedades mecánicas y eléctricas.

Aplicaciones: Construcción, masilla para reparación de automóviles, esquies, cañas para pescar, componentes para lanchas y aviones, recubrimientos, artefactos decorativos, botellas.

#### RESINAS ALQUIDICAS

Propiedades: Excelentes propiedades eléctricas y térmicas, adaptabilidad en flexibilidad o rigidez, buena resistencia química.

Aplicaciones: Aislamiento eléctrico, componentes electrónicos, masillas, partes reforzadas con fibra de vidrio, pinturas.

#### RESINAS POLICARBONATOS

Propiedades: Alto índice de refracción, excelentes propiedades químicas, eléctricas y térmicas; estabilidad dimensional; transparencia; auto-extinguibles; resistencia al manchado; buena resistencia a la deformación.

Aplicaciones: Sustitución de metales, cascos protectores, lentes, componentes eléctricos, películas fotográficas, fundición a troquel, aisladores.

#### RESINAS POLIAMIDAS

Propiedades: Fuertes, resistentes y moldeables; ligeros; resistentes a la abrasión; bajo coeficiente de fricción; buena resistencia química; auto-extinguibles.

Aplicaciones: Cojinetes no lubricados, fibras, engranes, artefactos, suturas, cuerdas para pescar, pulseras para relojes, envases, botellas.

#### RESINAS POLIAMIDAS AROMATICAS

Propiedades: Resistencia a altas temperaturas

Aplicaciones: Refuerzo de matrices orgánicas

#### RESINAS POLIIMIDAS

Propiedades: Resistencia a temperaturas altas

Aplicaciones: Partes moldeadas, películas y resinas para laminación para temperaturas elevadas hasta de 180 grados centígrados.

#### RESINAS DE POLIURETANOS

Propiedades: Extrema adaptabilidad combinados con otras resinas, buenas propiedades físicas, químicas y eléctricas.

Aplicaciones: Aislamientos, forros interiores de espuma para ropa, aglutinantes para combustibles de cohetes, elastómeros, adhesivos

#### RESINAS POLIETERES

Propiedades: Excelente resistencia a la corrosión por ácidos, álcalis y sales comunes; se puede soldar a costura y maquinaria para ajustar con cualquier tipo, forma y tamaño de estructura.

Aplicaciones: Recubrimientos, engranes para bombas, partes para medidores de agua, superficies de cojinetes, válvulas.

#### RESINAS EPOXICAS

Propiedades: Excelente resistencia química, buenas propiedades de adhesión, fuertes y resistentes, con poco encojimiento durante el curado, excelentes propiedades eléctricas, buena resistencia al calor.

Aplicaciones: Laminados, adhesivos, pisos forros, hélices, recubrimientos, estructuras de filamento enrollado (cuerpos para cohetes)

#### RESINAS SILICONAS

Propiedades: Buena estabilidad térmica y a la oxidación, flexibles, excelentes propiedades eléctricas, inertes por lo general.

Aplicaciones: Agentes desmoldantes, hules, laminados, resinas para encapsular, agentes antiespumantes, usos para resistencia al agua.

#### RESINAS IONOMEROS

Propiedades: Excelente fortaleza, resistencia a la abrasión y transparencia, sobresalientes propiedades de flexión a bajas temperaturas.

Aplicaciones: Empaque para piel y ampollas, soporte para talón, zapatos, botas para esquiar, defensas de automóviles, cubiertas para pelotas de golf.

#### RESINAS FENOXICAS

Propiedades: Facilidad de moldeo, buena estabilidad térmica, poco encogimiento en moldes, auto-extinguibles, buen flujo en frío.

Aplicaciones: Recubrimientos para superficie, adhesivos, aglutinantes, partes electrónicas.

#### POLIETILENO

Propiedades: Excelente resistencia química, bajo factor de potencia, resistencia mecánica escasa, resistencia sobresaliente a vapores y humedad, muy flexible.

Aplicaciones: Películas y hojas para envases, envases, aislamiento para cables de alambre, tubería, forros, recubrimientos, moldes, juguetes, artefactos domésticos.

#### POLIPROPILENO

Propiedades: Incoloro e inodoro, baja densidad; buena resistencia al calor, "irrompible", excelente dureza superficial, excelente resistencia química, buenas propiedades eléctricas.

Aplicaciones: Artículos domésticos, equipo médico (puede esterilizarse), artefactos, juguetes, componentes electrónicos, tubos y tubería, fibras y filamentos, recubrimientos.

#### POLIBUTADIENO

Propiedades: Excelente resistencia a los lodos abrasivos, buena resistencia química, fuerte, mejor resistencia al calor que el polietileno.

Aplicaciones: Tubos y tubería, películas, y en combinaciones proporciona fuerza y resistencia.

#### FLUOROCARBURROS

Propiedades: Bajo coeficiente de fricción, poca permeabilidad, baja absorción de humedad, excepcional resistencia química, bajo poder dieléctrico.

Aplicaciones: Aislante eléctrico, sellos mecánicos, empaques, recubrimientos internos para equipo químico, cojinetes, recubrimiento de sartenes, aplicaciones criogénicas.

#### CLORURO DE POLIVINILO

Propiedades: Excelentes propiedades físicas, excelente resistencia química, facilidad de proceso, bajo costo relativo, auto-extinguible, combinable con otras resinas

Aplicaciones: Tubos y tubería, conexiones, adhesivos, impermeables y pantalones para bebé, paneles de construcción, cestos para desperdicio, burlletes, zapatos.

#### RESINAS ACRILICAS

Propiedades: Claridad de cristal, resistencia sobresaliente a la intemperie, regular resistencia química, buena resistencia a la tensión y al impacto, resiste exposición a rayos ultravioleta.

Aplicaciones: Paneles decorativos y estructurales, domos vidreados masivos, sistemas de calaveras de automóviles, mosaicos translúcidos para pisos iluminados, ventanas, pabellones, anuncios, recubrimientos, adhesivos, elastómeros.

#### POLIESTIRENO

Propiedades: bajo costo, facilidad de procesamiento; excelente resistencia a ácidos, álcalis y sales; se ablandan con hidrocarburos; excelente claridad, adaptabilidad

Aplicaciones: Aislamiento, tubería, espumas, torres de enfriamiento, recipientes de paredes delgadas, artefactos, hules, instrumentos y tableros de automóviles.

### RESINAS CELULOSICAS

Propiedades: Fortaleza sobresaliente, alta resistencia al impacto, alta resistencia eléctrica, baja conductividad térmica, lustre superficial notable.

Aplicaciones: Acabados para textiles y papel, agentes espesantes, cintas magnéticas, envases, tubos.

### FURANOS

Propiedades: Excelente resistencia a los ácidos y bases, buenas propiedades adhesivas.

Aplicaciones: Laminados, recubrimientos, impregnantes, forros para tanques de combustibles para cohetes, losetas para pisos, ruedas abrasivas.

Fuente: Modern Plastics Encyclopedia 1981-1982.

La siguiente tabla muestra las abreviaturas de los plásticos más comunes:

TABLA # 7

### ABREVIATURAS INTERNACIONALES DE NOMBRES DE PLASTICOS

Abreviatura	Nombre del plástico
CA	Acetato de celulosa
CFVC	Poli(cloruro de vinilo)clorinado
MF	Resina melamina-formaldehído
NBR	Poli(acrilonitrilo-co-butadieno)
PAN	Poliacrilonitrilo
PC	Policarbonato de bisfenol A
PE	Poli(etileno)
PETP	Poli(etilén-tereftalato)
PF	Resinas fenol-formaldehído
PIB	Polisobutileno
PMMA	Poli(metil-metacrilato)
PDM	Polióximetilén
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PTFE	Politetrafluoroetileno
PUR	Poliuretano
PVAC	Poli(vinil-acetato)
PVAL	Poli(alcohol vinílico)
PVB	Poli(vinil butiral)
PVC	Poli(cloruro de vinilo)
PVDC	Poli(cloruro de vinilideno)
PVDF	Poli(fluoruro de vinilideno)
PVP	Poli(vinil pirrolidona)
UF	Resinas urea-formaldehído

Los materiales plásticos además de tener características de versatilidad en aplicación, bajo peso, facilidad de procesamiento y rapidez de producción, la mayor ventaja es que consumen menor energía para su obtención y transformación que los metales o el vidrio

Los plásticos se clasifican por su comportamiento al calor como TERMOPLASTICOS y TERMOFIJOS. Los primeros son aquellos que después de transformarse si se les aplica calor se reblandecen o se funden y nuevamente pueden moldearse para obtener otro producto; a diferencia de los termofijos, ya que éstos después de obtener el artículo final si se les aplica calor se degradan y carbonizan, eliminando toda posibilidad de ser reprocesados. Algunos de los materiales que entran en estas dos clasificaciones son:

#### TERMOPLASTICOS

Poliétilenos  
Cloruro de polivinilo  
Polipropileno  
Poliésteres

#### TERMOFIJOS

Poliéster Insaturado  
Poliuretanos  
Epóxicas  
Fenólicas

También de acuerdo al consumo que tengan estos materiales existe otra clasificación que es:

#### DE CONSUMO ("COMODITIES"):

- \* Se consumen en volúmenes muy altos
- \* Fácil integración en su proceso
- \* Se puede usar el producto de diversos proveedores.
- \* Mínimos requerimientos de asistencia técnica.
- \* Procesamiento y equipo relativamente simple.
- \* Márgenes bajos de ganancia.
- \* Precio de acuerdo a costos.
- \* Competencia por precio.

- \* INCLUYEN: Polietileno, PVC, Polipropileno y Poliestireno

## VERSATILES

- \* Se consumen en volúmenes medios
- \* Poca tecnología en producción y transformación.
- \* Creatividad y diseño, clave para su desarrollo.
- \* No existe suficiente difusión de aplicaciones.
- \* Generalmente se acude a mercados definidos.
- \* Precio de acuerdo a funcionalidad.
  
- \* INCLUYEN : Poliuretano, Resinas Fenólicas, Epoxicas y Ureicas, Polimetil metacrilato, Resinas Poliester insaturadas

## TECNICOS

- \* Se consumen en bajos volúmenes
- \* Margenes altos de ganancia
- \* Procesamiento y equipo especializado
- \* Satisfacen el mercado automotriz y electrico - electronico, principalmente.
- \* Se venden con asistencia técnica.
- \* Sustitución de partes mecánicas
  
- \* INCLUYEN : ABS, PET, PBT, Poliamidas, Acetales, Policarbonato, y algunas aleaciones.

## ESPECIALIDADES

- \* Se consumen en volúmenes mínimos
- \* Son casi desconocidos en México
- \* Presentan combinación de excelencia en propiedades
- \* Es obligada la asistencia técnica
- \* Se transforman cerca de los 300 ° C o por arriba de ellos
- \* Margenes elevados de ganancia
- \* Equipo muy especial para su transformación
- \* Satisfacen mercados especiales como el automotriz y el aeroespacial.
  
- \* INCLUYEN : Polimeros de cristal líquido (LCP), Sulfuro de polietileno (PPS), Poliester - Eter - Cetona (PEEK), Poliester Sulfona (PES), Polimida (PI), Poliester Imida (PEI), Poliaril Imida (PAI).

En México el 75% del consumo general de plásticos se encuentra en los de gran consumo (comodities) y el 25% restante en líneas de productos versátiles y especialidades.[3]

Por lo que se recomienda que en los próximos años se cubran los mercados de medio consumo y plásticos de ingeniería (técnicos y especialidades) para desarrollar tecnologías y avanzar en el amplio mundo de los plásticos.

### 2.3.1.1 PANARRAMA NACIONAL DEL SECTOR PLASTICOS

La producción nacional de resinas sintéticas para plásticos se remonta escasamente a 42 años, es decir, nos encontramos ante una industria joven, que ha evolucionado en forma acelerada y normalmente a índices superiores al mostrado por el Producto Interno Bruto y al Manufacturero, sector al cual pertenece como transformación de plásticos.

TABLA # 8  
PARTICIPACION ECONOMICA DE LA INDUSTRIA DEL PLASTICO  
(MIL MILLONES DE PESOS 1980)

PIB	1981	1985	1989
Nacional	4,862	4,920	5,037
Manufacturas	1,128	1,260	1,133
Resinas Sintéticas y fibras artificiales	29	43	46
Transformación de plásticos	19	24	25

Fuente: Anuario Estadístico del plástico 1987. IMPI 1990

El crecimiento continuo de la demanda, ha originado en muchos casos la necesidad de ampliar la planta productiva en todos sus aspectos; desde la Petroquímica Básica hasta la infraestructura de la empresa transformadora. Aún así con los esfuerzos realizados por todos los eslabones de la cadena productiva nos encontramos con déficits importantes en algunos de los petroquímicos básicos como butadieno, ortoxileno y tolueno y secundarios en cloruro de vinilo, estireno, acrilonitrilo y polipropileno.

A pesar de lo anterior, nuevas empresas surgen alrededor de esta necesidad, invirtiendo en plantas para elaborar los productos requeridos por el sector transformador.

El interés y la demanda por los plásticos técnicos, especialidades y aleaciones crece año con año, como resultado de los avances y tendencias tecnológicas a nivel mundial, las exigencias internas de calidad originada por la importación de productos muchas veces competitivos y la necesidad de exportar manufacturas con cierto valor agregado.

Otros sectores involucrados directamente con los plásticos y junto con ellos en franco desarrollo comercial son la fabricación y distribución de una amplia gama de aditivos como: cargas, plastificantes, lubricantes, pigmentos, antioxidantes, estabilizadores, retardantes a la flama, modificadores de impacto y aromatizantes, entre otros.

Por su parte una rama industrial prácticamente abandonada desde el punto de vista de fabricación nacional la constituye el de Bienes de Capital a través de la manufactura de maquinaria y equipo para la transformación de resinas.

Aunado a lo anterior, la apertura comercial iniciada hace 5 años, ha favorecido la existencia de un enorme número de distribuidores en todos los ámbitos antes señalados y que satisfacen la demanda interna, contribuyendo en cierta forma al crecimiento del sector plásticos.

El potencial existente para el sector plásticos y los vinculados a él se consideran muy interesantes, basta realizar la comparación en el consumo per cápita nacional, del orden de 15.1 Kg y el nivel de consumo en países como Alemania Occidental (127 Kg), Estados Unidos (89.4 Kg) e incluso España con 49.7 Kg por persona, sin considerar que en el mediano plazo México iniciara realmente una política de exportación en base a manufacturas, lo cual incrementaría a niveles incalculables el potencial de crecimiento en el consumo de resinas y su transformación.

De hecho los primeros pasos hacia la situación señalada se han dado en el pasado reciente. Desde el punto de vista productivo la tasa de crecimiento mostrada en el período 1985-1989 fué del 8.2% anual, contra 6.2% durante 1981-1985. Sin alcanzar aun los altos incrementos mostrados a finales de la década de los 70's en el cual se creció a tasas del 14% anual.

En el aspecto importación prácticamente en los tres años tomados de referencia representaron el mismo volumen. Sin embargo en exportaciones el incremento mostrado de 1985 a 1989 fué del 61%, llegando a significar el 19.4% de la producción total de resinas en México.

Así mismo el consumo aparente de resinas plásticas mostró un importante crecimiento del 5.7% anual, similar al realizado en Estados Unidos.

#### CAPACIDAD INSTALADA

El nivel de capacidad instalada creció entre 1970 y 1980 a una tasa del 15% promedio anual alcanzando un volumen de 525,000 toneladas. De 1980 a 1984 el incremento realizado fué del 50% y de ese año a 1989 prácticamente la capacidad se ha duplicado significando un potencial de producción de 1.6 a 1.8 millones de toneladas-año.

Adicionalmente a esta capacidad se cuenta con aproximadamente 20,100 máquinas instaladas, en su mayoría para obtener productos por los procesos de Inyección y Extrusión, suficiente para atender la demanda interna dado su aprovechamiento actual del 40 al 50%. Así mismo procesos como el soplado, rotomoldeo y calandreo principalmente, muestran un potencial aún no explotado racionalmente pero con claras tendencias de crecimiento.

## PRODUCCION

La producción conjunta de los denominados "comodities" ha crecido substancialmente durante la década presente, en 1981 el volumen ascendió a 390,500 toneladas representando el 59.6% del total de resinas elaboradas en México, para 1985 la producción se incrementó a 577,300 toneladas, siendo su participación del 69.3% y para 1989 absorbe el 71.2% con 813,400 toneladas.

Lo anterior pone de manifiesto la orientación en el consumo de plásticos en México, destinados en su mayoría en el sector de empaque y envase. En tanto, otros sectores aún se encuentran con subutilización de los materiales plásticos.

## IMPORTACION

El aspecto de importación de resinas plásticas ha variado ligeramente en los últimos 8 años. De 1981 a 1987 este rubro disminuyó pasando de 312,180 toneladas a 228,000. Sin embargo en 1988 y principalmente en 1989 los volúmenes traídos del exterior se han incrementado nuevamente en forma significativa, representando tan sólo de 1988 a 1989 un aumento del 26%.

Por otra parte el impacto de dichas importaciones en cuanto a su participación dentro del consumo interno ha disminuido ya que en 1981 representaron el 32.6%, en 1985 el 30.1% y para 1989 con una contribución menor al 26%.

Con respecto a la participación en las importaciones, tradicionalmente el mayor volumen correspondió a los polietilenos y al polipropileno, este último aún no fabricado en México; en lo que va de la década se han incrementado las importaciones de otras resinas (acrílicas, epóxicas, alquídicas, ureicas, melamínicas, poliuretanos y poliestirenos), así como algunos plásticos técnicos.

Otro aspecto que debe indicarse es el relativo a la afectación que representa la apertura comercial en el mercado de las resinas, ya que este factor ha contribuido a eliminar en muchos casos proyectos que se tenían planeados a mediano plazo y que actualmente disminuyeron la factibilidad, al ser más rentable desde el punto de vista inversión, problemática laboral y competitividad comercial entre otras razones, el comercializar materias primas y productos de importación con marcas ya reconocidas y calidades estandarizadas.

#### EXPORTACION

En 1983 se realizaron exportaciones por aproximadamente 78,400 toneladas, 11.7% de la producción nacional, cifra que para 1987 se elevó al 23%. En 1989 con una ligera disminución se enviaron al exterior 222,000 toneladas que significaron el 19.4% de la producción nacional de resinas.

Algunas de las exportaciones realizadas se han efectuado en principio para compensar la caída en la demanda interna o por no encontrarse el mercado doméstico aún lo suficientemente equipado para absorber la producción nacional. Sin embargo, la tendencia en ascenso indica un cambio substancial respecto a la política comercial del sector de resinas, en el sentido de continuar un proceso de búsqueda y permanencia en el mercado internacional, dado que en la actualidad se considera como la vía más indicada para superar los ciclos de economía en recesión y para garantizar el mantenimiento de los niveles de competitividad por volumen, calidad y precio, adecuándose a los requerimientos solicitados por el mercado interno y externo.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se requiere continuar en forma sostenida tanto las exportaciones de resinas como las de producto terminado y con ello contribuir a la disminución del déficit comercial agudizado durante los últimos años.

## CONSUMO APARENTE Y PARTICIPACION

La demanda interna de las resinas sintéticas mostró una caída significativa durante 1982-1984 del orden del 12% en términos globales. Posteriormente ha sido evidente una recuperación moderada en 1986 y 1987 e importante en 1985, 1988 y 1989. La tasa de crecimiento en México del sector resinas se efectuó durante los últimos cuatro años entre 4.5 a 5.7% anual (variación acorde con las consideraciones señaladas posteriormente).

Los plásticos denominados de consumo ("comodities"), representaron en 1989 el 71.7% del consumo global, disminuyendo su participación en 1.6% con respecto a 1985.

Por su parte la contribución de los plásticos versátiles pasaron de 13.2% en 1985 a 14.9% en 1989, destacando principalmente las resinas de urea formaldehído y los poliuretanos.

Con respecto a los plásticos técnicos se observó un incremento en la participación primordialmente por el crecimiento mostrado en Polietilen Tereftalato, Poliamidas y Acetales.

El grupo de plásticos técnicos y especialidades en su totalidad ascienden aproximadamente a 29,000 toneladas, 2.5% del consumo global de plástico en México. Sin embargo este grupo de resinas ha desplazado a materiales plásticos y no plásticos en aplicaciones de alto requerimiento de propiedades como el sector Automotriz, Eléctrico e incluso en el de Envase [13]

## PERSONAL Y DERRAMA ECONOMICA

En 1981, la fuerza de trabajo en la industria del plástico llegó a representar 160,262 personas. Posteriormente, durante 1982 y 1983 las tres ramas de este sector (resinas sintéticas, fibras artificiales y transformación de plásticos) fueron seriamente impactados por la situación económica nacional, repercutiendo en la pérdida del 6 % de su personal por lo cual se redujo su número a 150,560 personas.

En los dos últimos años, los esfuerzos realizados por mantener la planta productiva cristalizaron en la recuperación del 1.7 % del recurso humano, que, sin embargo, es un nivel de empleo menor al existente en 1979.

Con respecto a la derrama económica del sector, esta fue en 1987 del orden de los 642 mil millones de pesos, representando un mayor ingreso per cápita para el personal que presta sus servicios en las industrias fabricantes de resinas sintéticas y fibras artificiales, en relación al personal de la industria transformadora de plásticos.

#### CRECIMIENTO Y TENDENCIA DEL CONSUMO

El crecimiento anual mostrado por los plásticos "comodities" en forma global durante el período 1985-1989 fue del 3.8%, destacando con índices mayores el polietileno de alta densidad y el polipropileno.

El grupo de los versátiles se incrementó durante el mismo período al 7.4% anual pasando de 131,800 a 175,840 toneladas y sobresaliendo con mayores incrementos las resinas de melanina formaldehído, époxicas, poliuretanos y urea formaldehído.

Por su parte el grupo de plásticos técnicos creció en conjunto en los últimos cuatro años a una tasa anual de 13.1%, contribuyendo primordialmente el polietileno-tereftalato, poliamidas y acetales.

Durante los diferentes períodos analizados sobresalen algunos aspectos importantes.

#### PERIODO 1981-1985

- \* Los plásticos commodities PEAD, PEBD y PVC crecen en forma moderada.
- \* El polipropileno se ve afectado por la paridad del peso-dólar al ser una resina de importación, al igual que el policarbonato y los acetales.
- \* La situación económica nacional afecta prácticamente la demanda interna de productos y por ende se restringen los sectores de la construcción y de la fabricación de muebles entre otros, afectando a los poliuretanos, melanina formaldehído, polimetil metacrilato y poliéster insaturado.
- \* Las resinas de Urea formaldehído mantienen su crecimiento al desplazar en el mercado a parte del consumo de la melanina formaldehído, debido al factor precio presente en esa época.

#### PERIODO 1985-1987

- \* Se observa una cierta recuperación en la demanda, debido a una mejor situación económica del país.
- \* De los plásticos commodities sobresalen el PEAD y el PP en sus tasa de crecimiento. Así mismo el consumo de PVC disminuye debido principalmente a la contracción aún presente del sector construcción y en aplicaciones reducidas como perfil flexible, mangueras, recubrimiento de alambre y cable y resina de emulsión.
- \* Prácticamente todo el grupo de Versátiles muestran índices de crecimiento importantes, destacando la melanina formaldehído que recupera el mercado al adecuar en forma competitiva su precio con respecto a las de urea formaldehído.

- \* Los plásticos técnicos reinician su penetración en el mercado, destacan las poliamidas, acetales y la introducción del PET de producción nacional en 1986.

#### PERIODO 1987-1989

- \* La estabilidad económica y el desplazamiento controlado de la paridad peso-dólar contribuyen a un crecimiento muy importante en el sector plásticos.
- \* La liberación arancelaria en las importaciones abre al mercado nacional la oportunidad de regirse en base a la demanda real, visualizado principalmente en el caso de los polietilenos, los cuales muestran desproporcionados incrementos.
- \* Los sectores de la construcción, de mueblería, automotriz, eléctrico, electrodoméstico e industrial, muestran signos alentadores de recuperación contribuyendo al crecimiento en el consumo de prácticamente la totalidad de las resinas.

Por su parte la tendencia a corto plazo 1990-1992 se estima no continúe con el comportamiento de los pasados dos años debido entre otros aspectos a la indiscriminada importación de productos terminados iniciada en forma importante durante 1989 y que definitivamente afecta y continuará afectando al ámbito total del sector industrial: Alimentario, Electrónico, Textil, Empaque, Juguetero, Electrodoméstico, Telefónico, Bienes de Consumo e incluso a partir de 1991 el automotriz.

Aunado a lo anterior seguramente se sumará a principios de 1991 el acuerdo de libre comercio con Estados Unidos y Canadá lo cual reforzará la liberalización ya presente desde 1985.

Todos los aspectos señalados impactan directa o indirectamente al sector de resinas y por ende al del transformador. La tabla siguiente señala las tendencias estimadas.

TABLA # 9

CONSUMO NACIONAL DE PLASTICOS  
 CRECIMIENTO 1981-1992  
 ( % ANUAL)

PLASTICO	1981/1985	1985/1987	1987/1989	1990/1992e
<b>DE CONSUMO:</b>				
PEBD	3.7	2.5	13.5	2-3
PEAD	4.1	13.5	18.5	6-8
PVC	2.0	2.2	3.3	4-5
PP	2.8.	4.4	2.2	6-8
PS	3.1	2.3	0.6	3-4
<b>VERSATILES:</b>				
UF	10.8	7.8	5.6	2-3
PUR	15.0	7.9	18.4	6-8
UP	1.1	3.5	3.5	4-6
PF	2.4	0.8	6.1	5-6
EP	3.5	22.5	52.0	8-10
MF	12.3	25.2	41.8	8-10
PMMA	1.5	6.1	4.0	4-5
<b>TECNICOS:</b>				
ABS	4.8	1.6	8.9	10-12
PET	-	-	34.9	25-30
PA	12.5	13.8	20.6	12-14
POM	6.2	11.0	5.8	8-10
PC	10.6	1.7	21.2	12-14

Fuente: Anuario estadístico del plástico 1989 (IMPI 1990)

### 2.3.1.2 PANORAMA NACIONAL DE LA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE PLASTICOS.

#### SITUACION ACTUAL.

Tratar de abordar las condiciones y la problemática de la industria manufacturera de artículos de plástico en el país, resulta una labor ardua y compleja dadas las circunstancias igualmente diversificadas en las que se desarrolla. Esta es la razón por la que sólo se puede presentar un bosquejo muy generalizado de lo que representa este sector en el contexto productivo nacional.

En el sector manufacturero de plásticos se encuentra una coexistencia de empresas altamente desarrolladas, que logran óptimos grados de productividad y competencia, junto a empresas que se diseminan en toda la escala de niveles productivos, medianas, pequeñas y en su mayoría microindustrias. Esta disparidad trae consigo a medida en que se desciende en dicha escala el enfrentamiento a las condiciones adversas: materias primas más costosas, altos costos de producción en base a utilización de capacidad y mayor competencia por las líneas de productos que se operan, entre otras.

A pesar de ello, gran parte de las empresas del sector han subsistido a la situación recesiva de nuestra economía y prueba de ello son algunos parámetros de como se encuentra actualmente este sector.

El número de empresas dedicadas a la transformación de plásticos asciende en la actualidad al orden de 2,950 correspondiendo en su mayoría a la clasificación de microindustria, hace dos años el número reportado era de 3,000 empresas.

TABLA # 10  
INDUSTRIA DE MANUFACTURAS DE PLASTICO

% ESTRUCTURA PRODUCTIVA 1989  
(2,950 EMPRESAS)

MICROINDUSTRIA	62 %
PEQUEÑA	28 %
MEDIANA	7 %
GRANDE	3 %

**PARAMETRO:**

Microindustria : menos de 20 empleados

Pequeña : entre 21 y 100 empleados

Mediana: entre 101 y 200 empleados

Grande: mayor de 201 empleados

Fuente: Anuario estadístico del plástico 1989 (IMPI 1990)

Así mismo con relación al personal ocupado en este sector en su conjunto se estima del orden de 116,000 personas, ubicadas de la siguiente manera: en la Industria Grande 39%, 28% en la pequeña, 24% en la mediana y el restante 9% en la micro.

Aproximadamente el 80% del personal que labora en la Industria Manufacturera del Plástico corresponde al nivel obrero y el 20% restante al administrativo.

Al analizar la información relativa al nivel de preparación educativa presente en el personal de este sector, se observa una imperiosa necesidad en los niveles básicos, aspecto reflejado en los siguientes datos:

El 50% no cuenta con primaria completa  
El 25% requiere secundaria  
El 15% cuenta con carreras técnicas y secretariales  
Sólo el 10% restante poseen carreras de nivel  
Licenciatura

Los aspectos indicados anteriormente dan una idea de los enormes esfuerzos que este sector debe realizar en el plazo inmediato para preparar una sólida plataforma que soporte las amenazas ya presentes en la actualidad desde el punto de vista comercial.

Afortunadamente este sector es una de las ramas manufactureras con mayor índice de rentabilidad y por lo cual debería de canalizar gran parte de sus utilidades en aspectos de optimización de procesos, implementación de programas de control total de calidad, incremento de capacidad con mentalidad exportadora y sobre todo como pilar estratégico, hacia la preparación y capacitación en todas las áreas y niveles de la empresa: Obreros, Supervisores, Jefes de Planta y Producción, Ventas, Comercialización, Laboratorio de Control de Calidad de Materia Prima y Producto Terminado, Departamento de Asesoría Técnica, Diseño Gráfico e Industrial, e incluso a niveles Gerenciales en áreas del conocimiento de los plásticos y Administración.

#### DISTRIBUCION GEOGRAFICA

La distribución geográfica de las empresas transformadoras de plástico continúa situándose en primer lugar la región central del país: Distrito Federal y Estado de México con aproximadamente 1,650 empresas, luego está la región de Jalisco, Zona del Bajío, Puebla y Querétaro con 640 aproximadamente y la región norte con alrededor de 600 empresas sobresaliendo Nuevo León y Baja California.

**INDUSTRIA DE MANUFACTURAS DE PLASTICO**

**% DISTRIBUCION GEOGRAFICA**

**( 2,950 EMPRESAS )**



**INDUSTRIAS DE MANUFACTURAS DE PLASTICO**

**% DE DISTRIBUCION GEOGRAFICA**

**DEL CONSUMO DE RESINAS 1989**

**(1'181,000 TONELADAS)**



Cabe destacar que en esta distribución no se encuentra considerada la industria maquiladora ubicada a lo largo de la zona fronteriza norte, la cual se estima en el rango de 350 a 450 empresas.

Para dar una idea de la importancia que imparte el sector maquilador y que actualmente la mayor parte de sus requerimientos de resina no son adquiridos a los productores nacionales se señala a grandes rasgos la distribución en el Estado de Baja California.

En dicho Estado se cuenta con aproximadamente 180 empresas del plástico de las cuales 64% (116) son maquiladoras, ubicadas principalmente en Tijuana el 64% (74), Mexicali el 11% (19) y el restante 25% (23 empresas) en Tecate y Ensenada.

La distribución del consumo de resinas en México por el sector transformador es muy similar a la mostrada en la regionalización de la capacidad de manufacturas, sin embargo se observa un ligero índice de menor aprovechamiento en la región del Distrito Federal y Estado de México al comparar los aspectos de ubicación de empresas y consumo de resinas.

El mayor volumen de consumo de los plásticos denominados comodities en 1987 se realizó en el Distrito Federal y Estado de México con aproximadamente 500,000 toneladas, seguido de la Región Centro con 173,000 toneladas y el Norte con 151,600 toneladas.

En los plásticos Versátiles destacó el Distrito Federal y Estado de México 50%, Norte del País 23%, Centro 22% y el restante 5% en la región Sur (primordialmente Veracruz y Yucatán).

El 82% del consumo de commodities en el Distrito Federal y Estado de México se centra básicamente en Polietileno de Baja Densidad, Cloruro de Polivinilo Y Polietileno de Alta Densidad. Por su parte en el Centro y Norte del país del 80 al 87% se encuentran entre los Polietilenos y el Polipropileno.

Por lo que respecta a los versátiles las tres principales regiones muestran una participación mayor en el consumo de Resinas Uréicas, Poliuretanos y Poliéster Insaturado.

#### SEGMENTACION DEL CONSUMO

El sector transformador de plásticos ha destinado tradicionalmente su planta productiva a la elaboración de manufacturas de elevado volumen y con gran competencia en el mercado, dejando a una minoría de empresas oportunidad de incursionar en los nichos de productos con alta rentabilidad y bajos volúmenes.

Lo anterior se visualiza claramente al observar la segmentación en el consumo de resinas para plásticos en México.

TABLA # 11  
SEGMENTACION DEL CONSUMO DE RESINAS

SECTOR	%
EMPAQUE Y ENVASE	46.9
ADHESIVOS, RECUBRIMIENTOS, PINTURAS	9.5
CONSTRUCCION	8.5
DOMESTICO	8.0
MUEBLERO	7.0
ELECTRODOMESTICO	3.0
JUGUETES Y ARTS DE RECREACION	3.0
AUTOMOTRIZ	2.5
ELECTRICO-ELECTRONICO	2.5
OTROS	9.5

\* TOMANDO COMO BASE EL CONSUMO DE RESINAS DE 1989 (1'181,000 TON)

Fuente: Anuario estadístico del plástico 1989 (IMPI 1990)

Dentro de los sectores indicados cabe señalar como áreas de aplicación interesantes en el corto plazo principalmente el de partes y accesorios para el sector automotriz quien ha mostrado altos índices de recuperación en los pasados dos años a niveles del 10 al 14% anual.

Otros de los sectores relevantes aunque todavía con ciertos problemas de competencia por la Apertura Comercial son el de Electrodomésticos y Juguetes. Sin embargo, la industria transformadora introduciendo el aspecto de diseño lograría penetrar con mayor eficiencia en estos mercados, aunado a la facilidad actual de importar materias primas muchas de ellas de excelente calidad y precio competitivo y con lo cual incluso se abrirían oportunidades de exportación.

Por su parte los sectores que se encuentran aún resentidos por la situación económica y que sin embargo cuentan con oportunidades son el de la construcción y el mueblero.

En el área del empaque y envase como sector mayoritario, se estima que continúe en su lugar privilegiado, sin embargo la industria transformadora deberá realizar un giro importante hacia la utilización de resinas con altos índices en el cumplimiento de sus características técnicas a fin de lograr productos de calidad, presentación y precio. En este rubro se considera como tendencia mundial la utilización cada vez en mayor medida de las mezclas y en el envase de plásticos como PET, PC, PP clarificado y PVC biorientado.

## BALANZA COMERCIAL

El sector transformador hasta el momento actual no ha participado en forma importante dentro del rubro exportación, considerándose como una oportunidad vigente no explotada. De hecho las importaciones y exportaciones señaladas en la siguiente tabla se refieren en su mayoría a productos semielaborados. Por lo que el saldo negativo se vería enormemente mayor si se consideraran las importaciones de plástico realizadas en forma indirecta a través de productos terminados como aparatos electrónicos, eléctricos, electrodomésticos y alimenticios entre otros.

TABLA # 12  
BALANZA COMERCIAL DE MANUFACTURAS DE PLASTICO  
(MILLONES DE DDLARES)

	1987	1988	1989*
IMPORTACION	139	217	253
EXPORTACION	103	89	107
SALDO	(36)	(128)	(146)

\* ENERO-OCTUBRE 1989

Fuente: Anuario estadístico del plástico 1989 (IMPI 1990)

### 2.3.1.3 PANORAMA INTERNACIONAL DEL SECTOR PLASTICOS

#### SITUACION ACTUAL

La industria del plástico a nivel mundial se vio seriamente afectada en su crecimiento a principios de la presente década, el origen de dichas desviaciones se encuentra principalmente en las drásticas disminuciones en los mercados automotriz, de la construcción y aparatos electrodomésticos, consumidores de aproximadamente el 76 % de la demanda total de resinas. Dicha impactación ha disminuido en los tres últimos años, sin embargo, la recuperación ha sido a tasas muy conservadoras.

#### CAPACIDAD INSTALADA.

La capacidad instalada mundial para fabricar resinas se estima en los 110 millones de toneladas-año, de las cuales 62.3 % corresponde a las resinas de gran volumen.

Europa Occidental cuenta con aproximadamente el 32.4 % de la capacidad mundial para la elaboración de resinas sintéticas, el 30.9 % corresponde a Estados Unidos, el 16.8 % se encuentra localizado en países del Lejano Oriente, el 10.3 % en Europa Oriental, los países de América Latina absorben el 5.2 % del total y 4.4 % corresponde al resto del mundo.

#### CONSUMO MUNDIAL

El consumo mundial de resinas observó un crecimiento del 5.2% anual durante los dos últimos años, pasando de 1987 a 1989 de 86.1 a 95.4 millones de toneladas.

Los países desarrollados continúan representando aproximadamente el 70% del consumo mundial de plásticos, de entre los que destacan Estados Unidos, Japón, Alemania Occidental, Rusia, Italia, China, Reino Unido, Francia, Korea del Sur y Taiwan.

En su conjunto las regiones que mostraron durante el periodo 1977-1989 un crecimiento en el consumo por encima del promedio fueron Japón, Europa Occidental, Latinoamérica y la región Asiática.

Por su parte las regiones con menor crecimiento durante el periodo señalado fueron Estados Unidos y Canadá.

La distribución geográfica del consumo se presenta con la gráfica siguiente y en ella se observa que la región con mayor consumo de plásticos a nivel mundial es Europa Occidental con el 28%, seguida por Estados Unidos con 25%.

TABLA # 13  
 CONSUMO MUNDIAL DE PLASTICO 1989  
 DISTRIBUCION GEOGRAFICA

REGION	CONSUMO (M TON)	%
Europa Occidental	26,860	28
Estados Unidos	24,334	25
Asia y Pacífico	13,560	16
Japón	11,075	12
Europa del Este	8,785	9
Latinoamérica	5,230	6
Medio Oriente	3,350	4
Canadá	2,296	2
TOTAL	95,390	100

Fuente: Anuario estadístico del plástico 1989 (INPI 1990)

Los plásticos de gran consumo llamados "comodities", PE, PVC, PP y PS representaron en 1989 el 68.2% del consumo global, disminuyendo su participación en 0.4% respecto a 1987.

El crecimiento anual mostrado por los plásticos comodities durante el período 1987-1989 fué del 4.9%, mientras que el grupo de los demás plásticos en su conjunto se incrementaron a una tasa del 5% anual. Diversos factores han contribuido a este importante crecimiento: avances en plásticos utilizados como barrera, productos coextruidos, el desarrollo y utilización de mezclas y aleaciones, las mayores aplicaciones de plásticos técnicos y especialidades y la implementación de mejores tecnologías para su procesamiento.

Durante el período 1987-1989 la región que mayor crecimiento mostró en el consumo de plásticos commodities fué Japón con 18.6%, seguido por Europa Occidental y la región asiática. Así mismo, con respecto a los demás plásticos termofijos, termoplásticos y de Ingeniería, destacaron Latinoamérica, Europa Occidental, Japón y Asia.

Lo anterior es resultado claro de la tendencia que muestran dichas regiones hacia incrementar el consumo de plásticos con mejores características y propiedades y dejar en segundo término el aspecto precio. Al mismo tiempo como una estrategia cimentada hacia la defensa de sus mercados internos y una política de exportar productos de calidad, situación generada por las aperturas comerciales que se realizan a nivel mundial.

#### CONSUMO PER CAPITA

La población mundial estimada para 1989 fué del orden de 5,150 millones de habitantes, lo cual representa a manera global un consumo de plásticos per cápita de aproximadamente 18.5 kilogramos.

El comportamiento en el consumo de plásticos por habitante en los países desarrollados, ha mostrado importantes crecimientos en la presente década. Así mismo, países que entraron recientemente a la etapa de industrialización como Taiwan, Korea del Sur e Indonesia, han incrementado significativamente el consumo de plásticos, destinando la mayor parte de la producción de manufacturas hacia el mercado de exportación.

En el cuadro siguiente se presentan los 15 países con mayor consumo de plásticos en 1989 en base a volumen y en el cual se observa que México ocupa el 15vo. lugar.

TABLA # 14  
 CONSUMO DE PLASTICOS POR PAIS 1989  
 PRINCIPALES CONSUMIDORES  
 (MTON.)

PAIS	CONSUMO	% MUNDIAL
ESTADOS UNIDOS	24234	25.5
JAPON	11075	11.6
ALEMANIA	7600	8.0
U.R.-S.S.	3920	4.1
ITALIA	3885	4.1
CHINA	3400	3.6
REINO UNIDO	3200	3.4
FRANCIA	3150	3.3
KOREA DEL SUR	3080	3.2
TAIWAN	2670	2.8
CANADA	2296	2.4
BRASIL	2230	2.3
ESPAÑA	1950	2.0
BELGICA	1700	1.8
MEXICO	1240	1.3
RESTO DEL MUNDO	19760	20.6
TOTAL	95390	

Fuente: Anuario estadístico del plástico 1989 (IMPI 1990)

Con respecto al consumo per cápita tomando como base la demanda interna de plásticos para su transformación y los habitantes de cada país, se presenta la tabla de la siguiente página.

En ella se puede observar que países como Belgica, Taiwan, Hong Kong, Dinamarca, Finlandia, Korea del Sur e incluso Japón, aparentemente muestran consumos per cápita muy elevados, sin embargo, por una parte son en la mayoría de los casos países con pocos habitantes y por otro, la demanda de plásticos mostrada no es totalmente para consumo interno, sino para exportación.

Analizando los datos presentados y considerando las observaciones anteriores, realmente los cinco países con mayor consumo per cápita serían: Alemania Occidental, Estados Unidos, Canadá, Italia, Reino Unido y Francia. México, según esta tabla ocupa el lugar número 36 a nivel mundial como consumo por habitante.

TABLA # 15

CONSUMO DE PLASTICOS PERCAPITA 1989

PAIS	CONSUMO (M TON)	POBLACION (MILLONES HAB.)	CONSUMO PERCAPITA (KG/HAB)
BELGICA	1700	9.9	171.7
TAIWAN	2670	19.9	134.2
ALEMANIA OCC.	7600	59.8	127.1
HONG KONG	690	5.8	119.0
DINAMARCA	540	5.0	108.0
FINLANDIA	475	5.0	95.0
JAPON	11075	123.4	89.7
ESTADOS UNIDOS	24234	271.0	89.4
CANADA	2296	25.9	88.6
SUIZA	570	6.6	86.4
SUECIA	690	8.4	82.1
AUSTRIA	570	7.5	76.0
KOREA DEL SUR	3080	42.6	72.3
PAISES BAJOS	1045	14.8	70.6
ITALIA	3885	57.7	67.3
NORUEGA	275	4.2	65.5
CHECOSLOVAQUIA	950	15.7	60.5
REINO UNIDO	3200	57.6	55.6
NVA. ZELANDA	183	3.3	55.5
FRANCIA	3150	57.2	55.1
HUNGRIA	555	10.6	52.4
ESPAÑA	1950	39.2	49.7
ALEMANIA DEL ESTE	820	16.8	48.8
BULGARIA	430	9.0	47.8
AUSTRALIA	690	14.7	46.9
IRLANDA	160	3.6	44.4
ISRAEL	170	4.5	37.8
GRECIA	350	10.0	35.0
PORTUGAL	345	10.4	33.2
YUGOSLAVIA	730	23.7	30.8
SINGAPUR	82	2.7	30.4
RUMANIA	620	23.2	26.7
ARABIA SAUDITA	320	13.0	24.6
POLONIA	650	38.3	17.0
BRASIL	2230	146.6	15.2
MEXICO	1240	82.0	15.1
ARGENTINA	520	35.1	14.8
RESTO DEL MUNDO	14650	3865.3	3.8
TOTAL MUNDIAL	95390	5150.0	18.5

Fuente: Anuario estadístico del plástico 1989 (IMPI 1990)

## PARTICIPACION Y TENDENCIA DEL CONSUMO MUNDIAL DE PLASTICOS.

La región de Europa Occidental como máxima consumidora de plásticos a nivel mundial, mostró durante los últimos dos años un crecimiento muy uniforme en cuanto al consumo de plásticos razón por la cual los porcentajes de participación de cada uno prácticamente se mantuvo estable.

Estados Unidos como segundo gran consumidor ha enfocado su consumo de plásticos principalmente en la transformación de piezas y artículos con mayores especificaciones, razón por la cual se observa una ganancia significativa en la participación de poliamidas, Poliester termoplástico, Poliuretanos y Polipropileno.

A nivel global se puede concluir que los plásticos estables (creciendo al mismo nivel que el consumo de plásticos en conjunto) son el ABS, Epóxicas, Acetales, Policarbonato, Polietileno de alta densidad y PMMA. Y los que llevan una tendencia negativa son PVC, Fenólicas, Poliestireno y el Polietileno de baja densidad no lineal.

El crecimiento del consumo de consumo mostrado por la mayoría de los plásticos durante 1987-1989 (entre 4 y 5%) es el resultado de Mercados de Aplicación maduros y en los cuales la situación de otros materiales plásticos ha alcanzado limitaciones de índole técnico-práctico. Sin embargo, casos como el Polipropileno, Poliuretanos y en su conjunto los plásticos técnicos y las especialidades han mostrado crecimientos mayores al 8% anual.

El crecimiento en el consumo mundial de plásticos continuará extendiendo el incremento global de la economía, pero como se señaló anteriormente por la madurez de los grandes mercados como Europa Occidental y Norteamérica los índices de crecimiento disminuirán paulatinamente. Así mismo, importantes industrias terminales y altas consumidoras de plásticos como la automotriz y la construcción representarán a muy corto plazo mercados maduros y de hecho muestran actualmente bajos porcentajes de crecimiento.

Es por esto que el IMPI estima que el consumo mundial de plásticos se incremente del orden del 4.5 al 5.5% anual durante el periodo 1990-1992, y que este represente aproximadamente 112 millones de toneladas [3]. Este importante crecimiento se deberá de dar en resinas termoplásticas, debido a la gran flexibilidad de diseños que pueden elaborarse con estos materiales y a su facilidad de procesamiento.

La demanda de termifijos experimentará bajos crecimientos a nivel global, debido a la madurez de sus mercados y al mejor funcionamiento de sus contrapartes termoplásticas, en donde se tienen entre otras ventajas, la facilidad de procesamiento y su reciclamiento.

Con respecto a los plásticos técnicos y las especialidades estos mostrarán seguramente un mayor crecimiento al promedio del sector plásticos.

El consumo mundial de plásticos técnicos y especialidades ascendió en 1989 al orden de 2.15 millones de toneladas. Los principales proveedores a nivel mundial de estos plásticos con aproximadamente el 75% del mercado son los señalados en la siguiente cuadro:

TABLA # 16

SEGMENTACION DEL MERCADO DE PLASTICOS TECNICOS Y ESPECIALIDADES

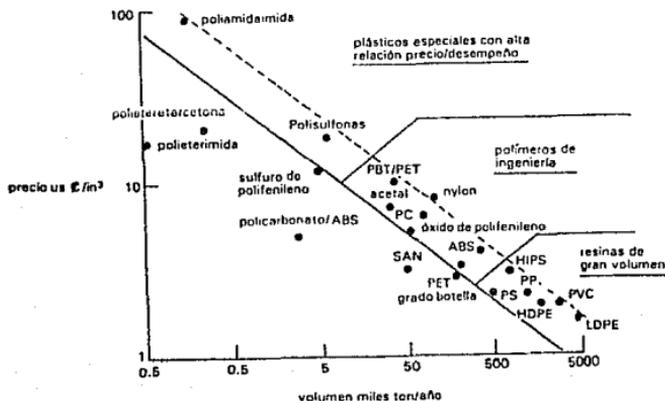
PROVEEDOR	%
GE PLASTICS	26.0
HOECHST	17.0
BAYER	11.0
DU PONT	10.0
BASF	9.0
OTROS	27.0

Fuente: Anuario estadístico del plástico 1989 (IMPI 1990)

Analizando los sectores de consumo de estos plásticos tenemos que las mayores áreas de aplicación se encuentran en Automotriz (27%), Telecomunicaciones (12%), Industrial, de recreación y doméstico (11%), Eléctrico-Electrónico y de Construcción (10%), y Electrodomésticos (8%).

De acuerdo a esto, se puede decir que los plásticos técnicos y las especialidades continuarán reemplazando en forma lenta pero sostenida a los materiales plásticos tradicionales e incluso a productos no plásticos.

sensibilidad de la relación precio/volumen en las resinas de gran volumen y de ingeniería (escala logarítmica)



### 2.3.2 FIBRAS QUIMICAS

Las fibras son polímeros lineales que tienen una resistencia a la tensión relativamente alta, y baja elasticidad en la dirección del eje de la fibra.

A menudo las cadenas lineales están arregladas en una estructura tridimensional, ordenada con considerables fuerzas entre las cadenas. Normalmente, para que un material se clasifique como fibra, su longitud debe ser por lo menos 100 veces su diámetro.

Para ser útil como fibra textil [5], un polímero debe tener una adecuada resistencia a la tensión sobre un amplio rango de temperatura, un alto punto de ablandamiento que permita plancharlo, solubilidad o fusibilidad para hacer posible su hilatura y buenas propiedades textiles tales como tejido, estabilidad, resistencia al arrugamiento, confort, etc.

Las fibras eran originalmente naturales y se producían de lana, seda, algodón, lino y otros materiales similares. Las primeras fibras sintéticas las obtuvo Swan en 1883 cuando inyectó una solución de nitrato de celulosa en ácido acético a través de orificios. Las primeras fibras comerciales elaboradas con nitrato de celulosa las produjo Chardonnet por el proceso que patentó en 1885. La siguiente fibra sintética fue también un derivado de celulosa, la celulosa regenerada o viscosa. Aun cuando la producción de viscosa se patentó en 1892, fue en 1930 cuando la producción mundial llegó a 200 000 toneladas anuales. Esto se debió, en parte, a la baja resistencia húmeda de las fibras originales. La viscosa se consideraba como una sustitución barata y mala de la seda hasta que se desarrollaron métodos para aumentar la resistencia húmeda. Se inventaron e introdujeron otras variantes de fibras de celulosa. La fibra de rayón cuproammonio se obtuvo alrededor de 1900 y la fibra de acetato de celulosa hacia 1921. Se han realizado muchas mejoras y variantes de estas fibras básicas de celulosa.

La primera fibra realmente sintética fue el nylon (una poliamida), introducida en 1940; ésta fue descubierta por Carothers y comercializada por DuPont. Las siguientes fibras que emergieron fueron poliésteres, acrílicas y poliolefínicas. Estos cuatro tipos fueron las principales fibras sintéticas producidas hasta mediados de 1950-1970. Durante la última parte de este siglo se ha dedicado mucha investigación a la mejora de las propiedades de las fibras y al desarrollo de fibras con propiedades especiales para usos particulares (por ejemplo, fibras resistentes a altas temperaturas).

#### PROPIEDADES DE LAS FIBRAS

Las tres propiedades generales más importantes de las fibras son [4] la longitud, el rizado y el denier. Las fibras pueden ser de filamento continuo o de fibra corta, bastante uniformes de longitud, trenzados para formar hilos. Por ejemplo, a las fibras cortas de algodón o lana, se les llama así fibra corta. Los filamentos continuos pueden ser de longitud casi indefinida y la mayor parte de las fibras sintéticas, así como la seda natural, son de este tipo. Las fibras cortas sintéticas se preparan cortando filamentos continuos en tramos de longitud corta y uniforme, generalmente entre 3.5 y 15 cm.

El rizo u ondulado, de las fibras sintéticas mediante acción química o mecánica se llama rizado. Es de gran importancia para la facilidad de procesamiento de fibras cortas. En algunos casos se rizan los filamentos continuos para alterar su apariencia al tacto, por ejemplo, en el hilo para alfombras de nylon. El algodón y la lana poseen rizado natural.

El denier es una medida del peso de las fibras por unidad de longitud y se define como el peso en gramos de 9000 metros. Otra unidad es el "tex", que es el peso de 1000 metros.

Las primeras fibras sintéticas eran de sección circular, pero se pueden impartir características especiales fabricando fibras con otras secciones. Un hilo para alfombra, desarrollado en Alemania tiene la sección transversal pentagonal y contiene seis orificios estructurales. Cuando pasa la luz por los orificios se desvía y se descompone reduciendo así la visibilidad de las partículas de suciedad. Las fibras con cinco costados ayudan también al desprendimiento del polvo. La mayor parte de las fibras que hoy se venden tienen filamentos con secciones transversales no uniformemente redondos.

### 2.3.2.1 PANORAMA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE FIBRAS QUIMICAS

#### CARACTERISTICAS GENERALES

Se entiende por industria de las fibras químicas al conjunto de empresas que se dedican a la fabricación de fibras artificiales y sintéticas, las cuales se obtienen mediante procesos químicos a partir, respectivamente, de fibras celulósicas de origen vegetal e hidrocarburos.

Las fibras artificiales o celulósicas provienen de la alfa celulosa, materia prima de origen vegetal, y tienen como producto final el rayón y el acetato.

Las fibras sintéticas o no celulósicas, se obtienen a partir de productos petroquímicos, siendo los principales el nylon, el poliéster, el acrílico, el polipropileno y las elastoméricas; las tres primeras representaron el 84.9% del consumo total de fibras químicas en 1980 [11]

La industria de fibras químicas está constituida por ocho empresas que en 14 localizaciones operan 30 plantas distribuidas en los Estados de México, Tlaxcala, Jalisco, Nuevo León, Querétaro, Veracruz, Tamaulipas y el D.F.

TABLA # 17  
 NUMERO DE EMPRESAS EN LA INDUSTRIA DE FIBRAS QUIMICAS

EMPRESA	TECNOLOGIA	No. de LOCALIZACIONES	% DE LA PRODUCCION
AKRA			
Nylon de México, S.A.	Du Pont (USA)	1	15
Fibras Químicas, S.A.	Akzo (Holanda)	1	12
CELANESE MEXICANA S.A.	Celanese (USA) y Fiber Industries	4	37
CELULOSA Y DERIVADOS, S.A.	Propia	2	13
FIBRAS SINTETICAS, S.A.	Torai y Ashai (Japón)	2	13
KIMEX, S.A.	Varias	1	5
IMPETMEX, S.A.	Varias	1	3
INDUSTRIAS POLIFIL, S.A.	-----	1	1
FINACRIL	-----	1	1
T O T A L		14	100

Fuente: ANIQ, Anuario de la Industria Química Mexicana, 1988.  
 DGARE, investigación directa.

Las principales limitaciones que impiden la entrada de nuevos productores a la industria de fibras químicas, están constituidas tanto por el tamaño económico de la planta en relación al mercado interno, como por el grado de abastecimiento por los productores actuales y la tecnología, ya que las empresas que han desarrollado los procesos más importantes a nivel mundial, cuentan con participación en algunas empresas establecidas en el mercado nacional.

El alto volumen de inversión requerido para una planta competitiva en el mercado interno, representa una importante restricción a nuevas entradas en la industria.

Finalmente, la integración vertical que han logrado los productores actuales, vinculándose unos a las materias primas y otros a la industria textil, es otro factor que dificulta la entrada de nuevos competidores.

La industria de fibras químicas forma parte de una cadena productiva que se integra hacia atrás con la petroquímica (básica y secundaria) y hacia adelante con la industria textil. Su importancia estratégica reside, por una parte, en la capacidad que tiene para dar valor agregado a los derivados del petróleo y, por otra, en que sus productos tienen sus aplicaciones principales en la fabricación de prendas de vestir, así como en productos para el hogar, industria y otros, satisfaciendo de esta manera necesidades básicas de la población.

TABLA # 18  
DESTINO DE LAS FIBRAS QUIMICAS PARA USOS FINALES

	PRINCIPALES APLICACIONES	%
FIBRAS QUIMICAS :	- PRENDAS DE VESTIR	
	Ropa exterior e interior	
	Calzado	72
	Pañuelos	
	Guantes	
ACETATO ACRILICA ELASTOMERICA NYLON POLIESTER POLIPROPILENICA RAYON	- PRODUCTOS PARA EL HOGAR	
	Sábanas y Manteles	
	Cortinas	16
	Tapetes y alfombras	
	- INDUSTRIALES	
	Llantas	
	Redes	
	Mangueras	7
	Bandas y Lonas	
	Filtros para cigarrillos	
	- VARIOS	
	Cintas y listones	5
	No tejidos	

Fuente: Grupo Industrial Alfa, la industria de fibras químicas y su aportación al desarrollo de México.

## DEMANDA

Durante décadas las fibras sintéticas produjeron un fuerte desplazamiento sobre las fibras naturales, debido a sus características, rendimiento de materias primas y niveles de precio esencialmente. Sus incrementos históricos superaron en más de 2.5 veces el crecimiento del producto interno bruto de los países desarrollados en los años 1950/1960, no obstante después de la crisis petrolera de 1973 esta situación cambio radicalmente pues con el incremento de los precios de las materias primas, perdieron parte de su competitividad con los productos naturales en la década pasada, a pesar de que en los últimos años los productos sintéticos han recuperado parte de su participación en el mercado mundial de fibras y se espera que dicha tendencia continúe.[10]

En el cuadro siguiente se puede apreciar el comportamiento y las perspectivas de las fibras sintéticas en el mercado mundial.

TABLA # 19  
PARTICIPACION DE LAS FIBRAS SINTETICAS EN EL MERCADO GLOBAL  
MUNDIAL DE FIBRAS  
(%)

TIPO DE FIBRA	1960	1975	1980	1983	1990	1995
Naturales	78	60	54	54	49	48
Artificiales	17	13	11	10	10	9
Sintéticas	5	27	35	36	41	43

Fuente: ANIQ, Anuario de la Industria Química Mexicana, 1988.

## INVERSION:

La inversión en Activos Fijos Brutos en 1987 fue del orden de \$US 28,571,000. Los proyectos de inversión para 1988 fueron del orden de \$US 46,621,000 [10].

#### CAPACIDAD INSTALADA:

La capacidad instalada en diciembre de 1987 era del orden de 487,360 toneladas, de las cuales 462 670 fueron sintéticas y el resto artificiales.

A partir de agosto de 1986, una de las plantas productoras de fibra acrílica suspendió su producción, por lo que la capacidad instalada de esta fibra ha disminuido. En 1987 entró en operación una ampliación de 24,000 toneladas en una planta de poliéster de fibra corta.

#### PRODUCCION:

La producción de fibras sintéticas en 1987 fué de 362,910 tons. y la de fibras artificiales de 19,969, lo que da un total de 382,879 toneladas.

Las fibras artificiales en 1987 mostraron un incremento en la producción de 14.2% con respecto a 1986. De igual forma, las fibras sintéticas mostraron un incremento del 6.7%.

#### FUERZA DE TRABAJO:

La fuerza de trabajo del sector en el periodo de 1984/1987 observó las siguientes tendencias:

	1984	1985	1986	1987
TECNICOS	1,320	1,305	1,261	1,270
EMPLEADOS	3,373	3,345	3,372	3,293
OBREROS	13,407	13,370	13,334	14,012
T O T A L E S	18,100	18,020	17,967	18,575

En el mismo periodo el sector pago por Sueldos, Salarios y Prestaciones las siguientes cantidades:

MILLONES DE PESOS			
1984	1985	1986	1987
20,228	34,380	52,673	126,933

La fuerza de trabajo en 1987 se incrementó en 3.26% con respecto a 1986 y los sueldos, salarios y prestaciones aumentaron en un 141%.

#### COMERCIO EXTERIOR

##### a) IMPORTACION

En 1987 se importaron 13,601.4 toneladas de fibras artificiales y sintéticas, cifra inferior a la de 1986 en un 2.3% y con un valor de \$US 30,963,531 equivalentes a 43,658.6 millones de pesos. Las principales importaciones se realizaron en rayón blanqueado, en poliéster fibra corta y polipropileno fibra corta.

Las cifras consideradas para 1987 corresponden al listado de importaciones globales.

##### b) EXPORTACION

La exportación de fibras en 1987, fue del orden de 211,026 millones de pesos, es decir, un 131.9% superior a lo exportado en 1986.

En 1987 se exportaron 95,950 toneladas y en 1986: 63,680, lo que significa un incremento de 14.7%.

A nivel internacional, se presentan los resultados publicados por la División de Fibras y Polímeros de Akzo [31]. En ellos se puede observar una clara tendencia de crecimiento en la producción mundial de fibras sintéticas (acrílicas, poliésteres y poliamidas), tanto en su clasificación por fibras, como por países:

TABLA # 20

PRODUCCION MUNDIAL DE FIBRAS CELULOSICAS Y SINTETICAS  
(MILLONES DE TONELADAS)

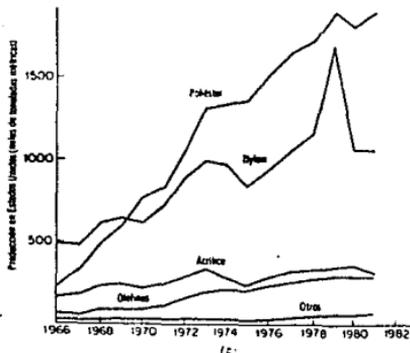
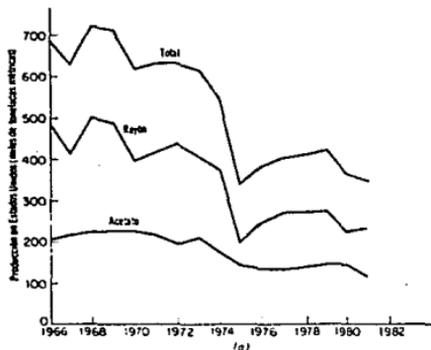
	FIBRAS CELULOSICAS		FIBRAS SINTETICAS		TOTAL	
	1000 T.	%	1000 T.	%	1000 T.	%
1970	3 585	43	4 809	57	8 394	100
1975	3 216	30	7 461	70	10 677	100
1980	3 522	25	10 779	75	14 301	100
1985	3 234	20	13 025	80	16 259	100
1988	3 371	18	15 172	82	18 543	100
1989	3 411	18	15 569	82	18 980	100

PORCENTAJES DE LAS DIFERENTES FIBRAS SINTETICAS  
DEL TOTAL DE PRODUCCION

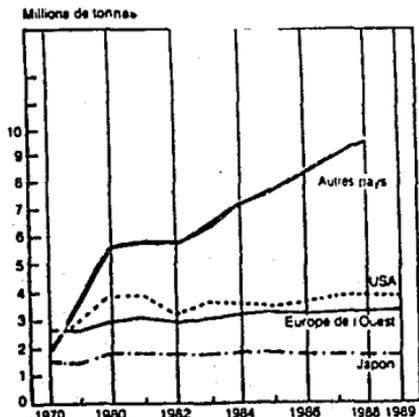
ANO	POLIAMIDAS	POLIESTERES	ACRILICAS	OTRAS	TOTAL
1970	40	34	21	5	100
1975	33	45	19	3	100
1980	30	47	19	4	100
1981	28	49	19	4	100
1982	28	49	20	4	100
1983	28	48	19	5	100
1984	27	49	19	5	100
1985	26	50	18	6	100
1986	25	51	18	6	100
1987	25	52	17	6	100
1988	25	53	16	6	100
1989	24	54	15	7	100

Fuente: AKZO : División de fibras y polímeros.

Se puede observar una clara tendencia negativa de la fibras celulósicas, las cuales están siendo reemplazadas por las fibras sintéticas, particularmente por las fibras de poliésteres.

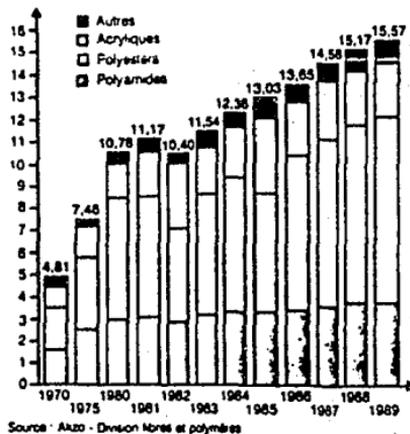


Tendencia de la producción de fibras sintéticas.



Source: Akzo - División fibras et polymères

Producción mundial de fibras químicas



Source: Akzo - División fibras et polymères

Producción mundial de fibras sintéticas (en millones de toneladas)

### 2.3.3 ELASTOMEROS

El requerimiento esencial de un elastómero [5] es que debe ser elástico, es decir, que pueda estirarse rápidamente bajo tensión hasta alcanzar varias veces su tamaño original con una pequeña pérdida de energía como calor. Todos los elastómeros de importancia industrial deben tener alta resistencia a la tensión, alto módulo de elasticidad cuando se estira completamente, deben retraerse con rapidez a sus dimensiones originales y, además, deben tener una deformación muy pequeña una vez que se ha eliminado la tensión.

Los elastómeros son polímeros amorfos con uniones transversales para evitar una movilidad excesiva de las cadenas lineales. Sin embargo, los segmentos individuales de las cadenas deben tener suficiente movilidad para permitir la extensión y contracción de las cadenas sin un cambio permanente en las dimensiones del material.

Haciendo un poco de historia, se puede decir que Cristóbal Colón encontró a los nativos de las Indias Occidentales jugando con pelotas de hule. Se han recuperado artículos de hule del pozo sagrado de los mayas en Chichén Itzá (Yucatán). El hule, como lo conocemos, es un producto de América que ha logrado su mayor crecimiento al ser trasplantado al lejano Oriente.

A Goodyear se le acredita el descubrimiento del curado, o vulcanización del hule con azufre en 1839; esto evitó la característica pegajosa natural del hule e hizo posible su comercialización. Desde entonces se ha encontrado que hay muchas sustancias que afectan la velocidad de esta reacción y que algunos materiales secundarios modifican o mejoran el compuesto, haciendo posible fabricar o dar forma a un artículo, que luego se fija en su forma final mediante la reacción de curado.

Se obtuvieron materiales parecidos al hule cuando se hicieron esfuerzos para purificar y recuperar materiales como estireno, butadieno e isopreno que se producían durante la destilación destructiva del hule natural; esto dio lugar a los primeros intentos de producir hule sintético. Al comenzar la Segunda Guerra Mundial se produjeron calidades inferiores de hule a partir del dimetilbutadieno en Alemania y en Rusia. Las investigaciones extensivas que se realizaron de 1920 a 1930 llevaron al descubrimiento de la copolimerización en emulsión de butadieno y estireno, y de butadieno y acrilonitrilo.

Cuando el suministro de hule natural fue interrumpido debido a la invasión por Japón de las áreas productoras de hule a principios de la Segunda Guerra Mundial (en 1941), Estados Unidos construyó una industria de hule sintético que ha continuado su expansión enormemente, de modo que actualmente el 88% del hule que se consume en Estados Unidos es de origen sintético.

El hule ha llegado a ser un material de tremenda importancia económica y estratégica [2]. En los Estados Unidos el consumo por habitante es de aproximadamente 16.12 kg; en la India es de escasamente 0.22 kg. Las industrias de transporte, productos químicos, eléctrica y electrónica y el programa espacial son los principales consumidores de hule en Estados Unidos.

La industria del hule comprende la producción de monómeros o materias primas para hules sintéticos, los diferentes hules, la importación de hule natural, la producción de productos químicos derivados del hule, y finalmente la elaboración de artículos de hule.

### 2.3.2.1 LA INDUSTRIA DE LOS HULES SINTETICOS Y HULEQUIMICOS

De acuerdo al ANIQ, esta sección la conforman las siguientes empresas:

Artivi, S.A. de C.V.  
Cia. Química Ameyal, S.A.  
Hules Mexicanos, S.A.  
Industrias Negromex, S.A. de C.V.  
Industrias Resistol, S.A.

Negro de Humo Negromex, S.A. de C.V.  
Novaquim, S.A. de C.V.  
Quimic, S.A. de C.V.  
Química Orgánica de México, S.A.

Los hules tanto sintéticos como naturales, al igual que los hulequímicos, son productos cuya importancia para el desarrollo del país es grande, debido a que son materias primas de artículos como: llantas, cámaras, etc., las cuales son indispensables dentro del proceso económico, productivo y social, ya que son de uso común y generalizado.

La industria hulera en su conjunto engloba dos grandes grupos: el sector productor de elastómeros y el sector manufacturero de hules.

Se entiende por industria de elastómeros, al conjunto de empresas y/o actividades que transforman productos petroquímicos y vegetales en hule y látex. A partir de los productos petroquímicos, elabora una amplia gama de hules sintéticos, entre los que destacan el Polibutadieno-Estireno (SBR), el Polibutadieno (BR), el Cloropreno y el butilo. Por lo que respecta a las especies vegetales capaces de producir hule, las más importantes son el árbol de hule. (*Hevea brasiliensis*), y el Guayule.

El sector manufacturero comprende a todas las empresas dedicadas a la fabricación de productos terminados de hule entre los que destaca en un primer plano la industria llantera y en menor grado las industrias del calzado y partes industriales y automotrices.

La industria nacional de los elástomeros está compuesta por 3 empresas, agrupadas en un sólo grupo, de la siguiente manera:

#### GRUPO DESC

##### GRUPO NOVUM

- Hules Mexicanos S.A.
- Industrias Negromex S.A. de C.V.

##### GRUPO IRSA

- Industrias Resistol S.A.

#### CONSUMO APARENTE

El total fue del orden de 181,149 tons. durante 1987, de las cuales 105,056 tons. correspondieron a los Hules Sintéticos, 63,759 tons. a Negro de Humo y 12,334 tons. a Hulequímicos. (Incluye al ácido esteárico).

#### CAPACIDAD INSTALADA

La capacidad instalada correspondiente a Hules Sintéticos, Negro de Humo y Hulequímicos fue de 173,500 tons., 166,000 tons. y 18,815 tons. respectivamente, lo que da un total de 358,315 tons.

## PRODUCCION

La producción total del sector durante 1987 fue aproximadamente de 293,363 tons., correspondiendo el 53% a los Hules Sintéticos, el 42% a Negro de Humo y el 5% a Hulequímicos.

## COMERCIO EXTERIOR

### a) IMPORTACION

La importación total del sector en 1987 fue del orden de 68,373 tons., de las cuales 21,684 tons. correspondieron a los Hules Sintéticos, 1,340 tons. a Negro de Humo, 1,210 tons. a Hulequímicos, 54,721 tons. a Hule Natural y 9,418 tons. a Látex Natural.

### b) EXPORTACION

Durante 1987 se exportaron aproximadamente 73,247 tons. de Hules Sintéticos, 61,672 tons. de Negro de Humo y 1,528 de Hulequímicos, lo que da un total de 136,447 tons.

### c) BALANZA COMERCIAL

	TONELADAS
EXPORTACION	136,447
IMPORTACION	68,373
SUPERHAVIT	48,074

#### 2.3.4 ADHESIVOS

Los adhesivos son productos formulados de baja o moderada viscosidad; sus principales componentes pueden ser uno o más polímeros y sus propiedades características de desempeño varían ampliamente. Sin embargo, todas ellas incluyen la adhesión a superficies, resistencia y durabilidad.

Los adhesivos permiten la unión de materiales diferentes, con una mejor distribución de esfuerzos mecánicos en el área de contacto.

Los polímeros que se utilizan en el grupo de adhesivos se clasifican de la siguiente manera:

- \* Elastómeros (hules sintéticos)
- \* Resinas Termofijas (resinas fenólicas o amino-formaldehído)
- \* Termoplásticos (acrílicas, copolímeros del acetato de etilen-vinilo)

#### SITUACION EN MEXICO

La capacidad instalada de adhesivos en México para 1985 superó los 7,000 toneladas por año. Son seis las empresas productoras, destacándose por su participación Cyanamid de México S.A. con el 44.8 por ciento de la capacidad instalada y la empresa Insam S.A. con el 22.0 %.

En la tabla siguiente se puede ver la distribución:

TABLA # 21

Cyanamid de México S.A.	44.8 %
Insam S.A.	22.0 %
Complex Química S.A.	8.9 %
IRSA	8.9 %
Otros	15.4 %

Fuente: Comisión Petroquímica Mexicana [28]

Los siete principales tipos de adhesivos que se comercializan en México son:

- Adhesivos a base de acetato de polivinilo
- Adhesivos a base de caseína
- Adhesivos a base de cloroprenos
- Adhesivos a base de colas
- Adhesivos a base de dextrinas
- Adhesivos a base de poliuretanos
- Adhesivos termofusibles

En 1986 la distribución por segmento de mercado de adhesivos fue la siguiente:

Papel	54.5 %
Calzado	20.1 %
Muebles y madera	12.7 %
Automotriz	4.3 %
Construcción	0.9 %
Otros	7.5 %

La balanza comercial con el exterior ha sido tradicionalmente deficitaria, llegando en 1986 a las 242 toneladas, con un monto equivalente a los 84 millones de pesos.

En cuanto al grado de dependencia tecnológica ésta es mínima, ya que la mayoría de las empresas trabajan con tecnologías propias. Por otra parte, el grado de integración nacional en materias primas que se observa en el grupo es bajo, ya que corresponde al 20 %, medido en términos de la contribución en volumen, y del 20.9 % si se considera el valor de las materias primas.

## 2.4 PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LAS INDUSTRIAS DE POLÍMEROS.

La industria de los polímeros comprende la obtención de plásticos, fibras, pinturas, adhesivos y hules, desde las materias primas hasta la elaboración de productos terminados, e incluye de cierta manera a la industria petroquímica, a la de transformación de polímeros propiamente dicha y al complejo agroindustrial, en el caso de materiales naturales [28].

Es interesante señalar que algunas empresas de ingeniería química y mecánica se encuentran, en realidad, ocupadas en la elaboración de equipos para la industria de los polímeros, y que existe además un número mayor de empresas que utilizan partes elaboradas a base de estos materiales como componentes de sus propios productos, de tal forma que las repercusiones de los polímeros en la industria son tan amplias que se extienden más allá de la naturaleza de sus materiales.

De acuerdo al ANIPAC (Asociación Nacional de la Industria del Plástico) [29], los problemas más significativos que vive actualmente este sector industrial (y que se pueden generalizar a la industria de los polímeros) son:

a) El rezago tecnológico en el parque industrial. El promedio de edad de los equipos es de 15 años. En este sentido, para duplicar la capacidad de transformación se requiere de un importante esfuerzo de inversión, no sólo de nuevos equipos, sino en la modernización de los existentes.

b) La ingeniería de diseño. Es un hecho que una de las limitaciones dentro de estas industrias es la poca capacidad de Ingeniería de diseño que tienen las plantas. Es necesario invertir en este rubro para incrementar el desarrollo de artículos, no solo de producto terminado, sino también de Procesos.

c) Otro aspecto importante es el hecho de que las economías de escala pueden reducir sensiblemente los costos. Mientras que en México el sector de plásticos cubre su demanda usando moldes de una o dos cavidades, en otros países los moldes tienen hasta 64 cavidades.

Un punto muy importante es que dentro del proceso de reconversión de los equipos industriales que se está dando actualmente, se busca que las plantas sean más eficientes y sobre todo que no se descuiden los aspectos ecológicos.

Cuando se habla de plástico particularmente no se puede desligar de las cuestiones ecológicas más aún a la luz de la negociación del Tratado de Libre Comercio.

La industria del plástico, al igual que la de los otros polímeros, en sus procesos de transformación no contamina, no es una industria de chimenea, ni contaminante o demandante de agua, incluso la recicla; tampoco emite gases de manera excesiva ni genera ruido. Los procesos están dados por energía eléctrica.

Lo que sucede es que el producto de plástico, así como los productos sintéticos (fibras, hules, etc.), se asocian inevitablemente con la basura, la basura plástica si contamina. No obstante, el plástico es reciclable. Lo que se tiene que hacer es en combinación con la autoridad y el público en general es lograr que el plástico no se convierta en basura, sino colectarlo previamente, como ya se hace con el cartón, y evitar que llegue a los basureros; y al mismo tiempo se debe promover la inversión en el diseño y construcción de plantas recicladoras.

No hay que olvidar que los materiales poliméricos fueron ideados y desarrollados para substituir a otros materiales (como la madera, por ejemplo y de alguna manera evitar la reforestación), haciéndolos más resistentes, para que pudieran durar "toda la vida".

Otra idea generalizada es la de que el plástico es necesariamente algo de menor calidad, ya que muchos desconocen las aplicaciones que requieren alta calidad y alta resistencia.

Dentro de los proyectos que se están implementando actualmente para resolver esta problemática están:

Fomentar el concepto de normalización y certificación de calidad de materia prima y producto terminado.

Mejorar el adiestramiento de operadores y la capacitación de técnicos; mejorar los sistemas de información, mejorar la imagen a través de compañías publicitarias, ferias y exposiciones.

Promocionar la integración de cadenas de transformación a través de asociaciones de las micro y pequeñas industrias, que son la mayoría en este sector, para que puedan abordar mercados internacionales de manera competitiva.

### C A P I T U L O   I I I

## CAPITULO III

### INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

#### 3.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

La investigación pura, orientada adecuadamente, contribuye al desarrollo de la ciencia y genera nuevos compuestos que permiten la existencia de la investigación aplicada; ésta, a su vez asegura el crecimiento y liderazgo de cualquier industria y, por ende, el fortalecimiento de la economía de un país.

A pesar de que los polímeros han sido usados por los seres humanos desde la antigüedad, su estructura no fue comprendida, mas que en términos elementales, hasta finales de siglo XIX.

El problema que tenían los primeros investigadores era un desinterés general de parte de la Comunidad Científica para creer que los enlaces moleculares en moléculas gigantes pudieran existir. Hay que tomar en consideración que los instrumentos físicos para medir los pesos moleculares en solución (basados en los trabajos de Raoult y van't Hoff) no existieron hasta el siglo XIX [1]. En 1888, Brown y Morris usaron una técnica crioscópica para estimar el peso molecular del almidón hidrolizado de cerca de 30,000. La misma técnica fue utilizada por Gladstone y Hibbert para estimar que el peso molecular del hule era de entre 6,000 y 12,000 o quizá más.

De hecho la demostración de que materiales como el almidón, el hule o las proteínas tenían pesos moleculares altos no convenció a la Comunidad Científica de que estos materiales tuvieran estructuras poliméricas, por el contrario, generalmente se asumía que el valor elevado en el peso molecular resultaba de defectos en el método crioscópico, o se debía a la asociación de moléculas pequeñas. Esta visión persistió hasta que la industria del hule prosperó después de 1839 y mientras los polímeros sintéticos tuvieron un uso limitado.

A principios del siglo XX, la baquelita, el algodón, la pólvora, la nitrocelulosa y el celofán, eran los primeros materiales poliméricos que aportaban jugosas ganancias. Las fibras textiles a base de celulosa, como el rayón o el acetato, eran el éxito comercial.

Durante la primera Guerra Mundial, el abastecimiento de hule natural no fue suficiente; al mismo tiempo, Herman Staudinger, científico alemán, luchaba para que la comunidad científica aceptara la existencia de las moléculas gigantes; éstas se proyectaban como sustancias con propiedades mejoradas o nuevas, quizás superiores a las de cualquier compuesto natural existente y, en consecuencia, sus aplicaciones las convertirían en productos comerciales espectaculares.

Fue precisamente en esas circunstancias, a finales del decenio de los veinte, que las industrias I.G. Farben Company y la DuPont, en EE.UU., decidieron arriesgar cuantiosas inversiones para explorar la naciente ciencia de las macromoléculas; sin sospechar que el gran "riesgo económico" apostado les reeditaría, por un lado ganancias inimaginables y, por el otro, el mérito, casi exclusivo, de desarrollar en su seno la práctica y teoría de la ciencia moderna de las macromoléculas.

En 1927, la I.G. Farben Company contrató a 20 científicos para su laboratorio de investigación en polímeros, y designó como jefe al investigador alemán Herman F. Mark. Poco después, este grupo estableció las bases teóricas que explican la estructura de los polímeros y formuló la teoría de la elasticidad del hule. En 1928, la I.G. Farben creó el poliestireno y, al año siguiente, inició su producción industrial; desde entonces este ha sido uno de los plásticos de gran consumo dadas sus diversas aplicaciones. De 1930 a 1934, Kunh, Guth y Mark dedujeron diferentes modelos matemáticos para la configuración de los polímeros. Es sorprendente la labor de investigación que desempeñó la Farben entre 1929 y 1932.

En sus laboratorios los investigadores creaban una macromolécula cada día. Es claro que no todas resultaron útiles desde el punto de vista comercial, pero sólo con algunos de sus polivinilos, entre ellos los acrílicos que pudieron moldearse en hilos para hacer las telas como el orlón y el acrilán, o los que resultaron suficientemente duros y con propiedades ópticas interesantes como el plexigás o polimetilmetacrilato, formaron una de las más grandes industrias: la de los plásticos.

Desde que la Du Pont se estableció en los Estados Unidos, en 1802, adquirió la supremacía en explosivos, y la mantuvo hasta finales de la primera Guerra Mundial, durante la cual aseguró para su país el abastecimiento de explosivos y productos similares.

Con las ganancias en las ventas y el conocimiento adquirido sobre la nitrocelulosa o pólvora sin humo y otras sustancias, la Du Pont decidió abandonar la supremacía en la arriesgada fabricación de explosivos e iniciar una nueva línea de producción: la de los derivados de la celulosa; es decir, la de las macromoléculas o polímeros [7].

Compró entonces pequeñas compañías y comenzó a diversificar su producción. Así no solo aseguró su existencia, sino también su crecimiento y liderazgo en esta "línea desconocida". Proyectó con éxito este cambio basándose en la producción, en la publicidad ingeniosa de sus nuevos productos y fundamentalmente, en la creación de grupos de investigación pura y aplicada. Sólo en 1906 destinó 300 000 dólares a la investigación pura y, gracias a ésta, adquirió el predominio en polímeros .

Como la I.G. Farben, en 1927 la Dupont contrató a W.H. Carother, joven científico egresado de la Universidad de Harvard, como jefe de su investigación pura.

Carother incursionó en el nuevo campo de las moléculas gigantes; sus numerosos experimentos pronto confirmaron la teoría de Herman Staudinger sobre la existencia de las macromoléculas, y le permitieron formular otras teorías como la de la policondensación, misma que establece el mecanismo de formación de las macromoléculas a partir de las micromoléculas "monoméricas". Además, inventó compuestos poliméricos cuyas propiedades superaban a las de los materiales ya conocidos. De este modo, Carother se convirtió rápidamente en otro de los pilares de la teoría moderna de la ciencia de los polímeros.

Algunos de los éxitos del grupo de Carother fueron la síntesis del neopreno en 1931 (uno de los primeros hules sintéticos) y la del Nylon 6,6 en 1934. Para la producción industrial de este último, la Du Pont invirtió 20 millones de dólares y diez años de investigación básica y aplicada. Durante la segunda Guerra Mundial, produjo 23 000 toneladas de nylon para fabricar 4 millones de paracaídas y llantas de avión.

Desafortunadamente, Carother murió en 1937 y no pudo apreciar en toda su magnitud el triunfo de los polímeros industriales ni recibir el premio Nobel por su trabajo. Quien lo recibió, en cambio fue uno de sus colaboradores, J.P. Flory, doctor en fisicoquímica, que se unió al equipo en 1934 y pronto se convirtió en el "gigante" de los polímeros. Cuando inició su trabajo, Flory conocía poco sobre las macromoléculas de Staudinger. Al igual que los químicos sabía que el estireno y otros compuestos similares primero eran espesos y después sólidos, y que ese proceso podía acelerarse por acción de la luz o del calor; sin embargo ignoraba el mecanismo que producía el cambio. Por lo demás en esa época no era claro el origen de todas las propiedades que exhibían estos compuestos. No obstante, con un razonamiento fisicoquímico y la aplicación de métodos matemáticos adecuados, Flory desarrolló, individualmente, las bases de toda la fisicoquímica de las macromoléculas conocida hasta ahora. Con esto logró darle solidez a la teoría moderna de la ciencia de los polímeros y despejó otras incógnitas.

En sólo unos cuantos años, lo que se consideró una inversión de alto riesgo proporcionó, por un lado, ganancias insospechadas y, por otro, el mérito invaluable de forjar a los gigantes de la teoría y práctica de las macromoléculas.

Durante el principio de la década de los 50's, Watson, Crick, Wilkins, Franklin, Kendrew y Hodgkin aplicaron exitosamente el análisis de difracción de rayos X a la determinación de la estructura de polímeros biológicos como DNA, hemoglobina e insulina.

Los primeros en aislar cristales de polietileno fueron Keller y Till en 1957. Entre 1960 y 1970 se empezó a generalizar el uso del análisis por resonancia magnética como una herramienta muy valiosa.

Actualmente [1] la búsqueda de nuevas macromoléculas y de otros tipos de compuestos continúa. Existen laboratorios de investigación y aplicación práctica, como los de Du Pont, que exploran campos como el de la biología molecular, la toxicología y la medicina, entre otros. A manera de ejemplo, cabe mencionar que en 1980 la Du Pont invirtió 450 millones de dólares en investigación, para un equipo formado por 4 000 investigadores y técnicos; entonces contaba con 170 fábricas que producían alrededor de 1700 productos diferentes y redituaban 12000 millones de dólares anuales.

En la fase más reciente de la química sintética de polímeros, se involucra un sutil cambio en el énfasis. El interés ahora se enfoca a la síntesis y desarrollo de nuevos polímeros que tengan en especial propiedades de alto funcionamiento como: resistencia a la combustión, estabilidad a altas temperaturas, resistencia al aceite y a otros combustibles, semi o superconductores, compatibilidad biomédica o flexibilidad a bajas temperaturas.

Se están estudiando los polímeros que contienen elementos inorgánicos, particularmente los polifosfazenos, carboranos, siloxanos, fibras de carbono, poliacrilo-nitrilo pirolizado, y polisulfuronitrilo. Los polímeros ahora se utilizan como sustratos estacionarios para la unión de sistemas catalíticos de metales de transición o enzimas.

### 3.2 SITUACION ACTUAL EN EL MUNDO

El sector industrial de polímeros es sumamente importante dentro de la economía de una nación, y se ha observado como se ha desarrollado en la mayoría de los países industrializados, como sucede en Estados Unidos, Japón, Alemania, Canadá, Francia y en los países que conformaban la antigua U.R.S.S. En suma, es tan trascendente el consumo percapita de plástico, que puede tomarse como índice de desarrollo de un país. [26]

Dos factores han sido fundamentales en el desenvolvimiento de la industria de los polímeros: la educación y la investigación científica. En los países desarrollados se ha cubierto prácticamente por completo el sector educación en el área de polímeros desde hace varios años al contar con numerosas universidades que ofrecen cursos sobre la materia. En cuanto a la investigación científica, la importancia de estos países puede comprobarse consultando una de las muchas revistas técnicas científicas especializadas

La bibliografía a nivel internacional sobre polímeros ha aumentado mucho en las últimas décadas [2], el Journal of Polymer Science, se ha dividido en varias secciones plenamente independientes. Han aparecido nuevas publicaciones, algunas bajo el patrocinio de alguna sociedad, este es el caso de la Macromolecules, patrocinada por la American Chemical Society. Publicaciones como Post-J, presenta 500 ejemplares de artículos sobre polímeros. La SPE (Sociedad de ingenieros en plástico), publica un catálogo cada seis meses sobre las publicaciones de libros y revistas que se escriben sobre plásticos y polímeros en general. Además destacan valiosas recopilaciones, como la Encyclopedia of Polymer Science and Technology y el Modern and Plastics Encyclopedia.

### 3.2.1 INSTITUCIONES QUE OFRECEN ESTUDIOS DE ESPECIALIDAD Y POSGRADO EN ESTADOS UNIDOS, INGLATERRA, FRANCIA, ESPAÑA, JAPON Y ALEMANIA.

Los países que han sido tradicionalmente los líderes en la capacitación de personal en esta área son Estados Unidos, Francia, Alemania e Inglaterra. Recientemente España y Japón han empezado a ofrecer programas de estudios en el área de polímeros.

Es muy importante señalar el contraste que existe en cuanto al número de instituciones que ofrecen especialidades o posgrados en el área de las macromoléculas en estos países y sobre todo el apoyo que dan al desarrollo de investigaciones.

En el anexo se encuentra una lista con las Universidades Extranjeras que ofrecen especialidades en Polímeros; y a continuación se presenta un recuento de la información obtenida en las Embajadas de dichos países.

#### NUMERO DE INSTITUCIONES

Estados Unidos	56
Alemania	25
Japón	25
Francia	18
Reino Unido de Gran Bretaña	9
Canadá	2
España	1

#### NIVEL DE ESTUDIOS

	Diplomado	Especialidad	Maestría	Doctorado	Total
E.U.	-	53	35	32	120
INGLATERRA	4	-	11	6	20
CANADA	-	-	2	2	2
ESPAÑA	-	1	-	-	1

En los Estados Unidos existen más de 120 alternativas para los estudiantes que desean profundizar sus conocimientos en el área de polímeros (24), estas se pueden clasificar de acuerdo a los diferentes niveles como se observa en la siguiente tabla:

N I V E L	# DE UNIVERSIDADES
ESPECIALIDAD	53
MAESTRIA	35
DOCTORADO	32
TOTAL	120

Las diferentes áreas a las que se enfocan estos estudios, se pueden ver en las siguientes tablas:

#### E S P E C I A L I D A D E S

A R E A	PORCENTAJE
Especialidad en Polímeros (Area Ing. Química)	37.73 %
Especialidad en Procesamiento de Polímeros (Area I.Q.)	11.32 %
Especialidad en Polímeros (Area de Materiales)	5.66 %
Especialidad en Polimerización (Area de I.Q.)	3.77 %
Especialidad en Ingeniería de Polímeros (Area I.Q.)	3.77 %
Especialidad en Materiales Poliméricos	3.77 %
Especialidad en Polímeros (Area Ing. Mecánica)	3.77 %
Especialidad en Resinas Polyester	3.77 %
Especialidad en Plásticos Reforzados	1.89 %
Especialidad en Recubrimientos	1.89 %
Especialidad en Elastómeros	1.89 %
Especialidad en Membranas de Polímeros	1.89 %
Especialidad en Caracterización de Materiales	1.89 %
Especialidad en Polímeros (Area Ing. Civil)	1.89 %
Especialidad en Mecánica de Fluidos y Reología	1.89 %
Especialidad en Propiedades de Materiales Poliméricos	1.89 %
Especialidad en Química de Polímeros	1.89 %
Especialidad en Reciclaje de Polímeros	1.89 %
Especialidad en Polímeros de Empaque (Area de I.Q.)	1.89 %
Especialidad en Reactores de Polimerización	1.89 %
Especialidad en Adhesivos	1.89 %

## M A E S T R I A S

Maestría en Ciencias de Polímeros	45.71 %
Maestría en Ingeniería de Polímeros	20.00 %
Maestría en Química de Polímeros	8.57 %
Maestría en Macromoléculas	5.71 %
Maestría en Ciencias de Polímeros (Area Textil)	5.71 %
Maestría en Ingeniería de Plásticos (Area I.Q.)	2.86 %
Maestría en Procesamiento de Polímeros	2.86 %
Maestría en Ciencias de Plásticos de Ingeniería	2.86 %
Maestría en Polímeros y Recubrimientos	2.86 %
Maestría en Ciencias de Materiales poliméricos	2.86 %

## D O C T O R A D O S

Doctorado en Polímeros	46.88 %
Doctorado en Ingeniería de Polímeros	12.50 %
Doctorado en Química de Polímeros	9.38 %
Doctorado en Ciencias de Polímeros (Area Textil)	9.38 %
Doctorado en Macromoléculas	6.25 %
Doctorado en Procesamiento de Polímeros	3.13 %
Doctorado en Plásticos	3.13 %
Doctorado en Plásticos de Ingeniería	3.13 %
Doctorado en Polímeros y Recubrimientos	3.13 %
Doctorado en Materiales Poliméricos	3.13 %

En Gran Bretaña las opciones de estudio se pueden clasificar de acuerdo a la siguiente tabla:

Nivel	# de Universidades
Diplomados	4
Maestrias	11
Doctorados	6
TOTAL	20

Las diferentes áreas a las que se enfocan estos estudios, se pueden ver en las siguientes tablas:

#### DIPLOMADOS

Diplomado en Ingeniería de Polímeros.	75.0 %
Diplomado en Ciencia y Tecnología de Polímeros.	25.0 %

#### MAESTRIAS

Maestría en Ciencia y Tecnología de Polímeros.	36.4 %
Maestría en Ingeniería de Polímeros.	27.3 %
Maestría en Tecnología de Polímeros.	16.2 %
Maestría en Desarrollo y Procesamiento de Polímeros.	9.0 %
Maestría en Química de Polímeros y Aplicaciones.	9.0 %

#### DOCTORADOS

Doctorado en Tecnología de Polímeros.	33.3 %
Doctorado en Ciencia y Tecnología de Polímeros.	33.3 %
Doctorado en Química de Polímeros y Aplicaciones.	16.7 %
Doctorado en Desarrollo y Procesamiento de Polímeros.	16.7 %

Sobre los demás países no se dispone de información tan específica; en la lista que se presenta en el Anexo I se encuentran los temas de investigación de cada universidad, así como la información sobre las áreas de estudio que ofrece cada institución.

### 3.3 SITUACION ACTUAL EN MEXICO

El hecho de que la industria mexicana apoye a las universidades e instituciones de investigación, y colabore en la formación de recursos humanos especializados, es sumamente importante, ya que así se favorece la educación, se crean fuentes de trabajo, se descubren productos comerciales y se incrementa la eficiencia en la producción industrial, y poco a poco se optimizan los procesos.

Que la ciencia de los polímeros se haya forjado en la industria explica que la mayoría, si no la totalidad de los catedráticos de las facultades de química o ingeniería química de las universidades mexicanas desconozca la teoría de la ciencia de los polímeros. Esto se refleja en la ausencia de cursos sobre polímeros en los programas de estudio de esas carreras y, por supuesto en la falta de conocimientos que sobre las macromoléculas tienen los profesionistas recién egresados. Paradójicamente, la producción de polímeros supera con mucho a la de otros compuestos, tanto a nivel internacional como en el nacional, y es representativa del grado de desarrollo de un país.[7]

La industria Nacional se encuentra en la actualidad ante el reto de la Apertura Comercial y la agresiva competencia internacional que esta implica, en un mundo cada vez más estrechamente interrelacionado.

Para hacerle frente a este reto, se deben no sólo aprender a dominar los diferentes elementos que integran los complejos sistemas productivos y comerciales del mundo actual, sino también estar preparada para aprovechar las oportunidades que se abren en los rápidos avances científicos y tecnológicos que se están dando a nivel mundial, so pena de mantener para siempre nuestro atraso industrial.

De esta manera se busca requerir cada vez menos de la ayuda proveniente del exterior, la cual será cada vez más costosa y difícil de obtener.

En nuestro país, la industria de los polímeros, a pesar de la crisis económica se encuentra en expansión y representa fuentes de trabajo para diversos especialistas: técnicos, licenciados e ingenieros en química, maestros en ciencias y doctores.

Sin embargo, es necesario aumentar el número de profesionistas mexicanos especializados en polímeros para que la industria recurra cada vez menos al extranjero y se gane en independencia tecnológica [9].

En un estudio recientemente realizado por la Facultad de Química de la UNAM [8] se hace ver que para hacer frente a la demanda de profesionistas por parte de la industria química de ahora al año 2000, será necesario preparar un promedio anual de 5000 egresados de licenciatura en química e ingeniería química y 400 egresados a nivel maestría y doctorado. Las cifras anteriores contrastan con la producción actual de 2500 a nivel licenciatura y poco más de 100 egresados a nivel posgrado, de los cuales solamente cinco obtienen el doctorado.

Además es importante aclarar que el tipo de preparación que ofrecen las universidades y tecnológicos en general en relación con la química ha sido la formación de ingenieros químicos y químicos "universalistas", es decir, profesionales con una formación básica en química, fisicoquímica, operaciones unitarias, etc., con la cual se sientan las bases para la comprensión universal de los diversos aspectos de la industria química; de esta manera la misión de la universidad es preparar individuos con formación "universal" e información básica que les permita incursionar con éxito en cualquier actividad específica en el futuro, quedando como responsabilidad de la industria la especialización del profesional de acuerdo a sus necesidades particulares.

El problema radica en que las industrias, firmas de ingeniería, laboratorios, universidades y empresas gubernamentales exigen que el aspirante a un puesto en su corporación tenga conocimientos más específicos en el área determinada (esto es que tenga cierta experiencia, o un grado de especialización o que esté dispuesto a invertir de 2 a 5 años en especializarse en las áreas en que la empresa lo requiera si es que aspira a progresar profesional y económicamente); esto se debe a que las empresas se enfrentan a la competencia internacional y el costo que implica la capacitación y especialización de los recién egresados es sumamente grande tanto en recursos materiales como en tiempo.

Sin embargo, de acuerdo al reporte de resultados de la investigación realizada por el IMIQ (Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos)[35], se ha podido observar que la licenciatura de Ingeniería Química se ha venido separando y que han aumentado las especialidades, hasta llegar al presente a una producción de 60% de Ingenieros Químicos y 40% de I.Q. con alguna de las doce especialidades manejadas por la dirección general de profesiones. Así mismo, se menciona que las licenciaturas reportadas en las estadísticas estudiantiles del ANUIES y en las 30 universidades mexicanas fueron:

- Ingeniero Químico
- Ingeniero Químico Metalúrgico
- Ingeniero Químico Petrolero
- Ingeniero Químico en Sistemas
- Ingeniero Químico Industrial
- Ingeniero Químico Administrador
- Ingeniero Químico Industrial Químico
- Ingeniero Químico Bromatólogo
- Ingeniero Químico Farmacéutico
- Ingeniero Químico Agroindustrial
- Ingeniero Químico en Procesos Petroquímicos
- Ingeniero Químico en Alimentos

Otro de los graves problemas que se presentan en países como México, es el fenómeno conocido como " Fuga de Cerebros", dado el gran número de estudiantes con posgrado que deciden no regresar a su país de origen debido a los bajos salarios y a las pobres expectativas de desarrollo científico. Esto ocasiona que el lograr especialistas sea un proceso lento, caro y peligroso, a diferencia de lo que sucede en los países desarrollados.

Un fenómeno muy frecuente que se da en las industrias del área de polímeros es la adquisición de tecnología extranjera y su posterior "adaptación" al mercado y a las condiciones geográficas nacionales. Son también muy frecuentes los problemas ocasionados por haber realizado una mala adaptación de estos procesos, que después se traducen en baja calidad de los productos nacionales, en gastos para contratar asesoría tecnológica extranjera, en tiempo para encontrar las fallas, en inversión de recursos en el rediseño de las plantas de producción, etc.

El problema principal de la dependencia tecnológica no radica en el hecho de importar Tecnología, o en su costo, sino en la falta de capacidad para asimilar, reproducir, adaptar y mejorar la tecnología adquirida.

En el censo universitario latinoamericano de 1981 se menciona que el desarrollo de la industria de los polímeros ha requerido de numerosos recursos humanos, principalmente de químicos e ingenieros químicos. Sin embargo, en los países latinoamericanos, el raquitismo de los programas de estudio sobre polímeros en las universidades ha sido demostrado en estudios recientes que muestran que de 112 instituciones encuestadas únicamente seis universidades ofrecían algún curso introductorio a nivel de licenciatura y casi todos ellos de carácter teórico, sin ofrecer al estudiante la oportunidad de experimentar en este campo.[8]

Hasta hace unos cuantos años, gran parte de los estudiantes que desean especializarse o bien obtener un grado en el campo de los polímeros, se ven en la necesidad de viajar fuera del Valle de México o en su defecto al extranjero, a países que han sido tradicionalmente líderes en la capacitación de este tipo, como los mencionados anteriormente.

En México la situación educativa en esta área ha sido analizada a través de diversos seminarios y congresos en los cuales se ha puesto de manifiesto la ausencia de programas integrados en este campo [9]. Sin embargo, es importante destacar que al paso del tiempo cada vez son más las instituciones que, concientes de los problemas que vive la industria nacional, como baja productividad y calidad que no le permiten competir en el mercado internacional por falta de recursos humanos bien preparados, ofrecen nuevas alternativas a diferentes niveles educativos para colaborar en el desarrollo cada vez más acelerado de la industria de los polímeros

Dentro de las instituciones donde se llevan a cabo investigaciones en Polímeros se pueden mencionar :

El Instituto Mexicano del Petróleo  
El Centro de Investigación en Química Aplicada  
El Instituto Mexicano de Investigación Tecnológica  
Los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial  
Facultad de Química UNAM  
Centro de Investigación de Materiales UNAM

Además existen diversas asociaciones que agrupan a personas o empresas relacionadas con el área de los polímeros y que se encargan de elaborar estadísticas de este sector y de mantener actualizados a sus miembros, entre estos se pueden citar:

Asociación Nacional de la Industria Química A. C.  
Asociación Nacional de la Industria del Plástico A. C.  
Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos  
Instituto Mexicano del Plástico Industrial  
Grupo hulero Mexicano  
Asociación Nac. de Fabricantes de Pinturas y Tintas A.C.  
Sociedad de Ingenieros en Plástico.

Todas estas asociaciones fueron consultadas para la elaboración del presente trabajo, y su respuesta fue muy motivante, debido a la amplia colaboración que ofreció cada una de ellas.

### 3.3.1 CARRERAS Y MAESTRIAS EN LA REPUBLICA MEXICANA.

A continuación se presenta una lista de las instituciones mexicanas que ofrecen estudios relacionados con la ingeniería química en polímeros en los diferentes niveles educativos que existen en nuestro país.

#### NIVEL TECNICO:

- \* PROFESIONAL TECNICO EN MANUFACTURA DE ARTICULOS DE PLASTICO:  
CONALEP ( COLEGIO NACIONAL DE EDUCACION PROF TECNICA )
- \* TECNICO EN PLASTICOS  
VOCACIONAL NARCISO BASSOLS (IPN).

#### NIVEL LICENCIATURA:

- \* INGENIERIA QUIMICA. SUBSISTEMA POLIMEROS  
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA  
IMPLANTADA EN 1989
- \* INGENIERIA QUIMICA INDUSTRIAL ESPECIALIDAD EN  
POLIMEROS  
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
EN PROCESO DE IMPLANTACION
- \* LICENCIATURA EN POLIMEROS  
PROPUESTA AL ADIMIQ
- \* CURSOS OPCIONALES EN POLIMEROS  
FACULTAD DE QUIMICA DE LA UNAM  
ESCUELA DE QUIMICA DE LA ULSA

#### NIVEL POSGRADO

##### DIPLOMADOS:

- \* DIPLOMADO EN POLIMEROS  
CIQA ( CENTRO DE INVESTIGACION EN QUIMICA  
APLICADA )
- \* ESPECIALIDAD EN POLIMEROS  
CIQA ( CENTRO DE INVESTIGACION EN QUIMICA  
APLICADA )

**MAESTRIAS:**

- \* MAESTRIA EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE POLIMEROS  
Facultad de Ciencias Químicas,  
Universidad Autónoma de Coahuila.  
Saltillo, Coahuila.
- \* MAESTRIA EN CIENCIA DE POLIMEROS  
Universidad de Sonora,  
Hermosillo Sonora.
- \* MAESTRIA EN FISICA DE POLIMEROS  
Universidad Autónoma Metropolitana,  
D.F.
- \* MAESTRIA EN CIENCIAS QUIMICAS (FISICOQUIMICA)  
Facultad de química UNAM,  
D.F.
- \* MAESTRIA EN INGENIERIA QUIMICA (ORIENTACION POLIMEROS)  
Facultad de Química, UNAM:  
D.F.
- \* MAESTRIA EN FISICA DE MATERIALES  
Facultad de ciencias, UNAM;  
D.F.
- \* MAESTRIA EN FISICA DE MATERIALES  
Facultad de ciencias, UNAM;  
D.F.
- \* MAESTRIA EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA  
Universidad de Guadalajara;  
Guadalajara, Jalisco
- \* MAESTRIA EN CIENCIA DE LOS MATERIALES  
Universidad Regiomontana;  
Monterrey, Nuevo Leon
- \* MAESTRIA EN CIENCIA DE LOS MATERIALES  
Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN;  
D.F.

### 3.3.2 PLANES DE ESTUDIO

A nivel técnico existió una carrera técnica en plásticos impartida por el CENETI ( Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial ) entre 1970 y 1982; ésta carrera estaba patrocinada por el gobierno Alemán, lo que permitía a los egresados la posibilidad de complementar su educación en ese país y por lo tanto tenía un prestigio muy reconocido , sin embargo, por problemas administrativos con el gobierno mexicano se suspendió el convenio y sus instalaciones pasaron al IPN en particular al ESIME (Escuela Superior de Ingeniería Mecánica) y dejaron de impartirse algunas carreras.

El programa de estudios que ofrecía el CENETI para la carrera de Ingeniería Industrial con especialidad Técnica en Procesos de Manufactura de Artículos de Plástico, se presenta a continuación en forma condensada; sólo se incluyen las materias relacionadas con la especialidad y una breve descripción.

#### PLASTICOS I :

- Antecedentes
- Historia de los plásticos
- Generalidades
- Situación actual de la Industria del Plástico
- Identificación de plásticos

#### PLASTICOS II :

- Química de Polímeros
- Propiedades Fundamentales (Mecánicas, Térmicas, Químicas, Ópticas, Eléctricas).
- Transiciones en Polímeros (Termodinámica , Temperatura de transición vítrea, Temperatura de fusión)
- Correlaciones tiempo-temperatura
- Viscoelasticidad en polímeros
- Correlaciones Estructura-Propiedades

#### PLASTICOS III :

- Procesos de Obtención y Transformación del Plástico.  
(Extrusión, Inyección, Soplado, etc.)
- Moldes (incluyendo prácticas de taller para la construcción de moldes)
- Instrumentación y Control

PLASTICOS IV :

- Análisis de un caso práctico (Especialización en un proceso).  
Estudio de Factibilidad Económico.

Actualmente el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) dentro de el área industrial ofrece la carrera de Profesional Técnico en Manufactura de Artículos de Plástico con el siguiente plan de estudios:

PRIMER SEMESTRE

Introducción a la carrera  
Taller de Lectura y Redacción  
Matemáticas I  
Química I  
Dibujo Técnico I  
Actividades Técnicas Aplicadas I

SEGUNDO SEMESTRE

Tecnología y Cultura en México  
Matemáticas II  
Química II  
Física  
Dibujo Técnico II  
Actividades Técnicas Aplicadas II

TERCER SEMESTRE

Interdependencia Tecnológica  
Actualidades de la Ciencia I  
\* Química de Polímeros  
\* Plásticos I  
\* Procesos de Transformación I  
Organización del Trabajo I

CUARTO SEMESTRE

Necesidades Sociales y Desarrollo Económico  
Actualidades de la Ciencia II  
\* Plásticos II  
\* Procesos de Transformación II  
Manejo de Materiales  
Organización del Trabajo II  
Idioma Extranjero I

#### QUINTO SEMESTRE

- Productividad y Organización para la Producción
- \* Plásticos III
- \* Procesos de Transformación III
- Estimación de Costos
- Higiene y Seguridad
- Metodología de Proyectos
- Idioma Extranjero II

#### SEXTO SEMESTRE

- Relaciones Humanas en el Trabajo
- Seminario de Titulación
- \* Procesos de Transformación IV
- \* Control de Calidad en Plásticos
- Planeación y Control de la Producción
- Mantenimiento de Equipo
- Idioma Extranjero III

- \* Materias enfocadas al área de plásticos y polímeros

La información general que ofrece el CONALEP [23] como Perfil del Profesional Técnico en Manufactura de Artículos de Plástico es la siguiente:

"En la actualidad, las necesidades humanas exigen que la utilización de los artículos de plástico sea cada vez mayor. Esta es la era del plástico, de ahí que la preparación de recursos humanos calificados en esta especialidad sea una meta fundamental. Es aquí donde el Profesional Técnico en Manufactura de Artículos de Plástico tiene participación ya que cuenta con los conocimientos suficientes acerca del desarrollo de los plásticos así como de las diferentes técnicas y procesos de transformación. El campo de trabajo en esta área incluye empresas transformadoras de plásticos, fabricas de juguetes e industria automotriz, del calzado, eléctrica y de telecomunicaciones."

## ACTIVIDAD PROFESIONAL

De acuerdo a su preparación, el Profesional Técnico:

- Identifica y selecciona el material adecuado para la fabricación de artículos de plástico.
- Selecciona y aplica los procesos adecuados para la transformación y fabricación de artículos plásticos.
- Participa en la preparación de moldes y modelos para la fabricación de productos plásticos.
- Participa en la planeación y control de la producción.

En la Vocacional Narciso Bassols del I.P.N. se imparte la Carrera Técnica en Plásticos con el siguiente plan de estudios:

### PRIMER SEMESTRE :

Matemáticas I  
Dibujo Técnico I  
Biología  
Taller de Lectura y Redacción  
Métodos de Investigación  
Introducción a las Ciencias Sociales  
\* Tecnología de Plásticos  
\* Taller de plásticos reforzados

### SEGUNDO SEMESTRE :

Matemáticas II  
Dibujo Técnico II  
Taller de Lectura y Redacción II  
Métodos de la Investigación II  
Historia de México I  
\* Equipos y Procesos de Transformación I  
\* Taller de Máquinas de Transformación I

**TERCER SEMESTRE :**

Matemáticas III  
Física II  
Química I  
Lengua Adicional al Español I  
Historia de México II  
Tecnología de Máquinas  
Taller de Máquinas y Herramientas  
\* Equipos y Procesos de Transformación II  
\* Taller de Máquinas de Transformación II

**CUARTO SEMESTRE :**

Matemáticas IV  
Física II  
Química II  
Lengua Adicional al Español II  
Estructuras Socio-económicas de México  
Electrotécnica  
\* Moldes Cabezales y Equipo Auxiliar  
\* Taller de Moldes y Matrices

**QUINTO SEMESTRE :**

Matemáticas V  
Física III  
Química III  
Computación I  
Filosofía  
\* Control de Calidad  
\* Laboratorio de Control de Calidad

**SEXTO SEMESTRE :**

Matemáticas VI  
Física IV  
Química IV  
Computación II  
Psicología  
\* Química de los Plásticos  
\* Diseño de Artículos con Materiales Plásticos

\* Materias específicas del área técnica.

A nivel licenciatura son escasas las Universidades que ofrecen cursos sobre polímeros, destacando la Facultad de Química de la UNAM y la Escuela de Química de la ULSA con materias optativas (Plásticos y silicones, Polímeros I y II), y actualmente las materias optativas de polímeros I y II, del plan ULSA; así como la ESIIQIE (Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), que desde 1971 imparte algunos cursos opcionales en macromoléculas, y donde a partir de 1989 se propuso un proyecto de especialización en el área de polímeros.

A continuación se presenta el programa condensado de los cursos Polímeros I y II de acuerdo al plan UNAM, y de acuerdo al plan ULSA:

**PLAN UNAM:**

Nombre de la Asignatura: POLIMEROS I

Créditos: 8 (Teoría: 3, Práctica: 2)

UNIDAD	TEMAS	# DE HORAS
1	Macromoléculas en solución	4
2	Peso Molecular y su distribución.	4
3	Determinación de la microestructura de los polímeros	8
4	Propiedades Térmicas	8
5	Reología de polímeros. Propiedades viscoelásticas	8
6	Procesamiento de Polímeros: Extrusión, Inyección y Termoformado.	8
7	Propiedades eléctricas de los polímeros.	8
8	Propiedades mecánicas de los polímeros.	8

Nombre de la Asignatura: POLIMEROS II

Créditos: 8 (Teoría: 3, Práctica: 2)

UNIDAD	TEMAS	# DE HORAS
1	Clasificación de Macromoléculas	3
2	Polimerización por etapas	8
3	Polimerización por radicales libres	10
4	Técnicas de polimerización	10
5	Polimerización estereoespecífica	6
6	Industrias de Plásticos	10
7	Análisis integral de procesos de polimerización	6

**PLAN ULSA :****Materia : POLIMEROS I**

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, el alumno comprenderá los métodos de polimerización y caracterización de los polímeros más comunes.

<b>UNIDAD</b>	<b>TEMAS</b>	<b># DE HORAS</b>
1	Introducción (conceptos básicos, síntesis de polímeros, nomenclatura, peso molecular, forma y tamaño, elastómeros, fibras y plásticos).	2
2	Polimerización (Tipos y caracterización, polimerización por pasos (Step-growth), radicales libres, iónica y copolimerización).	8
3	Estereoquímica de Polímeros (orientación, configuración, isomerismo. Polimerización catiónica y aniónica, catalizadores Ziegler-Natta. Naturaleza de los catalizadores y centros activos. Mecanismos bimetalico y monometalico).	6
4	Polímeros en solución (termodinámica, equilibrio de fases, fraccionamiento, solubilidad).	4
5	Caracterización (Peso molecular, presión osmótica, rayos X, viscosidad, dimensiones, RMN, infrarrojo, análisis térmico).	6
6	Estados (Estado cristalino y amorfo, elastómeros)	8
7	Propiedades Mecánicas (modelos mecánicos, métodos experimentales).	8
8	Relaciones estructura-propiedades (Control de la temperatura, plastificantes, cristalinidad y propiedades mecánicas, aplicaciones: fibras, elastómeros y plásticos).	6

Materia : POLIMEROS II

Objetivo General: Al finalizar el curso, el alumno comprenderá los aspectos fundamentales de las principales técnicas de procesamiento de polímeros, analizando la maquinaria y equipo, moldes o dados, variables específicas de procesado y control de procesos.

UNIDAD	TEMAS	n DE HORAS
1	Viscosidad e Introducción a la Reología (Modelos simples de flujo para plásticos, modelos complejos, descripción, mediciones de la viscosidad y otras propiedades de flujo. Tipos de viscosidad).	12
2	Moldeo por inyección (Introducción, tipos de máquina de inyección, control de la temperatura, teoría del moldeo por inyección, propiedades de flujo, llenado del molde, control de las máquinas de inyección.	9
3	Moldeo por compresión y transferencia (descripción de los procesos, consideraciones teóricas y de diseño, maquinaria y equipo, tipos de moldes)	5
4	Extrusión (Tipos de extrusores y diseño, plastificación y fundido, consideraciones teóricas, control, coextrusión, extrusoras de husillo múltiple).	9
5	Moldeo por Termoformado ( Conceptos básicos, maquinaria de termoformado, moldes, variables de proces y equipo).	5
6	Moldeo por soplado ( Consideraciones teóricas, equipos, materiales y variables de proceso).	4
7	Calandreo (Tipos de mezcladores, equipo de calandreo, descripción del proceso, materiales, control).	4

La Universidad Iberoamericana implantó en este año la orientación en Polímeros para la carrera de Ingeniero Químico, como resultado de la revisión de su plan de estudios, que incluye cinco materias cuyos temarios se presentan a continuación:

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA. SUBSISTEMA DE POLIMEROS.

MATERIA : INTRODUCCION A LA CIENCIA DE LOS POLIMEROS.  
(SINTESIS DE POLIMEROS)

Se deberán cubrir aspectos básicos sobre lo que son los polímeros y la química involucrada en su elaboración.

OBJETIVOS:

- 1.- Conocer e identificar los diferentes tipos de polímeros por su estructura y comportamiento.
- 2.- Conocer las reacciones, mecanismos y técnicas para la síntesis de polímeros.

TEMAS PRINCIPALES:

- 1.- Introducción, Conceptos fundamentales y definiciones.
- 2.- Estructuras Básicas de polímeros.
- 3.- Reacciones de polimerización : radicales libres, policondensación, copolimerización.
- 4.- Técnicas de polimerización (masa, solución, suspensión, dispersión).
- 5.- Degradación y Estabilización.

MATERIA : PROPIEDADES DE MATERIALES POLIMERICOS.  
(CARACTERIZACION DE POLIMEROS)

Se deberán cubrir aspectos fundamentales de termodinámica de polímeros como fundamento a las técnicas de caracterización para conocer la estructura y las propiedades de los materiales poliméricos.

**OBJETIVOS:**

- 1.- Aplicar los principios de la fisicoquímica en la caracterización de polímeros.
- 2.- Conocer las principales técnicas de caracterización de polímeros para determinar su estructura y sus propiedades.

**TEMAS PRINCIPALES:**

- 1.- Configuración, Conformación y estereoregularidad.
- 2.- Fisicoquímica de soluciones de polímeros.
- 3.- Caracterización de estructuras de polímeros.
- 4.- Relaciones estructura - propiedades (mecánicas, ópticas, eléctricas).

**MATERIA : REOLOGIA Y PROCESADO DE POLIMEROS.**

Se deberá de tratar de ligar la reología con los procesos finales de transformación de plásticos.

**OBJETIVOS:**

- 1.- Describir la reología, el comportamiento viscoelástico y las variables que influyen durante el procesamiento de los polímeros.
- 2.- Describir los diferentes procesos de transformación utilizados en la fabricación de piezas plásticas.

**TEMAS PRINCIPALES:**

Comportamiento viscoelástico, Relación entre reología y propiedades mecánicas, Moldeo (compresión, inyección), Extrusión, Otros métodos de procesamiento, Fibras textiles sintéticas, Elastómeros, Resinas Reforzadas.

**MATERIA : LABORATORIO DE POLIMEROS Y PLASTICOS.**

El contenido de esta materia busca ofrecer prácticas con un equilibrio adecuado entre síntesis y caracterización; aunque su contenido no ha sido estipulado aún.

**MATERIA : TEMAS SELECTOS DE POLIMEROS.**

Esta materia se presta para ser estructurada bajo la forma de seminarios impartidos por especialistas en las diferentes Áreas de polímeros.

El proyecto de especialización en el Área de polímeros en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional surgió a raíz de un trabajo de reestructuración y actualización de los programas existentes, realizado en 1989 por el personal docente del departamento de Química Orgánica.

La materia de Polímeros se viene impartiendo en la Licenciatura de Ingeniería Química Industrial de la ESIQIE, desde 1971 en calidad de materia electiva, junto con otras materias afines como: Elastómeros y, Pinturas y Recubrimientos.

Los cursos se impartían a nivel teórico exclusivamente quedando ubicada la materia de Polímeros en el 5o y 6o semestres respectivamente, dado que no se tenían los recursos físicos para desarrollar la parte experimental.

La actualización del programa incluyó la impartición de cursos en forma conjunta de destacados profesionistas del sector industrial en las áreas de Producción y Transformación de Polímeros; además de que varias industrias han dado facilidades para realizar visitas a sus plantas industriales y centros de investigación y desarrollo, lo que permite al alumno tener mayor contacto con los procesos y con el medio en el que va a actuar como profesionista.

Dentro de las actividades por desarrollar se cuentan el implementar un mayor número de prácticas, además se organizará en forma conjunta con el sector industrial lo referente a la estancia industrial programada para el noveno semestre; por otro lado se buscará contar con seminarios permanentes de actualización y se buscará apoyar la solicitud de becas de posgrado para los profesores y egresados, así como el apoyo empresarial para conseguir material de laboratorio adecuado.

A continuación se presenta el programa condensado de las cinco materias electivas que conforman la especialidad en polímeros en la ESQUIE :

### **I. QUIMICA DE LOS POLIMEROS**

**Objetivo :** Distinguir y nombrar los diferentes tipos de polímeros, naturales y sintéticos, por su estructura molecular y establecer la correlación de ésta con sus propiedades y reacciones.

**Contenido:**

1. Introducción a los polímeros
2. Síntesis de Polímeros
3. Reacciones de Polímeros
4. Polímeros inorgánicos, semiorgánicos y naturales

### **II. FISICOQUIMICA DE LOS POLIMEROS**

**Objetivo:** Analizar de acuerdo a la morfología y peso molecular, el comportamiento reológico de los polímeros del cual se deriva el criterio para su transformación. Así mismo establecer los principios termodinámicos y cinéticos que rigen la síntesis y procesos de estos materiales.

**Contenido:**

1. Peso molecular en los polímeros
2. Morfología de las macromoléculas
3. Reología
4. Principio de la Termodinámica en los polímeros
5. Cinética de las reacciones de polimerización

### **III. TECNOLOGIA DE POLIMEROS I**

**Objetivo:** Estudiar los diferentes procesos para la síntesis y formulación de polímeros empleados en plásticos, fibras, pinturas y adhesivos.

**Contenido:**

1. Procesos para la obtención de polímeros comerciales
2. Procesos para la formulación de polímeros
3. Tecnología de fibras, pinturas y adhesivos

#### IV. TECNOLOGIA DE POLIMEROS II

**Objetivo:** Distinguir y aplicar los diferentes procesos para la transformación y reciclado de polímeros termoplásticos y termofijos.

**Contenido:**

1. Procesos de Transformación de termoplásticos
2. Procesos de Transformación de termofijos
3. Reciclado de polímeros

#### V. TECNOLOGIA DE POLIMEROS III

**Objetivo:** Establecer los criterios para seleccionar, diseñar y caracterizar polímeros para usos específicos, así como analizar sus tendencias a mediano y largo plazo.

**Contenido:**

1. Aspectos económicos de la industria del plástico
2. Criterios de selección de polímeros
3. Diseño y acabado de artículos plásticos
4. Métodos para la identificación de polímeros
5. Caracterización y control de la calidad de los polímeros
6. Estancia industrial.

Existen también proyectos de implementación de cursos de macromoléculas en las licenciaturas de la Escuela de Ciencias Químicas de Universidad de Puebla.[7]

La propuesta se presenta condensada y se busca que atienda las necesidades actuales del país, a la educación que un profesionista químico debe recibir sobre la ciencia de las macromoléculas y a los conocimientos generales que la industria de los polímeros requiere.

CURSO DE MACROMOLECULAS PARA LA LICENCIATURA EN QUIMICA DE LA  
UNIVERSIDAD DE PUEBLA.

- I. Desarrollo de la teoría moderna de los polímeros (opcional)
- II. Conceptos Básicos.
- III. Peso molecular promedio, índice de polidispersidad, grado de polimerización.
- IV. Métodos de determinación de pesos moleculares.
- V. Síntesis de Polímeros.
- VI. Técnicas de polimerización.
- VII. Estructura y propiedades físicas en polímeros.
- VIII. Procesamiento de plásticos (Opcional)
- IX. Seminarios y conferencias.
- X. Visitas a industrias de polímeros.

El plan de estudios propuesto para la Licenciatura en Polímeros, en el X encuentro nacional AMIDIQ [21], se incluye a continuación:

INGENIERO EN POLIMEROS

Primer Semestre:

Química General  
Estática  
Álgebra  
Cálculo de una variable  
Computación

Segundo Semestre:

Química Inorgánica  
Dinámica  
Termodinámica Clásica  
Ecuaciones diferenciales  
Cálculo de varias variables  
Balances de Materia y Energía

Tercer Semestre:

Química Orgánica I  
Electricidad  
Equilibrio Física y Químico  
Fenómenos de Transporte  
Métodos Numéricos

Cuarto Semestre:

Química Orgánica II  
Física de Polímeros  
Fisicoquímica de Polímeros  
Estadística  
Reología  
Ingeniería Mecánica

Quinto Semestre:

Química de Polímeros I  
Transferencia de Calor  
Ingeniería eléctrica  
Procesos de Transformación de Polímeros I  
Identificación de Polímeros I

Sexto Semestre:

Química de Polímeros II  
Cinética de Polimerización  
Transferencia de masa  
Procesos de Transformación de Polímeros II  
Identificación de Polímeros II

Septimo Semestre:

Procesos Industriales  
Procesos de Polimerización I  
Ingeniería económica I  
Procesos de Transformación de Polímeros II  
Elastómeros

Octavo Semestre:

Fibras Sintéticas  
Procesos de Polimerización II  
Ingeniería Económica II  
Formulación de Polímeros  
Administración

Noveno Semestre:

Pinturas y adhesivos  
Materiales Compuestos  
Proyecto de Tesis

A nivel de grado, la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la UNAM ofrece dentro de su maestría en Química algunas materias optativas en macromoléculas, la Universidad Autónoma Metropolitana inició dentro de su programa de grado una Maestría en Física con especialidad en polímeros. Y ya se tienen dos maestrías en polímeros en nuestro país, impartidas por la Universidad Autónoma de Coahuila y por la Universidad Autónoma de Sonora.

Hasta hace un par de años la maestría ofrecida por la Universidad Autónoma de Coahuila estaba apoyada por el CIQA (Centro de Investigación en Química Aplicada) [ ], sin embargo ahora trabajan en forma independiente y el CIQA ofrece actualmente un curso de especialización y un Diplomado en Polímeros y tiene planes para abrir una maestría el año próximo. Al parecer el proyecto de especialización no ha tenido la respuesta esperada por la industria debido a que es impartido en Saltillo Coahuila y a todo lo que esto implica, sin embargo parece ser que el Diplomado ha sido todo un éxito.

A continuación se presentan los planes de estudio -a nivel maestría- que están enfocados al Área de polímeros y que se ofrecen en diferentes centros de estudio del país.

#### 1) DIPLOMADO EN POLIMEROS

El programa anual del Diplomado en Polímeros ha sido diseñado para contribuir a la capacitación del personal de la Industria en aspectos relevantes de la Ciencia y la Tecnología de Polímeros.

El programa funciona en sistema abierto, para ofrecer oportunidades de capacitación al personal de la Industria, sin alejarlo de sus actividades habituales.

## FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA :

- Al inscribirse el estudiante recibe el material de estudio y un exámen de autoevaluación.

- Después de algunas semanas asistirá a una conferencia de 7 horas en la que el instructor explicará todo el tema y contestará preguntas

- Durante la conferencia, el instructor resolverá el exámen y las dudas que hayan quedado.

## PROGRAMA SINTETICO DE LOS CURSOS :

### 1.- ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE POLIMEROS

- \* ¿ Qué son los polímeros ?
- \* ¿ CÓMO se sintetizan ? (Esto es importante para muchas de sus propiedades ?
- \* Homopolímeros y Copolímeros
- \* Tacticidad (Esto se requiere para comprender las propiedades del polipropileno)
- \* Polímeros Cristalinos vs Polímeros Amorfos (Esencial para el polietileno)
- \* Temperatura Vitrea
- \* Estructura, Propiedades y Aplicaciones de POLIETILENO, POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO (PVC se trata en el curso 4).

### 2.- CARACTERIZACION DE POLIMEROS

- \* Viscosimetría.
- \* Osmometría.
- \* Ebulloscopia y Crioscopia.
- \* Titulación de grupos funcionales.
- \* Dispersión de la luz.
- \* Ultracentrifugación.
- \* Cromatografía de permeación en gel.
- \* Análisis Térmico.

Se describen las técnicas y su interpretación. Todo esto es importante para saber como son las cadenas poliméricas y poder predecir sus propiedades y su comportamiento en el procesado.

Los conocimientos adquiridos en este curso sirven de base para entender de manera más completa los procesos de síntesis, caracterización y transformación.

### 3.- PROPIEDADES FISICAS DE POLIMEROS

Se describen las técnicas para la determinación de las siguientes propiedades de polímeros:

#### \* PROPIEDADES MECANICAS.

- Tensión-Elongación. Rigidez
- Compresión.
- Flexión.
- Deformación bajo carga estática.
- Impacto.
- Dureza.
- Fatiga.
- Relajación de esfuerzos.

#### \* RESISTENCIA QUIMICA.

#### \* PROPIEDADES TERMICAS.

- Temperatura de fusión.
- Temperatura vítrea.
- Temperatura de deformación bajo carga.
- Efecto de la temperatura sobre las propiedades mecánicas.

#### 4.- ADITIVOS PARA POLIMEROS

El curso está enfocado al PVC, pero casi todos los aditivos para PVC, se aplican a los demás polímeros.

Los aditivos que se estudian son:

- \* Antioxidantes.
- \* Fotoprotectores.
- \* Estabilizadores Térmicos.
- \* Modificadores de Impacto.
- \* Lubricantes.
- \* Ayudas de Proceso.
- \* Plastificantes.
- \* Retardadores de Combustión.
- \* Espumantes.
- \* Rellenos y Reforzantes.

Se enfatizan los mecanismos de acción de los aditivos, se mencionan ejemplos y muchas formulaciones para el PVC.

#### 5.- PROPIEDADES DE FLUJO Y EXTRUSION

Se describe el comportamiento de flujo de los polímeros fundidos. Este comportamiento es esencial para manejar adecuadamente los procesos de transformación.

- \* Fluidos Newtonianos y No Newtonianos.
- \* Flujo de Presión y Flujo de Arrastre.
- \* Reometría Capilar. Curvas de Flujo.
- \* Diseño de datos para extrusión.
- \* Flujo en el Extrusor y Flujo en el Dado.
- \* Problemas de hinchamiento y distorsión en el extruido, fractura del fundido, origen y solución de estos problemas.
- \* Extrusión en monohusillo y doble husillo.
- \* El proceso de coextrusión.

Aunque se presentan las derivaciones en el texto (material de estudio) el curso es esencialmente descriptivo.

## 6.- POLIETILENO

El polietileno no sólo es el polímero de mayor consumo en el mundo, sino también el que se conoce más profundamente y al estudiarlo, se aprende mucho acerca de los polímeros en general.

El curso tiene tres partes:

### I.- ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LOS POLIETILENOS.

- a) Los ramificados de baja densidad.
- b) Los lineales de baja densidad.
- c) Los lineales de alta densidad.

Se describen muy brevemente las técnicas comerciales para producirlos, porque eso explica las propiedades que tienen y por supuesto, su estructura morfológica (la forma de sus cadenas).

En esta parte también se habla de la caracterización de los polietilenos y los aditivos que se requieren. Se trata el importante tema: FALLAS POR AGRIETAMIENTO (STRESS CRACKING) y como resolverlo.

### II.- PROPIEDADES DE FLUJO DE LOS POLIETILENOS

- a) Procesos de mezclado para incorporar cargas.
- b) Procesos para mezclar polietilenos con otros polímeros.
- c) Reometría. Curvas de Flujo.
- d) Índice de Fluidéz. Valor de la Prueba y sus limitaciones.
- e) Extrusión de polietilenos:
  - Ramificados de baja densidad.
  - Lineales de baja densidad.
  - Lineales de alta densidad.
- f) Control del proceso.
- g) Problemas y soluciones.

### III.- PROPIEDADES FISICAS DE LOS POLIETILENOS.

- a) ¿ Cómo se realizan ?
- b) ¿ Cómo se interpretan ?

### 7.- POLIMEROS DE INGENIERIA

Estos son polímeros con propiedades :

- Eléctricas
- Mecánicas
- Térmicas
- De resistencia química y ambiental.

muy superiores a las de los polímeros comunes. Se les usa para substituir, cerámicas (vidrio) y madera, en aplicaciones de alta exigencia en propiedades.

Se discuten las propiedades de los polímeros en estado sólido y después se describen los polímeros de ingeniería:

- \* Poliamidas
- \* Poliesteres
- \* Poliacetales
- \* Policarbonatos
- \* Polioxido de Fenileno
- \* Polisulfuro de Fenileno
- \* Poliestercetona

## 8.- VULCANIZACION DE HULES

Descripción general de los hules.

- \* Hule Natural
- \* Hule de Estireno-Butadieno
- \* Hule Butilo
- \* Hule Poli-isopreno
- \* EPM y EPDM (Etileno Propileno)
- \* IIR (Isobutileno-butadieno)
- \* NBR (Acrilonitrilo-butadieno)
- \* Neopreno (Policloropreno)

En cada caso:

- Síntesis
- Estructura
- Propiedades
- Vulcanización
- Aplicaciones

## 9.- MEZCLADO Y EXTRUSION

- \* Concentrados y compuestos.
- \* El proceso de mezclado. Técnicas y Equipos.
- \* El proceso de Extrusión
  - Películas sopladas
  - Películas y placas de dados planos
  - Perfiles
  - Tuberías
  - Recubrimientos de cables
  - Peletización
- \* Control del proceso
- \* Problemas de extrusión y sus soluciones

## 10.- MOLDEO POR INYECCION.

\* Descripción de los termoplásticos en términos de las propiedades de interés en el moldeo por inyección.

- \* Descripción general de las máquinas y de los moldes.
- \* Condiciones de operación y control del proceso.
- \* Problemas de moldeo y posibles soluciones.

Se recomienda que los que se inscriben en el Diplomado en Polímeros, sean profesionistas con título de Químico, Físico o Ingeniero Químico.

### VENTAJAS DEL SISTEMA:

- Las personas sólo invierten un día por mes en la Conferencia. El resto es estudio personal en su tiempo libre.
- Este método es muy participativo, requiere mucho esfuerzo personal, es muy motivante y asegura el aprendizaje detallado y completo del tema.

El Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) es una institución que realiza investigación y desarrollo en Tecnología de Hules y Plásticos y en Aditivos de Polímeros.

### II) ESPECIALIZACION EN POLIMEROS Y PROCESOS QUIMICOS,

**OBJETIVO:** Especializar en Polímeros o en Procesos Químicos a profesionistas que estén trabajando en Empresas o que sean candidatos para contratación.

La especialización comprende :

- a) Tres cursos formales de cada área.
- b) Participación en proyectos de investigación durante seis meses.

El área de estudios se elegirá entre las siguientes:

- Tecnología de Polímeros.
- Reacciones Heterogéneas.
- Operaciones Unitarias.

DURACION DEL PROGRAMA : 6 meses

LUGAR : C.I.Q.A. Saltillo, Coahuila.

#### PLAN DE CURSOS (AREA DE POLIMEROS):

- Estructura y Propiedades
- Reología y Procesado.
- Aditivos. Concentrados y Compuestos.

Cada uno de los cursos anteriores será de 45 horas clase, en sesiones semanales de tres horas.

#### ENTRENAMIENTO EXPERIMENTAL

En la especialización, el entrenamiento experimental se hará mediante la participación en proyectos de investigación para que las personas aprendan:

- Los fundamentos de las técnicas experimentales.
- La operación de los equipos y el control de su funcionamiento.
- El manejo de los datos y la interpretación de los resultados.
- La metodología de la investigación.

" El Centro de Investigación en química aplicada tiene como misión: Satisfacer las demandas tecnológicas de la Industria Química, en lo que respecta a procesos, productos y formación de Recursos Humanos en la áreas de Polímeros y Aditivos."

Se cuenta con sesenta investigadores, muchos de ellos con amplia experiencia docente; equipos para: Análisis y Pruebas Caracterización de Polímeros, Estudios Reológicos, Mezclado, Extrusión e Inyección, Operaciones Unitarias, Reactores Piloto, y una biblioteca muy completa en polímeros y en Ingeniería Química y se tiene el sistema SECOBI para obtener la información por computadora.

### III) MAESTRIA EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE POLIMEROS

Facultad de Ciencias Químicas,  
Universidad Autónoma de Coahuila.  
Saltillo, Coahuila.

**Objetivos:** Formar profesionistas capaces de desarrollar o adaptar las tecnologías para la producción y/o procesamiento de materiales poliméricos mediante un plan de estudios diseñado en función de las necesidades de los sectores de Investigación, Industrial y Educación Superior del país.

**Contenido:** La maestría incluye nueve cursos y una tesis, siendo obligatorio cursar y aprobar cada uno de ellos. No hay cursos optativos actualmente.

ASIGNATURAS	HORAS POR SEMANA		CREDITOS
	TEORIA	PRACTICA	
<b>PRIMER SEMESTRE:</b>			
Química de Polímeros	4	4	12
Matemática de polimeros	3	0	6
Fisicoquímica de polimeros	3	4	10
<b>SEGUNDO SEMESTRE:</b>			
Formulado de polimeros	3	4	10
Reología de polimeros(*)	3	4	10
Análisis y pruebas de polimeros	3	4	10
<b>TERCER SEMESTRE:</b>			
Tecnología de polimeros(**)	4	4	12
Propiedades Físicas de polimeros	3	4	10
Seminario	3	0	6
		<b>Créditos totales</b>	<b>86</b>
(*) Requiere haber aprobado Matemáticas			
(**) Requiere haber aprobado Reología			

#### TESIS

La tesis es el reporte de un trabajo de investigación. Se recomienda que los estudiantes de tiempo completo comiencen ese trabajo de investigación durante el segundo semestre.

## CONTENIDO DE LOS CURSOS.

### QUIMICA DE POLIMEROS.

1. La estructura de los polímeros. Fuerzas intermoleculares. Ejemplos de Polímeros sintéticos. Homopolímeros y Copolímeros.
2. Tacticidad. Polímeros cristalinos vs Polímeros amorfos.
3. Los factores estructurales que determinan el grado de cristalinidad.
4. Los factores cinéticos que controlan la cristalización.
5. La temperatura de transición vítrea.
6. Estructura, propiedades y aplicaciones de algunos polímeros y sus copolímeros:
  - Polietilenos
  - Polipropileno
  - Policloruro de Vinilo
  - Poliestirenos.
7. Reacciones de polimerización. Comparación de los mecanismos de Poliadicción y Policondensación.
8. Mecanismo detallado de Poliadicción. Control del peso molecular.
9. Métodos para sintetizar polímeros por adición:  
En solución, en masa, en suspensión, en emulsión.
10. Mecanismo de la Policondensación. Poliésteres y Poliamidas. Control del peso molecular.
11. Poliuretanos. Epóxidos.
12. Polímeros de Formaldehído.
13. Polímeros de Ingeniería.

### FISICOQUIMICA DE POLIMEROS

1. Solubilidad de Polímeros e hinchamiento
2. Termodinámica de las soluciones de Polímeros.
3. Conformación de Polímeros en solución.
4. Fraccionación de Polímeros por solubilidad.
5. Determinación del Peso Molecular.
6. Distribución de Pesos Moleculares.
7. Métodos para la determinación de Pesos Moleculares.
8. Linearidad y Ramificaciones en Polímeros.
9. La temperatura de Transición Vítrea.
10. Efecto de la estructura sobre Tg
11. Relación entre Tg y Tm.
12. Cristalinidad
13. Transiciones múltiples en Polímeros. Su estudio experimental.
14. Configuración de las cadenas poliméricas.
15. Estructura de los cristales de los Polímeros.
16. Morfología de los cristales simples.
17. Estructura de los polímeros cristalizados desde su estado de fusión.
18. Proceso de Cristalización.
20. Orientación y Cristalización.
21. Cristalización Inducida.

#### MATEMATICAS PARA REOLOGIA.

1. Ecuaciones diferenciales.
2. Análisis Vectorial.
3. Análisis Tensorial.
4. Modelos matemáticos en Reología.

#### REOLOGIA DE POLIMEROS.

1. Propiedades de flujo.
2. Flujo a través de canales de sección transversal simple.
3. Medición de las propiedades de flujo.
4. Factores que afectan al flujo
5. Efectos elásticos en el flujo de Polímeros fundidos.
6. Aplicación de los estudios reológicos al procesado de polímeros.

#### FORMULADO DE POLIMEROS.

1. Antiestáticos
2. Agentes de Espumado.
3. Colorantes.
4. Retardadores de flama.
5. Modificadores de Impacto
6. Lubricantes.
7. Auxiliares de procesamiento.
8. Plastificantes.
9. Antioxidantes.
10. Estabilizadores Térmicos
11. Absorbedores de luz Ultravioleta
12. Rellenos y Reforzantes.
13. Agentes de Acoplamiento.
14. Métodos y equipo para la incorporación de aditivos en Polímeros.

#### ANALISIS Y PRUEBAS EN POLIMEROS.

1. Métodos químicos de análisis para Polímeros.
2. Métodos espectroscópicos.  
Infrarrojo  
Ultravioleta.  
Resonancia Magnética Nuclear.
3. Análisis Térmico.
4. Difracción de luz.
5. Osmometría.
6. Cromatografía de Permeación en Gel
7. Viscosimetría.
8. Pruebas Mecánicas en Polímeros.

#### PROPIEDADES FISICAS EN POLIMEROS.

1. Propiedades Mecánicas.
  - a) Estáticas
  - b) Dinámicas.

2. Propiedades Térmicas
  - a) Punto de fusión y calor de fusión.
  - b) Capacidad calorífica
  - c) Conductividad térmica.
  - d) Temperatura de transición vítrea
3. Propiedades Eléctricas.
  - a) Conductividad
  - b) Electricidad Estática.
4. Propiedades ópticas.
  - a) Absorción de luz.
  - b) Índice de Refracción y Birrefringencia.
  - c) Difracción de Rayos X
5. Propiedades acústicas
  - a) Absorción del sonido
  - b) Aislamiento del sonido.

#### TECNOLOGIA DE POLIMEROS.

1. Mezclado de termofijos.
2. Curado de termofijos. Selección de sistemas.
3. Operaciones de procesado con termofijos
  - a) Moldeo por transferencia, b) Moldeo por compresión,
  - c) Curado.
4. Mezclado de elastómeros
5. Moldeo de elastómeros por compresión.
6. Moldeo de elastómeros por inyección.
7. Extrusión, Vulcanización.
8. Extrusión de termoplásticos.
9. Mezclado de termoplásticos.
10. Operaciones de procesado de termoplásticos
  - a) Moldeo por inyección, b) Moldeo por soplado, c) Producción de película por soplado, d) Formado al vacío.
11. Otros métodos de procesado
  - a) Termoformado, b) Vaciado, c) Recubrimientos, d) Laminado,
  - e) Espumado, f) Calandreo.

#### SEMINARIO

Temas sobre aspectos específicos de la Ciencia y la Tecnología de Polímeros.

También incluye la presentación de tres seminarios por parte de la estudiantes. Los seminarios se refieren a sus respectivos trabajos de Tesis.

- Presentación del tema y los objetivos de la investigación.
- Estado de Avance
- Resultados y Conclusiones.

IV) MAESTRIA EN CIENCIA DE POLIMEROS

Universidad de Sonora,  
Hermosillo Sonora.

Objetivos: Formar profesionistas de alto nivel académico, en los campos teórico y práctico capaces de planificar y efectuar planes de docencia e investigación en cualquier centro de educación superior. Actualizar y perfeccionar a los profesionistas de la industria, para que sean capaces de planificar, seleccionar, diseñar y efectuar proyectos en sus empresas, así como resolver problemas derivados de la ejecución de los mismos. Por otro lado, será capaz de mejorar la calidad y competitividad de los materiales y polímeros mexicanos, tanto en el mercado nacional como en el internacional.

ASIGNATURAS	CREDITOS
1er semestre	
Química sintética de polímeros	10
Fisicoquímica macromolecular	6
Seminario I	4
Investigación	10
2o Semestre	
Temas selectos de Fisicoquímica	6
Química Inorgánica Avanzada	6
Seminario II	4
Investigación	10
3er Semestre	
Química Orgánica de Materiales	6
Temas selectos de análisis	6
Seminario III	4
Investigación	15
4o Semestre	
Temas selectos de química orgánica	6
Química industrial de polímeros	6
Seminario IV	4
Investigación	15
<b>Total de Créditos</b>	<b>123</b>

- La tesis deberá iniciarse desde el primer semestre.
- Publicar un artículo relacionado con la tesis en alguna revista relacionada con polímeros.
- Examen

#### DESCRIPCION DEL PROGRAMAMA

La lista y contenidos de las materias básicas ofrecidas aparecen a continuación; además se ofrecen seminarios de investigación.

#### 1. QUIMICA SINTETICA DE POLIMEROS.

- Generalidades - Introducción.
- Polimerizaciones Vinílicas.
  - a) Polimerizaciones por radicales libres.
  - b) Teoría y mecanismos de polimerización. Cinética de Polimerización.
- Copolimerización. Teoría de copolimerización.
  - a) Métodos de polimerización industrial y en laboratorio para estudios. Polimerización en emulsión y suspensión.
  - b) Polimerización catiónica. Teorías, mecanismos, iniciadores, cinéticas, etc.
  - c) Polimerización aniónica. Teorías, mecanismos, iniciadores, cinéticas, etc. Polimerización Viva.
- Polimerizaciones Olefínicas y de dienos.
  - a) Iniciadores de Ziegler-Natta y otros compuestos organometálicos.
  - b) Mecanismos de polimerización.
  - c) Polimerización estereo específica.
- Polimerizaciones de aldehídos y epóxidos.
  - a) Polimerizaciones iónicas.
  - b) Polimerizaciones por coordinación.
- Poliuretanos y polímeros análogos.
  - a) Poliuretanos.
  - b) Mecanismos de polimerización.
  - c) Otros.
- Policondensaciones.
  - a) Poliésteres y poliamidas.
  - b) Cinética de policondensación
  - c) Polímeros térmicamente estables
- Resinas termofijas.
  - a) Resinas de formaldehído con fenil, urea, etc.
- Reacciones químicas de polímeros.
  - a) Descomposición.
  - b) Modificaciones químicas.
- Síntesis actual de monómeros
  - a) Métodos industriales

## 2. FISICOQUIMICA MACROMOLECULAR.

- Termodinámica de polímeros.
- Propiedades de solución y coloides.
  - a) Viscosidad y peso molecular.
  - b) Solución diluida.
  - c) Dispersión de la luz.
- Viscoelasticidad y Reología.
- Miscibilidades.

## 3. TEMAS SELECTOS DE FISICOQUIMICA.

- Termodinámica.
- Química Cuántica.
- Teoría de espectroscopia.
  - a) IR y Raman.
  - b) UV.
  - c) RMN ( $H^+$ ,  $C^{13}$  y  $p^{31}$ ).
  - d) ESR.

## 4. QUIMICA INORGANICA AVANZADA.

(Temas selectos de Química Inorgánica)

- Teoría de Complejos de Metales de Transición.
- Mecanismos de reacciones inorgánicas.
  - a) Reacciones de complejos octahédrico, tetrahédrico, etc.
  - b) Cinética de reacción.
- Compuestos organometálicos y catálisis.
  - a) Mecanismos de catálisis.
  - b) Síntesis de compuestos organometálicos.
- Química Inorgánica de elementos no metálicos.
  - a) Compuestos de Si, P, B, S, etc.

## 5. QUIMICA ORGANICA DE MATERIALES.

- Materiales orgánicos electroconductivos.
  - a) Teoría de conducción y estructuras químicas.
  - b) Poliacetileno y derivados.
  - c) Otros conductores orgánicos.
- Polímeros naturales
  - a) Celulosa y derivados (polisacáridos, quitinas, etc.).
  - b) Polipeptidos (colágeno, DNA, RNA, etc.).
- Membranas orgánicas.
  - a) Teoría de permeabilidad de gases y líquidos en sólidos.
  - b) Teoría de quimisorción.
  - c) Resinas de intercambio de iones.
  - d) Osmosis inversa.
  - e) Membranas naturales.
- Fibras y películas.
  - a) Cristalización de polímeros.
  - b) Materiales diversos para fibras y películas.

## 6. TEMAS SELECTOS DE ANALISIS.

- Análisis químico de grupos funcionales orgánicos.
  - a) Análisis elementales.
  - b) Grupos Funcionales. Cualitativo y Cuantitativo.
- Análisis macromolecular.
  - a) Por métodos químicos.
  - b) Por espectroscopia.
  - c) Separación y fraccionación de polímeros.
- Análisis térmico.
  - a) Análisis térmico diferencial.
  - b) Análisis termogravimétrico.
- Análisis cromatográfico (en el tiempo)
  - a) Cromatografía de gases
  - b) Cromatografía de líquidos alta presión.
  - c) Cromatografía de permeación de geles.

## 7. TEMAS SELECTOS DE QUIMICA ORGANICA.

- Estereoquímica.
- Solventes en química orgánica.
- Química orgánica teórica.
  - a) Teoría de orbitales moleculares
  - b) Regla de Woodward-Hoffmann.
- Química Orgánica de heteroátomos.
  - a) Compuestos orgánicos de azufre y fósforo.
  - b) Compuestos heterocíclicos -temas actualizados.
- Fotoquímica y radiación.
  - a) Estado excitado
  - b) Reacciones fotoquímicas.
  - c) Reacciones por irradiación de rayos X y gamma.
- Oxidación y Reducción catalíticas.

## 8. QUIMICA INDUSTRIAL DE POLIMEROS.

- Aditivos y formulación para plásticos.
  - a) Plastificantes y mecanismos de plastificación.
  - b) Estabilizantes y mecanismos de estabilización.
  - c) Cargas.
- Hules.
  - a) Compuestos de hules.
  - b) Aditivos para hules.
  - c) Vulcanización.
- Química de productos poliméricos industriales.
  - a) Adhesivos.
  - b) Pinturas.
  - c) Otros.
- Control de calidad en industria de polímeros.

V) MAESTRIA EN FISICA DE POLIMEROS

Universidad Autónoma Metropolitana,  
D.F.

Objetivos: No especificados

Primer nivel: Bloque común, conocimientos básicos.

ASIGNATURAS:

Mecánica Estadística  
Electrodinámica  
Mecánica Cuántica  
Temas selectos de Física

Segundo nivel: Areas de concentración. Bloque único.

Area de concentración en Física de Polímeros

ASIGNATURAS

Fisicoquímica de polímeros I, II, III, IV y V

Tercer nivel: Tesis de investigación

Notas:

- 1) Duración de dos años para estudiantes de tiempo completo
- 2) El plan de estudios se estructura de la siguiente manera:

Primer nivel. 4 unidades de enseñanza-aprendizaje obligatorias; 80 créditos; dos trimestres

Segundo nivel. 4 unidades de enseñanza-aprendizaje optativas; 48 créditos; dos trimestres

Tercer nivel. Tesis 120 créditos; tres trimestres

VI) MAESTRIA EN CIENCIAS QUIMICAS (FISICOQUIMICA)

Facultad de química UNAM,  
D.F.

Objetivos: Preparar investigadores de alto nivel académico y formar profesores especializados en esta Área.

Para obtener el grado es necesario cubrir noventa y tres créditos distribuidos como se indica a continuación y un trabajo de tesis. El 25% de estos créditos corresponde a materias optativas que permiten al estudiante adquirir un grado de especialización.

Créditos obligatorios	30
Créditos optativos	24
Créditos laboratorios	39
	93

ASIGNATURAS	HORAS/SEMANAS	CREDITOS
1er Semestre		
Temas Selectos de Matemáticas I	3	6
Fisicoquímica Avanzada I	3	6
Laboratorio I	13	13
Optativa	3	6
Seminario sobre método científico (Diseño de experimentos)	1	2
2o Semestre		
Temas Selectos de Matemáticas II	3	6
Fisicoquímica Avanzada II	3	6
Laboratorio II	13	13
Optativa	3	6
3er Semestre		
Laboratorio III	13	13
Seminario	2	4
Optativa	3	6
Optativa	3	<u>6</u>
		93

ASIGNATURAS OPTATIVAS CON ENFOQUE AL AREA DE POLIMEROS:

Análisis instrumental II, Análisis instrumental III,  
 Macromoléculas I, Macromoléculas II, Mecánica estadística de  
 macromoléculas, Física de Polímeros

VII) MAESTRIA EN INGENIERIA QUIMICA (ORIENTACION POLIMEROS)

Facultad de Química, UNAM:

D.F.

**Objetivos:** Formar profesionales capaces de realizar actividades de investigación, desarrollo y docencia en ingeniería química.

Capacitar a los profesionistas y al personal académico en los conocimientos y metodologías de la ingeniería química, para la solución de problemas relevantes a la industria química y de proceso, proporcionándoles amplios conocimientos para el análisis de procesos y profundización en un campo específico de aplicación.

**Actividades Académicas:**

Las actividades académicas pueden agruparse según la siguiente tabla:

TIPO DE ORIENTACION	NUMERO DE ACTIVIDADES	% DE CREDITOS
Metodológica (M)	6	41
De Investigación (I)	2	45
De Profundización (P)	2	14
Total	10	100

El alumno deberá cursar en forma obligatoria por lo menos tres asignaturas de la opción POLIMEROS (ya que además existen opciones en Procesos y en Refinación y Petroquímica), lo cual le conferirá la especialidad de grado. La distribución de créditos del plan de estudios es como sigue:

Por asignaturas de módulo básico	18
Por asignaturas de módulo de especialidad	18
Por asignaturas de módulo de investigación	24
Por asignaturas optativas	12
Por Tesis	15
Total de créditos del plan de estudios	87

**PRIMER SEMESTRE:**

	<b>CREDITOS</b>
Métodos Matemáticos I	6
Termodinámica Química I	6
Ingeniería de Procesos I	6
Fenómenos de Transporte I	6

**SEGUNDO SEMESTRE:**

Optativa I	6
Seminario I	6
Laboratorio I	12

**TERCER SEMESTRE:**

Optativa II	6
Seminario II	6
Laboratorio II	12

**CUARTO SEMESTRE:**

Tesis	15
-------	----

**MATERIAS OPTATIVAS DE LA ORIENTACION EN POLIMEROS:**

- Síntesis y Estructura de Polímeros (M)
- Reactores de Polimerización.(M)
- Ciencia de Polímeros.(M)
- Procesos de transformación en termoplásticos. (P)
- Viscoelasticidad. (P)
- Reología. (P)
- Temas Selectos de Polímeros. (M)

VIII) MAESTRIA EN FISICA DE MATERIALES

Facultad de ciencias, UNAM;

D.F.

Objetivos: No especificados

Para obtener el grado es necesario cubrir noventa créditos totales.

Créditos obligatorios	40
Créditos optativos (incluidos 10 créditos por publicación)	30
Tesis de grado	<u>20</u>
	90

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS	HORAS/SEMANA	CREDITOS
Termodinámica de sólidos	5	10
Física de los procesos cinéticos en sólidos	7	10
Estructura Atómica de los sólidos	7	10
Comportamiento mecánico de los materiales	7	10
ASIGNATURAS OPTATIVAS:		
Fenómenos electrónicos en materiales	7	10
Física de polímeros	7	10

IX) MAESTRIA EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA  
 Universidad de Guadalajara;  
 Guadalajara, Jalisco

Objetivos: No especificados

Para obtener el grado es necesario cubrir 30 créditos mínimo

Créditos obligatorios	12
Créditos optativos	<u>18</u>
	30

ASIGNATURAS	HORAS/SEMANA	CREDITOS
1er Semestre		
Ingeniería de reacciones químicas I	3	3
Matemáticas I	3	3
Optativa	3	3
2o Semestre		
Matemáticas II	3	3
Optativa	3	3
3er Semestre		
Ingeniería de reacciones químicas II	3	3
Optativa	3	3
4o Semestre		
Optativa	3	3
Optativa	3	3
Optativa	3	3

ASIGNATURAS OPTATIVAS:

Polímeros I \*, Polímeros II \*, Ingeniería de las reacciones de polímeros \*, Reología \*, Termodinámica I, Operaciones Unitarias, Fenómenos de Transporte I, Computación I, Termodinámica II, Ingeniería Industrial, Control de Procesos, Fenómenos de Transporte II, Fenómenos de Transporte III, Computación II, Métodos Numéricos

\* Asignaturas que le dan a la maestría el enfoque de polímeros

X) MAESTRIA EN CIENCIA DE LOS MATERIALES

Universidad Regiomontana;  
Monterrey, Nuevo Leon

Objetivos: No especificados

Para obtener el grado es necesario cubrir un total de 36 créditos en la siguiente forma:

6 cursos básicos	18
2 cursos especializados	6
4 cursos optativos	<u>12</u>
	36

CURSOS BASICOS	HORAS/SEMANA	CREDITOS
Metodología de la investigación	3	3
Fundamentos de la ciencia de los materiales	3	3
Propiedades mecánicas de los materiales	3	3
Propiedades eléctricas, magnéticas y ópticas de los materiales	3	3
Caracterización de materiales I	3	3
Caracterización de materiales II	3	3
CURSOS DE ESPECIALIZACION		
Química y Fisicoquímica de polímeros	3	3
Laboratorio de polímeros	3	3
Procesos Cerámicos	3	3
Laboratorio de cerámica	3	3
Metalurgia Física	3	3
Laboratorio de metalografía	3	3
CURSOS OPTATIVOS		
Aislantes	3	3
Adhesivos	3	3
Elastómeros	3	3
Fibras naturales y sintéticas	3	3
Procesamiento de plásticos	3	3
Estructura y propiedades de polímeros	3	3
Formulación de polímeros	3	3

A nivel maestría pueden cursarse como máximo tres materias por tetraestre. Un alumno de tiempo completo puede terminar en cuatro tetrimestres. El tiempo máximo para terminar la maestría es de cuatro años.

**XI) MAESTRIA EN CIENCIA DE LOS MATERIALES**

Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN;  
D.F.

Objetivos: No especificados  
Para obtener el grado es necesario cubrir 32 créditos totales,  
cursando las materias que se quieran de la siguiente lista:

ASIGNATURA	HORAS/SEMANA	CREDITOS
Cerámicos Magnéticos	3	3
Cinética y Transformación de fase	6	3
Corrosión y oxidación	3	3
Defectos puntuales por cristales	3	3
Mecánica del sólido I	3	3
Polímeros *	3	3
Propiedades mecánicas de los materiales	3	3
Siderurgia	3	3
Termodinámica Avanzada II	3	3
Dislocaciones	3	3
Estructura de los materiales	3	3
Física del Sólido I	3	3
Física del Sólido II	3	3
Fisicoquímica	3	3
Introducción a la ciencia de los materiales	6	3
Laboratorio de ciencia de materiales	3	3
Laboratorio de metalografía	3	3
Laboratorio de metalurgia física	3	3
Laboratorio de tratamientos térmicos	3	3
Termodinámica general y aplicación a materiales	3	3
Termoquímica de la metalurgia	3	3

\* Única materia orientada exclusivamente a polímeros

XI) MAESTRIA EN CIENCIA DE LOS MATERIALES

Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN;  
D.F.

Objetivos: No especificados

Para obtener el grado es necesario cubrir 32 créditos totales, cursando las materias que se quieran de la siguiente lista:

ASIGNATURA	HORAS/SEMANA	CREDITOS
Cerámicos Magnéticos	3	3
Cinética y Transformación de fase	6	3
Corrosión y oxidación	3	3
Defectos puntuales por cristales	3	3
Mecánica del sólido I	3	3
Polímeros *	3	3
Propiedades mecánicas de los materiales	3	3
Siderurgia	3	3
Termodinámica Avanzada II	3	3
Dislocaciones	3	3
Estructura de los materiales	3	3
Física del Sólido I	3	3
Física del Sólido II	3	3
Fisicoquímica	3	3
Introducción a la ciencia de los materiales	6	3
Laboratorio de ciencia de materiales	3	3
Laboratorio de metalografía	3	3
Laboratorio de metalurgia física	3	3
Laboratorio de tratamientos térmicos	3	3
Termodinámica general y aplicación a materiales	3	3
Termoquímica de la metalurgia	3	3

\* Única materia orientada exclusivamente a polímeros

### 3.4 ANALISIS COMPARATIVO

Las siguientes tablas muestran el análisis comparativo de los planes de estudio de carreras técnicas, profesionales y de posgrado que hay en la República Mexicana en el área de polímeros. La primera de ella muestra una comparación de los principales temas en general y la segunda es más específica, en función de la información obtenida en cada institución.

Para la elaboración del análisis comparativo general, se estableció una base de nivel de profundidad de estudios de acuerdo con el número de temas que se estudian por curso, y se manejaron 4 niveles parciales para los cursos que cubren varios temas.

En estas tablas se pueden observar los enfoques que da cada institución a sus egresados, de acuerdo al número de materias y a la profundidad de los temas. Se puede decir que las carreras técnicas incluye materias más prácticas y las de maestría más teóricas, o más de investigación pura, por lo que a nivel licenciatura, es importante que se desarrollen las bases científicas para la aplicación de los resultados de la investigación en la práctica industrial.

Estos resultados fueron considerados para la elaboración del plan de estudios propuesto en el siguiente capítulo. Se debe tomar en consideración el hecho de que debe integrarse un plan de estudios a nivel profesional, quizá más completo que los que recientemente se han creado en otras instituciones, pero sin llegar a la profundidad de una maestría.

TEMAS	TECNICO			PROFESIONAL						POSGRADO								
	C E N T R A L	C O M P L E T O	C O N T E N I D O	I N T E R M E D I O	I N T E R M E D I O	U N I V E R S I T A R I O	U N I V E R S I T A R I O	U N I V E R S I T A R I O	A D I C I O N A L	C I C L O 1	C I C L O 2	U N I V E R S I T A R I O	U N I V E R S I T A R I O	U N I V E R S I T A R I O	U N I V E R S I T A R I O	U N I V E R S I T A R I O	U N I V E R S I T A R I O	I N T E R M E D I O
1. GENERALIDADES	X			X	X	X	X	X		X		X	X		X		X	
2. SINTESIS DE POLIMEROS	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X		X		X	
3. CARACTERIZACION DE POL.	X			X	X	X	X	X		X		X	X				X	
4. PROPIEDADES DE LOS POL.	X			X		X	X	X		X	X			X		X		X
5. F.Q. DE LOS POLIMEROS	X			X	X	X	X	X		X		X	X	X				X
6. REOLOGIA	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X		X		X	
7. PLASTICOS	X	X	X	X	X		X	X		X								X
8. FIBRAS Y PELICULAS				X	X		X	X				X						X
9. ELASTOMEROS				X			X	X		X		X						X
10. CONTROL DE CALIDAD		X	X		X							X						
11. DISEÑO DE MOLDES	X		X		X													
12. ADHESIVOS Y PINTURAS					X			X				X						X
13. PROCESOS DE TRANSFORM.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X			X			X
14. FORMULACION					X			X		X	X	X	X					X
15. TEMAS SELECTOS				X										X				

ANALISIS COMPARATIVO

TEMAS	TECNICO			PROFESIONAL					POSGRADO											
	C E N T I	C O N A L E P	U O C A N B	I B E R O	I P N	U N A M	U L S A	U P	A D I M I Q	C I C L O 1	C I C L O 2	U A C	U S	U A M	U N A M 1	U N A M 2	U N A M 3	U D G	U R	I P N
<b>GENERALIDADES</b>																				
INTRODUCCION	X			X	X		X			X			X							
CONCEPTOS BASICOS	X			X			X													
RESEÑA HISTORICA	X						X													
CLASIFICACION					X	X	X	X		X		X								
NOMENCLATURA																				
ESTRUCTURA				X				X		X		X								
SITUACION DE LA INDUSTRIA	X					X														
<b>SINTESIS DE POLIMEROS</b>																				
QUIMICA DE POLIMEROS	X	X	X						X											
REACC. DE POLIMERIZACION				X	X	X	X	X		X		X	X			X			X	X
TECNICAS DE POLIMERIZACION				X	X	X	X	X												
DEGRADACION Y EST.				X																
REACCIONES DE POLIMEROS					X															
<b>CARACTERIZACION DE POLIMEROS</b>																				
CARACTERIZACION	X			X	X	X	X	X		X		X	X							X
METODOS ANALITICOS										X		X	X							
<b>PROPIEDADES DE LOS POLIMEROS</b>																				
MECANICAS	X			X		X	X			X		X								
TERMICAS	X					X				X		X								
OPTICAS	X			X								X								
ELECTRICAS	X			X		X						X								
ACUSTICAS												X								X
RESISTENCIA QUIMICA	X									X										
RELACION ESTRUCTURA-PROP.				X			X	X		X	X									
FISICA DE POLIMEROS									X						X		X			



TEMAS	TECNICO			PROFESIONAL					POSGRADO											
	C E N E T I	C O N A L E P	U O C A N B	I B E R O	I P N	U N A M	U L S A	U P	A D I M I Q	C I C C A R 1	C I C C A R 2	C A U	U S	U A M	U N A M 1	U N A M 2	U N A M 3	G D U	U R	I P N
FIBRAS Y PELICULAS FIBRAS TEXTILES TEC. DE FIBRAS FIBRAS SINTETICAS FIBRAS Y PELICULAS				X	X	X		X											X	
ELASTOMEROS ELASTOMEROS VULCANIZACION ADITIVOS COMPUESTOS SINTESIS APLICACIONES				X				X	X	X										X
CONTROL DE CALIDAD CONTROL DE CALIDAD LAB. DE CONTROL DE CALIDAD		X	X		X									X						
DISEÑO DE MOLDES Y DADOS MOLDES TALETA DE MOLDES	X	X	X		X															
ADHESIVOS Y PINTURAS ADHESIVOS Y PINTURAS					X								X							X
PROCESOS DE TRANSFORMACION PROCESOS DE TRANSFORMACION	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X			X
FORMULACION FORMULACION				X	X			X		X	X	X	X							X

## CAPITULO IV

## CAPITULO IV

### CARRERA INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

#### 4.1 ORGANIZACION ACADEMICA :

##### 4.1.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO:

Ubicación: Universidad La Salle  
Escuela de Química  
Benjamín Franklin No. 47  
Delegación Cuahutemoc  
México D.F. cp 06140

Nombre: Licenciatura en Ingeniería Química en Polímeros

#### 4.2 REQUISITOS:

##### Antecedentes Académicos:

- Bachillerato terminado en el área de Ciencias Químico-Biológicas con un promedio superior a 8.0

El interesado deberá manifestar, mediante una carta , el compromiso de dedicación que establecerá con la Universidad, así como los motivos que lo llevaron a incurrir en ésta carrera.

- Idiomas: Se deberá aprobar un examen de comprensión del idioma inglés que versará sobre temática científica y algún pasaje de un libro de texto propio a la carrera.

- Examen de Admisión: El aspirante deberá llenar una solicitud de admisión y presentar toda la documentación requerida; posteriormente recibirá una guía de estudios que le permitirá prepararse para el examen de conocimientos, el cuál cubrirá los elementos indispensables para ingresar a la carrera.

Una vez aprobados el examen de conocimientos y la prueba psicométrica correspondiente, el aspirante deberá sostener una entrevista con un catedrático asignado por el Comité de Admisión (propuesto recientemente [19]) para que apoyado con el resultado de los exámenes haga la evaluación final en términos de una opinión favorable o desfavorable a la admisión del candidato.

También se pondrá a la disposición de los candidatos la información existente acerca de la Comisión de Becas como lo son, los tipos de becas y créditos educativos, así como los requisitos para obtenerlas.

Aquellos alumnos cuya lengua materna no sea el Castellano, deberán presentar un examen de posesión, según lo establece la Dirección General de Revalidación e Incorporación de Estudios, UNAM.

#### 4.3 SITUACION DEL PROYECTO EN EL CONTEXTO DE LA ESCUELA DE QUIMICA DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE.

Se propone la creación de este plan de estudios sobre Ingeniería Química en Plásticos y Polímeros en la Universidad La Salle, para así buscar satisfacer las necesidades actuales de desarrollo industrial el área de los polímeros (Industria hulera, de pinturas, adhesivos, fibras artificiales, plásticos, celulosa y papel, etc.)

El proceso de integración de la nueva licenciatura debe ser paulatino, de la misma forma que ha sucedido con otras carreras que han surgido como especialidades como Químico Farmaco Biólogo con orientación a Farmacia, a Alimentos o Análisis Clínicos, que ya están bien establecidas; así se debe empezar por un Tronco Común a la Ingeniería Química con materias específicas y poco a poco dar la orientación a todas las materias del plan de estudio.

Dado que en la Universidad La Salle ya se imparte la carrera de Ingeniería Química considero que se cuenta con gran parte de la infraestructura humana y con la mayoría de los recursos materiales necesarios para ofrecer esta nueva licenciatura; pero es importante señalar que dentro de los resultados obtenidos en la investigación se detectó mucho interés por parte de la industria, tanto que se ofrece a la Universidad diferentes tipos de apoyo para llevar a cabo el proyecto.

Todas las Escuelas de la Universidad La Salle ya se han incorporado formalmente a las nuevas tendencias como lo son el empleo sistemático de computadoras para la resolución de problemas, y específicamente en la Escuela de Química ya se efectúa el análisis de procesos básicos mediante las teorías de fenómenos de transporte, el desarrollo de las técnicas de simulación, la optimización y el control de procesos, así como investigación experimental impulsada a través de la adquisición de nuevo equipo de laboratorio; pues bien, todos estos recursos pueden ser utilizados en la formación de ingenieros en plásticos y polímeros.

A continuación se presenta una tabla comparativa del equipo mayor del que dispone la maestría en Ingeniería Química de la UNAM comparado con el que dispone el laboratorio de la ULSA:

MATERIAL	U N A M	U L S A
Extrusor Nieto 50/22	1	-
Sorómetro Micromeritics	1	-
Viscoelastic Tenser Rheometrics	1	-
Dispersor de luz Coulter # 4	1	-
Cromatógrafos de líquidos	2	-
Cromatógrafos de gases	6	1
Espectrofotómetro UV-Visible	1	1
Flamómetro	1	-
Ebullómetro Estático	1	-
Microbalanza Cahn Instruments	1	1
Puente de conductividad	1	1
Fuentes de poder	2	varios
Phmetros	2	varios
Potenciómetros	1	varios
Controladores de temperatura	7	varios
Indicadores de temperatura	5	varios
Baños de temperatura constante	7	5
Motores de agitación	8	1
Bombas peristálticas	4	-
Desionizador de agua	1	1
Osciloscopio	1	-
Registradores	5	-
Multímetros	3	varios
Reactores de vidrio	5	1
Reactores de acero inoxidable	3	-
Hornos	2	2
Estufas	2	2
Balanza analítica	1	varias
Balanza granataria	2	varias
Parrillas de agitación	12	varias
Variacs	12	-
Bombas de vacío	5	varias

Además los laboratorios de la ULSA cuentan con el siguiente equipo que será de utilidad en las prácticas de caracterización y fisicoquímica de polímeros:

- 3 Aparatos para determinación de puntos de fusión
- 3 Beckman para la determinación de pesos moleculares
- Varios viscosímetros tipo Ostwald y Brookfield
- Equipos para cromatografía en columna y capa fina
- 2 tensiómetros
- 5 refractómetros
- 3 polarímetros.

En esta tabla se puede ver que si bien no se disponen de todos los recursos, si se tienen los suficientes para dar inicio al proyecto, sin olvidar que aunque las prácticas de caracterización, fisicoquímica y propiedades se pueden llevar a cabo, ya sea en los laboratorios de la ULSA o a través de visitas a empresas, se requerirá de la implementación paulatina de algunos equipos y finalmente que sería muy útil para La Salle contar con una planta piloto para procesos de transformación, que es una de las áreas de mayor interés dentro de la industria; esto además de favorecer la formación de ingenieros bien preparados, le permitiría a la Escuela de Química desarrollar investigación y realizar proyectos conjuntos con la industria.

Por otro lado desde el punto de vista de organización curricular, recientemente se ha implantado el nuevo plan de estudios de Ingeniería Química que fue revisado para darle una mejor estructuración y evitar repases de temas que ya han sido estudiados en cursos anteriores. También se han llevado a cabo trabajos de investigación para fundamentar la propuesta de nuevos planes de estudio como es el caso de la licenciatura en Ingeniería Química Ambiental [19].

Estos curriculums han sido revisados y han servido de base para la propuesta de la organización curricular del nuevo plan de estudios; existen muchas materias en común con la Ingeniería Química que facilitarán el que se lleve un control académico adecuado sobre los temas y objetivos, así como la organización, la calidad y la duración de los cursos. Además se buscó complementar la formación técnica con una conciencia ecológica a través de cursos comunes a la Ingeniería Química Ambiental.

#### 4.4 FUNDAMENTACION DEL PROYECTO:

El campo de los polímeros es muy amplio y extremadamente complejo. En un principio, el principal interés de los ingenieros químicos y químicos empleados en la industria de los polímeros fue la fabricación de monómeros a partir de los cuales se fabrican finalmente los materiales poliméricos terminados. El panorama ha cambiado en la actualidad. Al presente, la polimerización, la fabricación de plásticos y resinas, las propiedades de los materiales poliméricos, la biodegradación y el reciclaje, son algunos de los principales problemas que requieren la participación directa de un número relativamente grande de químicos e ingenieros químicos.

Prácticamente todos los grandes laboratorios industriales y algunos de las universidades están trabajando activamente en el estudio de los altos polímeros, lo que incluye todos los problemas desde la manufactura de monómeros hasta la fabricación y uso de los productos finales. De hecho, es difícil encontrar un área de la industria química que no se haya visto afectada de una u otra forma por los desarrollos recientes en el campo de los polímeros [5].

El presente proyecto se fundamenta en la información económica-estadística presentada, la cual da una clara idea de la importancia del sector, de su situación actual, de sus tendencias y de sus necesidades. Además se basa en los resultados de los trabajos de investigación realizados con el fin de determinar las necesidades de las industrias del ramo y de detectar el nivel de investigación que hay en el país para con base en esto proponer soluciones a las deficiencias encontradas. Los dos trabajos más representativos son el presentado por CONACYT en 1976 y el realizado en la Facultad de Química de la UNAM en 1986 [17,18].

El objetivo fundamental del trabajo presentado por CONACYT fue presentar un panorama amplio de los diferentes sectores que participan en el desenvolvimiento y tratar de determinar algunos indicadores que sirvieran de base para el establecimiento de un programa integral tendiente a lograr la definición de actividades prioritarias.

Este objetivo se cumplió a través de la búsqueda de información obtenida por medio de un cuestionario aplicado a 398 industrias (productoras de resinas, de elastómeros, de pinturas y plantas procesadoras), la información recabada en el sector industrial cubría aspectos tales como: económico, tecnológico, de investigación, de recursos humanos, de información y documentación.

De acuerdo con este estudio, los principales problemas que afectaban el desarrollo de este sector de la industria nacional eran:

a) Baja capacidad instalada de producción debido al gran número de industrias que existen para una misma elaboración, que ocasiona un aumento en los costos de producción y dificulta la competencia en el mercado internacional.

b) La carencia de tecnología propia que se puede inducir del número de patentes registradas en México de acuerdo con su país de origen, ésto se tomo de indicador de la dependencia tecnológica a falta de información directa. Estos conocimientos tecnológicos se adquieren en el exterior a un alto costo y no siempre coinciden con el mercado y los recursos nacionales.

c) La escasa investigación que se realiza en los centros nacionales no está vinculada a los problemas de la industria del país, además se observa una carencia de carreras técnicas a nivel medio y profesional que satisfaga la creciente demanda de este sector de la industria.

d) Una insignificante participación de los materiales plásticos en la resolución de problemas específicos, como los que se presentan en las actividades agrícolas.

Los principales problemas tecnológicos que se presentan de acuerdo a este trabajo de investigación son: el control de calidad en la materia prima, que incide directamente en la calidad del producto final; la carencia de asistencia técnica, de mantenimiento y diseño de equipo, la falta de desarrollo de nuevos productos y el control del producto terminado. Otros problemas señalados fueron: las dificultades para controlar y normalizar el proceso de polimerización, dificultades de adaptación de nuevas tecnologías, y los altos costos de asistencia técnica y derecho de uso de patentes .

En el sector educativo, las deficiencias contrastan con las necesidades de personal técnico manifestadas por el sector industrial. De acuerdo a este estudio, las instituciones de enseñanza superior no tienen programas integrados de especialistas. Las facilidades de experimentación son insignificantes comparadas con las necesidades de la industria.

No existe en ninguna institución de enseñanza superior materias especializadas en el proceso de materiales poliméricos a pesar de que la industria procesadora representa más de un 30% en esta rama; ni existen materias especializadas en elastómeros (sintéticos y naturales). El profesionista (químico e ingeniero químico) no recibe durante su carrera ninguna preparación sobre procesos de polimerización de hules sintéticos, formulación, etc. a pesar de la importancia de la rama de la industria.

En cuanto al sector de investigación, de acuerdo a CONACYT, las facilidades que se ofrecen a la investigación son reducidas, y es importante que la que se realice tenga un mayor contacto con los problemas nacionales de esta industria.

Por otro lado, la investigación realizada por la Facultad de Química de la UNAM, fue dirigida por el Doctor Joaquín Palacios, miembro del Departamento de Fisicoquímica de la División de Estudios de Posgrado de dicha Facultad y Subsecretario de Asuntos Académicos de la Sociedad Polimérica de México A.C.

La información se obtuvo a través de la aplicación de un cuestionario a 100 empresas, de las cuales 48 fueron las que lo contestaron. Esta información fue normalizada y analizada por métodos estadísticos.

Este trabajo buscaba fundamentar la creación de un programa de posgrado en el área de polímeros y algunas de las conclusiones a las que se llegaron fueron:

Se detectó una necesidad real de personal especializado en el área de polímeros en el Valle de México.

Los programas de posgrado existentes en el campo de los polímeros se encuentran en el norte del país.

Existe una necesidad real de profesionistas especializados en polímeros a corto y mediano plazo, de acuerdo con los resultados estadísticos obtenidos y aún al establecerse la maestría en la Facultad de Química de la UNAM, seguiría habiendo un déficit que sólo se cubriría dando una adecuada difusión al programa, además de facilidades de tiempo y horario.

En cuanto al desarrollo de la industria, la presencia de especialistas de alto nivel impulsaría las áreas de nuevas aplicaciones, control de calidad, asimilación y creación de tecnologías, optimización de procesos, además de conocer mejor las características de las materias primas para diversificar sus usos, lo cual repercutiría en mejoras económicas para las empresas y el país.

El personal entrevistado ofreció su apoyo a la idea a través de facilidades para realizar tesis, prácticas académicas externas, becas a sus empleados, visitas a plantas, proyectos conjuntos, etc. Esta clase de acciones complementaría de manera muy positiva la formación de los egresados.

El enfoque que se pretende dar a esta nueva maestría sería la de satisfacer las carencias del aparato productivo nacional en este campo, debe ser orientado a la solución de problemas tecnológicos de actualidad y renovarse constantemente para lograr un avance continuo. Asimismo, debe abordar en su contenido las consecuencias que el uso indiscriminado de los polímeros provoca en el medio ambiente y motivar al educando a plantear posibles soluciones a los problemas ecológicos existentes.

Es muy importante aclarar que la creación de una profesión en Ingeniería Química en Polímeros, además de llenar las necesidades de la industria sería un catalizador para aumentar el número de estudiantes a nivel posgrado que optarían por el área de Polímeros.

También es muy importante destacar que en este campo existen una gran variedad de temas para poder realizar investigaciones posteriores como lo son: aprovechamiento de los polímeros naturales, aplicación de materiales plásticos a la agricultura, sistemas de procesado y reología, polímeros en medicina, en construcción, electrónica, comunicaciones, etc.

#### 4.4.1 ESTUDIOS REALIZADOS PARA LA FUNDAMENTACION DEL PROYECTO

Con el fin de corroborar los resultados presentados y de dar una orientación adecuada al plan de estudios propuesto, se realizaron dos encuestas, cuyos cuestionarios se presentan en el Anexo II; una dirigida a las empresas del sector, la cual fue contestada por empresas productoras y transformadoras de polímeros y la segunda dirigida a estudiantes de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad La Salle.

En el anexo III se presenta la lista de las empresas que contestaron la encuesta.

De las empresas que contestaron el cuestionario, se puede hacer la siguiente clasificación:

38 %	Fabricantes de Materias Primas
27 %	Distribuidores y comercializadores
15 %	Transformadores
14 %	Fabricantes de productos químicos
6 %	Consultoría y Capacitación.

Después de analizar las respuestas se puede llegar a los siguientes resultados:

Sólo el 3 % de las empresas que contestaron la encuesta no da capacitación en el área de polímeros, y del 97 % restante el 15 % ofrecen una capacitación continua a sus empleados. En las demás empresas el tiempo de capacitación es muy variado y en algunas fue difícil de cuantificar debido a que se trata de cursos esporádicos de actualización (la mayoría en el extranjero); sin embargo alrededor del 80 % se ven en la necesidad de invertir en la capacitación de los profesionistas recién contratados.

En cuanto a los beneficios que representaría para las empresas el contratar profesionistas especialistas en polímeros el 93 % de las respuestas fueron positivas, es decir, comentaron que al contar con personas con bases bien fundamentadas, se podrían obtener resultados en menor tiempo, se mejoraría el nivel de producción, las ventas, la calidad, el nivel de exportaciones, la rapidez de respuesta a las necesidades del cliente, se reduciría el tiempo de entrenamiento al inicio y se aprovecharían más los cursos de actualización, y en un momento dado, se reduciría la necesidad de apoyo técnico del extranjero; además señalaron que sería muy bueno, ya que actualmente sólo existen especialistas con base en muchos años de experiencia.

El restante 7 % respondió que de momento no representaría para su empresa ningún beneficio, ya que en la actualidad la Ingeniería Química responde sus necesidades, o bien, que disponen de un fuerte soporte técnico de especialistas en su oficina matriz.

De acuerdo con el 97 % de las empresas existe un amplio panorama para el desarrollo profesional de los futuros egresados de Ingeniería Química en Polímeros, consideraron que podrían participar en muy diversas áreas de aplicación, como: proceso, producción, investigación y desarrollo, aplicaciones, ventas técnicas y servicio técnico, y que de acuerdo a su capacidad y a la experiencia que vaya adquiriendo podrá aspirar a los puestos más altos.

También señalaron que el sector plásticos está en pleno crecimiento, al igual que otros sectores petroquímicos que tendrán que hacerse competitivos a raíz del Tratado de Libre Comercio; además de que existen proyectos de inversión muy fuertes para empresas de este sector.

El 3 % restante comentó que consideraba que existía poco desarrollo profesional para estos egresados ya que prefería contratar gente con bajos niveles de estudio y con experiencia, ya que esto implica un menor gasto.

En lo que se refiere al perfil del egresado que llenaría las necesidades de estas empresas, las respuestas fueron muy variadas, destacaron los siguientes aspectos:

Conocimientos técnicos: Procesos de transformación, síntesis, caracterización, aplicaciones, conocimientos básicos de propiedades de los materiales, reacciones y procesos de polimerización, reología y procesos de producción de producto terminado, inquietud para la investigación, maquinaria, aditivos, moldeo, control de calidad, control estadístico de procesos, formulación, cinética de reacciones, manejo de catalizadores, operación de reactores más generalmente usados, seguridad industrial, moldes y dados, reciclado, termofijos, tubulados, extruido, vulcanizado, inyección, mezclado, plásticos de ingeniería, conocimientos del mercado.

Otros conocimientos :criterio práctico, bilingüe, mercadotecnia, planeación, administración, capacidad de negociación, innovador, manejo de personal, computación, otros idiomas, iniciativa para el desarrollo de nuevos proyectos o modificación de la tecnología actual.

El 63 % de las empresas encuestadas si permitiría que su personal técnico actuara como profesor o instructor en cursos o seminarios sobre el tema de polímeros, un 10 % respondieron que era posible pero que se requería autorización o un convenio por escrito, y sólo un 7 % dijo que no por encontrarse en otra ciudad de la República Mexicana.

El 90 % de las empresas encuestadas estarían dispuestas a brindar su apoyo a la Universidad La Salle para la realización de este proyecto, de estas el 20 % no pudo especificar el tipo de apoyo que podría ofrecer, argumentando que se requería un convenio más formal, o hablar con una persona de mayor jerarquía.

Un 50 % estuvo de acuerdo en permitir visitas a sus empresas por parte de los alumnos; un 36.6 % respondió que podría dar facilidades para el desarrollo de tesis dentro de su empresa; un 33.33 % permitiría la realización de prácticas especiales sin que se interfiriera la producción; se podrían realizar proyectos conjuntos con un 33.33 % de estas empresas; el 6 % dijo estar dispuesto a otorgar becas para la educación de estos nuevos profesionistas; además hubo varios ofrecimientos de material de consulta.

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados anteriores en forma resumida:

Porcentaje	Aspecto
3 %	- No dan capacitación
97 %	- Dan capacitación, de estos:
15 %	- Ofrecen capacitación continua
85 %	- Ofrecen cursos esporádicos
93 %	- Representaría Beneficios contar con profesionistas especialistas en Polímeros.
7 %	- No le representaría beneficios por el momento.
97 %	- Opina que hay un amplio panorama como desarrollo profesional
3 %	- Opina que hay poco desarrollo profesional para los futuros egresados.
83 %	- Permitiría que su personal actuara como profesor o impartiera seminarios.
10 %	- Dijo que era posible, siempre que se hiciera un convenio formal
7 %	- No le es posible
90 %	- Esta en la posibilidad de brindar su apoyo a la ULSA. De estos:
50 %	- Permitiría que se llevaran a cabo visitas a sus plantas.
36.6 %	- Estarían de acuerdo en que se llevarán a cabo trabajos de tesis en sus instalaciones sin interferir con la producción.
33.3 %	- Permitirían que se llevaran a cabo prácticas sin interferir en su producción.
33.3 %	- Estarían interesadas en realizar proyectos en conjunto con la ULSA.
6 %	- Podría otorgar becas para estos futuros estudiantes.

En lo que se refiere al cuestionario aplicado a los alumnos de Ingeniería Química de la Universidad La Salle, los resultados se presentan a continuación:

a) Número de respuestas:

Primer semestre :	38
Tercer semestre :	22
Quinto semestre :	35
Séptimo semestre :	21
Noveno semestre :	23
Total :	139

Si se considera que la población aproximada de ingeniería química en la Universidad La Salle es de 160 alumnos, la encuesta abarcó al 87 % .

b) Area de Interés Profesional

El área de interés profesional varía en cada grupo, las siguientes tablas muestran los resultados para cada uno (para las áreas que tuvieron un porcentaje mayor a 10 %), esto es importante ya que sirve de base para estructurar las orientaciones que se dan a la carrera.

Además es importante destacar que en la mayoría de los grupos existen muchas personas con interés en el área de los polímeros

PRIMER SEMESTRE

Area	Porcentaje
Polímeros	28.95
Petroquímica	18.42
Producción	10.53
Otros	26.30
No contestaron	15.80

**TERCER SEMESTRE**

Area	Porcentaje
Polimeros	13.64
Investigación	13.64
Producción	13.64
Ventas	13.64
Proyectos	9.10
Control de Calidad	9.10
Otros	22.70
No contestaron	4.54

**QUINTO SEMESTRE**

Area	Porcentaje
Polimeros	25.71
Petroquímica	11.43
Diseño de equipo	11.43
Producción	11.43
Otros	37.43
No contestaron	2.87

**SEPTIMO SEMESTRE**

Area	Porcentaje
Diseño de equipo	14.28
Producción	14.28
Polimeros	9.52
Otros	57.16
No contestaron	4.76

**NOVENO SEMESTRE**

Area	Porcentaje
Procesos	30.43
Polimeros	17.39
Otros	52.18

Otras áreas de interés profesional son : Petróleo, Alimentos, Investigación y desarrollo, Mercadotecnia, Administración, Control de Calidad, Simulación, Planeación, etc.

c) Motivación para estudiar Ingeniería Química

Los motivos fueron sumamente variados, desde por simple gusto, por tener facilidad para materias como física, química y matemáticas, hasta por considerar que es una carrera versátil, completa, con proyección y futuro, otros motivos expresados por los alumnos fueron el interés que tenían por participar en las actividades y en la resolución de problemas industriales. Además consideran que la carrera crea un amplio criterio.

d) Materias optativas

El objetivo de esta pregunta es el determinar primero que tanto conocen los alumnos el plan de estudios, y además: cuantos saben que existen las optativas de POLIMEROS I y II .

(No se incluye noveno semestre porque esta incorporado al plan UNAM y por lo tanto tiene otras materias optativas)

Las materias optativas que existen en el nuevo plan de estudios son: Investigación de Operaciones I y II, Petróleo I y II, Polímeros I y II, y Tecnología de Alimentos I y II. De estos 4 temas, el porcentaje de los alumnos contestaron acertadamente de acuerdo a la siguiente tabla:

Número de tema:	Primero	Tercero	Quinto	Séptimo
0	36.84	13.64	14.29	19.05
1	13.16	9.00	14.29	14.29
2	26.32	31.82	14.29	38.10
3	23.68	18.18	34.28	23.81
4	-	27.27	22.86	4.75
Materia de Polímeros	57.89	86.36	85.71	76.19

e) Importancia de los polimeros

El 93 % de los alumnos coincidieron en comentar que los polimeros son de gran importancia para la vida actual, que son muy útiles, prácticos, durables y económicos; que son ampliamente utilizados en diversos sectores industriales como sustitutos de materiales; el otro 7 % no contesto la pregunta.

f) Nivel de conocimientos en el área de polimeros.

Para los diferentes niveles de conocimientos indicados, los porcentajes de alumnos son:

Nivel de conocimientos:	Primero	Tercero	Quinto	Séptimo	Noveno
Muy poco	60.52	13.63	31.43	23.81	17.39
Poco	31.58	50.00	65.71	57.14	17.39
Intermedio	5.26	31.82	2.86	19.05	60.87
Mucho	2.63	4.55	0.00	0.00	4.35
Casi todo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Estos resultados reflejan que el nivel promedio al principio de la carrera es muy bajo y al terminarla intermedio, ya que existen alumnos que han cursado materias optativas referentes a plásticos en los últimos semestres.

g) Número de Cursos

El número de cursos que los alumnos han llevado en relación a los polimeros varía dentro de un mismo grupo, debido a los conocimientos adquiridos en Preparatoria y a que hay cursos que no son totalmente enfocados a polimeros, pero que si incluyen algunos temas relacionados. La tabla reporta los porcentajes de los alumnos de los grupos de acuerdo a sus respuestas

Número de cursos	Primero	Tercero	Quinto	Séptimo	Noveno
Ninguno	76.32	54.54	54.28	76.19	13.04
Uno	23.68	40.91	34.29	19.05	56.52
dos a tres	0.00	4.55	11.43	4.76	26.09
mas de tres	0.00	0.00	0.00	0.00	4.35

#### h) Temas estudiados relacionados con polímeros

De los temas propuestos en el cuestionario, los alumnos marcaron como temas estudiados los siguientes :

(la tabla reporta el número de temas marcados, ya que algunos alumnos marcaron varios)

Temas :	Primero	Tercero	Quinto	Séptimo	Noveno
Conceptos básicos	16	12	17	10	20
Propiedades	3	1	5	7	16
Caracterización	1	2	3	2	9
Polimerización	7	8	13	8	12
Procesamiento	-	1	4	4	14
Formulación	2	1	6	2	7
Plásticos	8	13	11	6	14
Hules	1	4	4	3	11
Fibras	5	4	10	-	4
Adhesivos	-	4	6	4	7
Total	43	50	79	46	114
# temas/# alumnos	1.13	2.27	2.26	2.2	4.9

Se puede observar un promedio de 2 temas por alumno hasta séptimo semestre, en noveno la relación aumenta a 4.9 debido a que aproximadamente la mitad del grupo tomó las materias optativas de plásticos y silicones.

#### 1) Empresas del Área de polímeros

La siguiente tabla reporta los porcentajes de alumnos que contestaron un número determinado de empresas:

Número de Empresas	Primero	Tercero	Quinto	Séptimo	Noveno
Ninguna	60.53	18.18	5.71	14.28	4.17
Una	15.79	4.5	5.71	0.00	0.00
Dos	10.53	31.82	5.71	19.05	8.33
Tres	2.63	13.64	14.29	19.05	4.17
Cuatro	5.26	22.73	28.57	23.81	8.33
Mas de cuatro	5.26	5.5	40.01	23.81	75.00

Se puede decir que si bien el número de empresas conocidas aumenta a lo largo de la carrera, es muy negativo que en los últimos semestres haya estudiantes que no asocien el nombre de alguna empresa con los polímeros.

También se puede decir que las 10 empresas más conocidas para los estudiantes de Ingeniería Química son: Celanese Mexicana, Resistol, Basf, Polímeros de México, Dupont, Pemex, Bayer, Unión Carbide, Negromex y Polioles.

j) Sobre la pregunta de si les gustaría estudiar más acerca de los polímeros, las respuestas, en porcentajes fueron las siguientes:

	Primero	Tercero	Quinto	Séptimo	Noveno
Si	97.37	95.65	94.29	95.24	91.30
No	2.63	4.35	5.71	4.76	8.70

k) Sobre la pregunta de que si aceptarían estudiar una especialización en el área, aunque esta representara uno o dos semestres más de estudios, las repuestas (en porcentaje), fueron:

	Primero	Tercero	Quinto	Séptimo	Noveno
Si	84.21	95.65	91.43	85.71	82.61
No	15.79	4.35	8.57	14.29	17.39

Se tenía contemplado estimar el número de egresados de Ingeniería Química que se encuentran trabajando en el área de polímeros y hacer una comparación de quienes habían cursado materias optativas de plásticos y silicones (últimas 3 generaciones) con respecto a quienes no habían recibido esta preparación; sin embargo, no se pudo llevar a cabo en forma cuantitativa, ya que se carece de registros de información confiable, aunque a priori, la mayoría de los que han cursado estas materias han buscado trabajar en esta área.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que se justifica plenamente que la Universidad La Salle cree una especialidad para la carrera de Ingeniería Química, en el área de polímeros.

#### 4.5 Horizonte Laboral

Los egresados de esta licenciatura estarán capacitados para analizar la problemática de la industria de los polímeros; esto es las reacciones de polimerización, la formulación y fabricación de plásticos, resinas, hules y fibras sintéticas; la determinación de propiedades y la caracterización de materiales poliméricos, las especificaciones de calidad dentro de diferentes procesos, los problemas de adaptación de tecnologías extranjeras y el posible desarrollo de nuevos proyectos, y la importancia de fomentar la investigación para solucionar la dependencia tecnológica.

El profesionista será útil en industrias de plásticos, hules o elastómeros, fibras sintéticas, adhesivos y recubrimientos, firmas de ingeniería, procesadoras, comercializadoras y/o distribuidoras de estos productos, maquiladoras, síntesis de polímeros, laboratorios, y centros de investigación.

También podrá participar en el área de desarrollo de nuevos productos dentro de las industrias de fabricación de juguetes, en la industria automotriz, de calzado, de empaque y envase, de textiles, de electrónica y telecomunicaciones, etc.

Así mismo podrá participar en los proyectos de investigación y regulación de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Petróleos Mexicanos, el Instituto Mexicano del Petróleo, los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, El IMIT A.C. , El Centro de Investigación en Química Aplicada, etc.

#### 4.6 ESTRUCTURA ACADÉMICA

##### 4.6.1 PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

La estructuración del plan de estudios será como se muestra a continuación:

UNIVERSIDAD LA SALLE  
ESCUELA DE QUIMICA  
PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE  
INGENIERO QUIMICO EN PLÁSTICOS Y POLIMEROS

ASIGNATURAS	HORAS SEMANA			
	T E O R I A	P R A C T I C A	T O T A L	C R E D I T O S
PRIMER SEMESTRE:				
QUIMICA I	4	2	6	10
ALGEBRA MODERNA	3	1	4	7
CALCULO DE UNA VARIABLE	3	1	4	7
INTRODUCCION A LA ING. QUIM.	3	-	3	6
FISICOQUIMICA I	4	2	6	10
COMPUTACION	2	2	4	<u>6</u>
				46

A S I G N A T U R A S

T E O R I A.	P R A C T I C A	T O T A L	C R E D I T O S
-----------------------------	--------------------------------------	-----------------------	--------------------------------------

SEGUNDO SEMESTRE:

QUIMICA II	4	2	6	10
EC. DIFERENCIALES ORDINARIAS	3	-	3	6
CALCULO DE VARIAS VARIABLES	3	-	3	6
INTROD. A LA ING. QUIM. DE POLIMEROS	3	-	3	6
BALANCES DE MATERIA	2	2	4	6
FISICOQUIMICA II	4	2	6	10
COMPUTACION II	2	2	4	<u>6</u>
				44

TERCER SEMESTRE:

QUIMICA III	4	2	6	10
EC. DIFERENCIALES PARCIALES	2	1	3	5
FENOMENOS DE TRANSPORTE	3	1	4	7
SINTESIS DE POLIMEROS	3	3	6	8
BALANCES DE ENERGIA	2	2	4	6
FISICOQUIMICA III	3	2	5	8
METODOS NUMERICOS	3	-	3	<u>5</u>
				50

CUARTO SEMESTRE:

QUIMICA IV	4	2	6	10
FISICA I	3	1	4	7
ADMINISTRACION	2	-	2	4
CARACTERIZACION DE POLIMEROS I	3	3	6	8
FLUJO DE FLUIDOS	4	2	6	12
FISICOQUIMICA DE POLIMEROS	3	2	5	8
ESTADISTICA	3	-	3	<u>6</u>
				55

A S I G N A T U R A S

T E O R I A	P R A C T I C A	T O T A L	C R E D I T O S
----------------------------	--------------------------------------	-----------------------	--------------------------------------

QUINTO SEMESTRE:

FISICA II	3	1	4	7
INGENIERIA MECANICA I	3	-	3	6
INGENIERIA ECONOMICA I	2	1	3	5
CARACTERIZACION DE POLIMEROS II	3	3	6	6
TRANSFERENCIA DE CALOR	4	3	7	11
CINETICA DE REACCIONES	4	2	6	9
OPTIMIZACION	2	1	3	<u>5</u>
				51

SEXTO SEMESTRE:

INGENIERIA ELECTRICA I	3	-	3	6
INGENIERIA MECANICA II	3	-	3	6
INGENIERIA ECONOMICA II	2	1	3	5
FORMULACION	3	3	6	9
PROCESOS DE SEPARACION I	4	3	7	11
DISENO DE REACTORES I	4	1	5	9
INGENIERIA DE PROCESOS I	2	1	3	<u>5</u>
				49

SEPTIMO SEMESTRE:

INGENIERIA ELECTRICA II	3	-	3	6
INGENIERIA DE SERVICIOS	2	1	3	5
CONTROL DE CALIDAD	3	-	3	6
TECNOLOGIA DE POLIMEROS I	2	1	3	5
PROCESOS DE SEPARACION II	4	3	7	11
DISENO DE REACTORES II	4	-	4	8
INGENIERIA DE PROCESOS II	2	1	3	<u>5</u>
				47

**A S I G N A T U R A S**

T E O R I A	P R A C T I C A	T O T A L	C R E D I T O S
----------------------------	--------------------------------------	-----------------------	--------------------------------------

**OCTAVO SEMESTRE:**

INSTRUMEN Y CONTROL DE PROCESOS.	3	-	3	6
DISENO DE EQUIPO	3	-	3	6
RELACIONES HUMANAS	2	-	2	4
TECNOLOGIA DE POLIMEROS II	2	1	3	5
INGENIERIA DE PROYECTOS	3	1	4	7
PROCESOS DE TRANSFORMACION I	3	1	4	<u>6</u>
				34

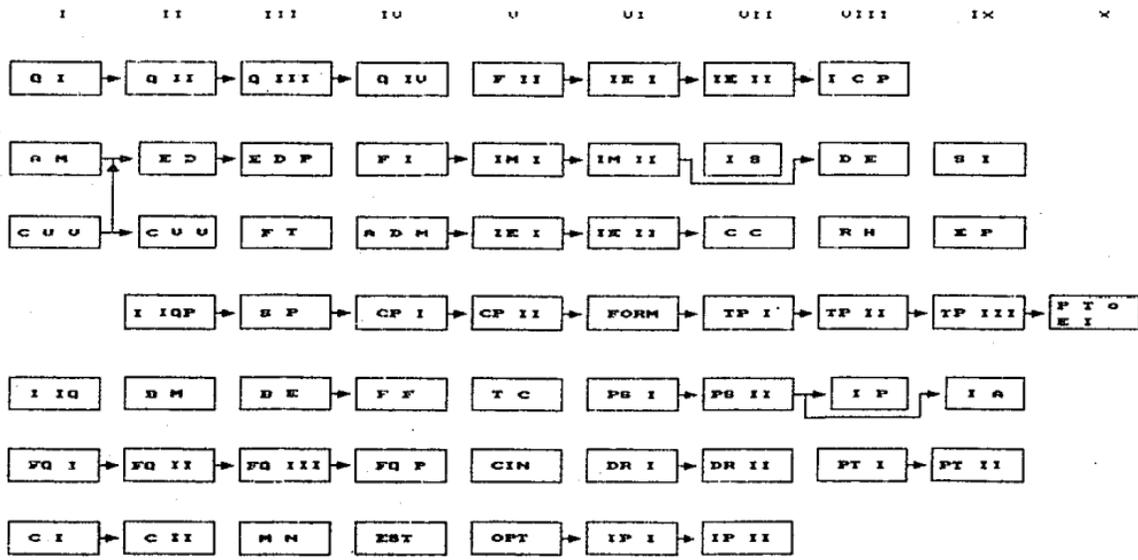
**NOVENO SEMESTRE:**

SEGURIDAD INDUSTRIAL	3	3	6	9
ETICA PROFESIONAL	3	-	3	6
TECNOLOGIA DE POLIMEROS III	2	1	3	5
INGENIERIA AMBIENTAL	2	1	3	5
PROCESOS DE TRANSFORMACION II	3	1	4	<u>6</u>
				39

**DECIMO SEMESTRE:**

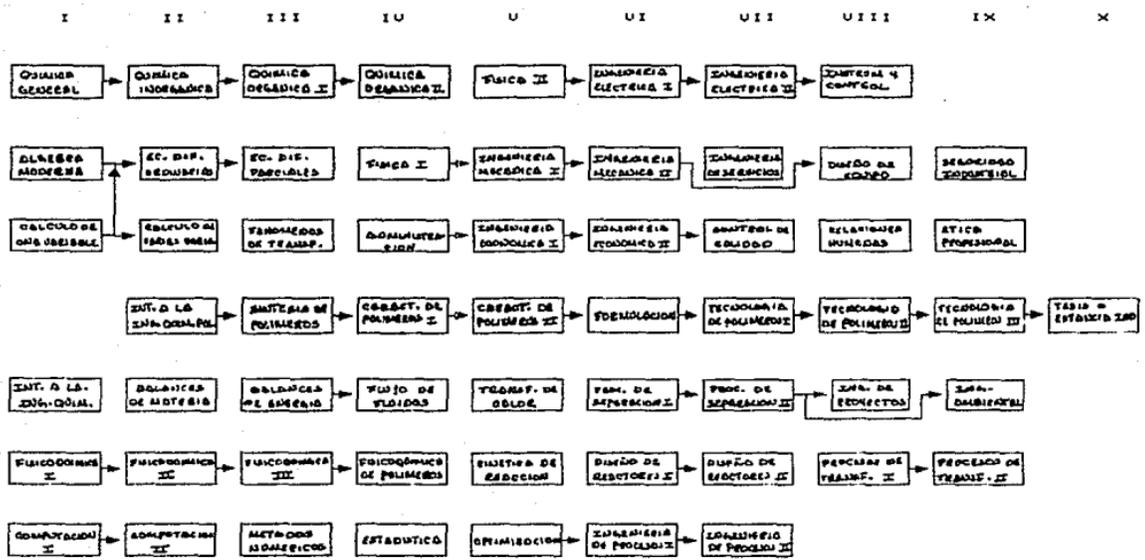
PROYECTO DE TESIS O ESTANCIA INDUSTRIAL.	10	10	20	<u>30</u>
				30

527



INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS  
 TABLA DE SERIACION

691



INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS  
 TABLA DE SERIACION

#### 4.7.2 Objetivos del plan de Estudios

Dada la creciente demanda de la tecnología de los diferentes polímeros, considero que es muy importante que, con el fin de mejorar la calidad de los egresados, la Escuela de Química de la Universidad La Salle, cumpla con las siguientes metas:

- a) Tomar conciencia de la importancia de este sector
- b) Vincular la Escuela con el sector Industrial.
- c) Generar una especialidad en el Área de Polímeros
- d) Crear una infraestructura académica sólida que le permita estar actualizada constantemente en ésta área.
- e) Fomentar la creación de un posgrado en esta especialidad
- f) Apoyar con recursos humanos altamente especializados en ésta área, el desarrollo tecnológico de nuestro País.

De acuerdo a esto, los objetivos del presente plan de estudios son:

Que el alumno adquiera experiencia práctica, que complemente su formación teórica y logre así una efectiva capacitación para su futuro desempeño en la industria; a través de conocimientos actualizados y materias acordes a las necesidades del sector industrial, se motivará al estudiante a profundizar sus conocimientos y a desarrollarse mucho mejor profesionalmente.

El futuro Ingeniero Químico en Polímeros, deberá ser capaz de operar adecuadamente equipos de operaciones y procesos unitarios, y deberá estar capacitado para llevar a cabo actividades de diseño, operación y optimización de equipos y plantas industriales, podrá introducir conceptos de control de procesos, así como bases para planeación, programación y desarrollo de proyectos.

Interactuamos en una sociedad cada vez más compleja y los problemas que hay que afrontar son más difíciles que los que resolvieron generaciones anteriores, por ello, se pretende que estos profesionistas estén preparados para un mundo de cambios continuos, tanto en los conocimientos que integran la carrera, como en las áreas de aplicación; se debe hacer énfasis en la preparación de un Ingeniero Químico en Polímeros interdisciplinario, capaz de trabajar en conjunto con un espectro mas amplio de colegas (químicos, físicos, biólogos, ingenieros en materiales, en mecánica, en electrónica, etc.) que permitan el mejor desarrollo de los futuros proyectos.

#### 4.7.3 Perfil del egresado

El egresado de la Carrera de Ingeniería Química en Polímeros será capaz de :

- 1.- Identificar los diferentes materiales poliméricos.
- 2.- Elegir el material y el proceso de transformación adecuado para obtener la pieza o el producto deseado
- 3.- Conocer las condiciones de procesamiento para cada tipo de material.
- 4.- Utilizar correctamente los diferentes compuestos empleados como aditivos y cargas dentro de la formulación del producto deseado.
- 5.- Conocer las causas de los problemas más comunes en los procesos de transformación y resolverlos rápida y acertadamente.
- 6.- Interpretar los resultados de las pruebas de caracterización de polímeros.
- 7.- Hacer una evaluación de los diferentes procesos de síntesis y transformación de polímeros.
- 8.- Entender los principios básicos del funcionamiento del equipo de transformación.
- 9.- Desarrollar simulaciones de procesos de transformación
- 10.- Comprender los principios del diseño de moldes y dados
- 11.- Realizar investigación experimental de nuevos materiales
- 12.- Llevar a cabo trabajos originales de investigación aplicada sobre los materiales existentes y los futuros desarrollos.
- 13.- Realizar estudios de mercado para las nuevas aplicaciones de los materiales poliméricos.
- 14.- Aplicar los conceptos de control estadístico de procesos como parte de la teoría de calidad total.
- 15.- Aplicar lo establecido por la legislación en materia de materiales que pueden estar en contacto con alimentos, que no generen desechos contaminantes, etc.
- 16.- Diseñar plantas de reciclado de materiales no biodegradables.
- 17.- Interactuar con otros profesionistas para el desarrollo de nuevos proyectos.

#### 4.7.4 Organización del Plan de Estudios

El plan de estudios estará estructurado por semestres, en los que se integrarán los conocimientos teórico-prácticos de cada una de las asignaturas mediante laboratorios y clases que tendrán sede en las aulas que corresponden a las Escuelas de Química, y los conocimientos prácticos se impartirán en los nuevos laboratorios.

Con este tipo de organización se pretende que el alumno:

- a) Sea capaz de desarrollar los modelos que representan la realidad y utilizarlos en la resolución de problemas específicos.
- b) Sepa comunicar en forma adecuada sus conocimientos
- c) Trabaje en forma individual y al mismo tiempo participe y organice trabajos en equipo.
- d) Conduzca e interprete experimentos que le permitan obtener la información requerida no disponible a través de otros medios.
- e) Analice alternativas, considerando factores tanto económicos, técnicos y sociales para llegar a la decisión más acertada.
- f) Logre buenos hábitos de estudio que perduren más allá de sus años universitarios y procure una constante actualización a lo largo de su vida profesional.
- g) Tome conciencia del papel que juega en la conservación de los recursos naturales y en el aprovechamiento de los mismos, versus los avances científicos y tecnológicos.

En el proceso de organización del plan de estudios ha sido necesario recopilar la mayor cantidad de información de otras universidades que ya tienen experiencia en ofrecer licenciaturas y posgrados similares para decidir que materias se van a ofrecer y en que porcentaje. Además de que debe existir un intercambio interacadémico entre instituciones de educación superior; por ello en el capítulo anterior se han expuesto en detalle planes de estudio de otras universidades de la República Mexicana y del extranjero.

Las asignaturas son actividades académicas que cubren aspectos tanto teóricos como prácticos, que si bien se desarrollan por lo regular en forma de cátedra, incluyen actividades de laboratorio. La evaluación del desempeño del alumno incluirá criterios sobre la capacidad para asimilar, integrar y aplicar la información estudiada durante el curso.

De acuerdo con la estructura de la carrera y los objetivos a lograr se estableció un procedimiento adecuado para la selección de los elementos que forman parte del programa de actividades académicas.

El procedimiento de selección se basó en el análisis de los puntos que a continuación se muestran, para cumplir en forma adecuada con los objetivos terminales fijados.

- a) Analizar todas y cada una de las áreas que conforman a la carrera para así, conocer sus características.
- b) Analizar todas y cada una de las unidades de cada área, para así buscar la interrelación entre ellas, y en consecuencia, buscar que los elementos seleccionados la cumplan.

- c) Se estudió cada uno de los objetivos de las unidades así como el objetivo general de la unidad.
- d) Se enlistaron para las nuevas asignaturas elementos importantes para la realización de la actividad escolar, tales como: objetivos generales, contenido por unidad, actividades de aprendizaje y bibliografía.

La estructura de la carrera de Ingeniería Química en Polímeros será del siguiente modo:

**Ciclo Básico:** Común con la carrera de Ingeniería Química.

**Ciclo Profesional:** Específico a la carrera de Ingeniería Química en Polímeros, con materias propias a la síntesis, caracterización, métodos de obtención, propiedades, usos e importancia de estos materiales.

**Proyecto Terminal:** Elaboración del Proyecto de Tesis o del Reporte de la Estancia Industrial para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería Química en Polímeros, a través de un Exámen Profesional .

Se debe de haber aprobado el 70% de cada ciclo para iniciar uno nuevo. En caso de no cumplir con lo establecido el alumno tendrá un carácter condicional y su caso será evaluado por el H. Consejo de la Escuela de Química.

#### 4.8 Mecanismos de Evaluación del Plan de Estudios

En materia de evaluación se contemplan cuatro aspectos:

- 1) La evaluación de los aspirantes al ingresar a la licenciatura.
- 2) La evaluación del progreso del alumno a través de sus estudios
- 3) La evaluación propia de cada curso.
- 4) La evaluación del proyecto académico en su totalidad.

En relación al primer punto La Universidad La Salle ya tiene exámenes con estándares establecidos para los alumnos de nuevo ingreso a la carrera de ingeniería química, que igualmente se pueden aplicar a la Ingeniería Química en Polímeros. También existen exámenes psicométricos y de idioma Inglés.

El segundo punto estará determinado por el grado de participación del alumno en clases ya sea por medio de la calidad de los comentarios hechos en clase, de los temas estudiados o por la habilidad demostrada para buscar información adicional y por su atención y asiduidad a las cátedras. También se tomará en cuenta el interés al realizar prácticas profesionales y visitas a empresas. Además se emplearán los exámenes mensuales y de fin de curso; así como proyectos y trabajos para llevar a casa.

Para la evaluación de un curso se pueden elaborar encuestas como ya se ha estado haciendo en la Escuela de Química en cuanto a la calidad de los cursos, de los maestros y del contenido de los programas de estudio. Así mismo se puede convocar a sesiones con los maestros que impartan las mismas materias o bien las más íntimamente relacionadas para una mejor coordinación de los objetivos terminales de los cursos.

La evaluación de un curso también puede ser elaborada por el maestro que impartió la materia al final del semestre, en base al interés demostraron los alumnos hacia ciertos temas y el grado de dificultad con que se asimilaron los conocimientos, aparte de la opinión del alumno sobre el contenido y la dinámica de la clase.

Para evaluar el proyecto académico en su totalidad sería de gran ayuda tener estadísticas actualizadas de la cantidad de alumnos que ingresan, los que desertan en el primer año, los que lo hacen en el segundo año y que porcentaje permanece para el quinto semestre. También es necesario saber cuales son las principales deficiencias de los alumnos durante la carrera y con que materias se podrían reforzar sus conocimientos básicos de ingeniería y matemáticas. Además considero importante elaborar una estadística de los alumnos egresados para hacer un seguimiento y de esta forma ir reestructurando los programas de estudio.

#### 4.8.1 Posibilidades de Actualización del Plan de Estudios.

Es importante realizar estudios como el presente, previo a la instauración de un plan de estudios. Se recomienda que se dediquen anualmente varias sesiones para la evaluación del estado de progreso del plan de estudios en sus diferentes niveles con fines de actualización. Para un buen desarrollo es necesario conocer las opiniones y experiencias de los profesores de asignatura, jefes de área y asesores académicos, así como de los estudiantes.

#### 4.9 Programa de actividades académicas por asignatura:

Objetivo, programa sinoptico, bibliografía.

A continuación se presentan los objetivos, el contenido, las actividades y la bibliografía sugerida de las nuevas materias del programa de estudios de la carrera de Ingeniería Química en Polímeros. También se presenta una breve descripción de todas las materias, tanto las que se cursan en la carrera de Ingeniero Químico de la U.L.S.A. como de las de la nueva carrera. La descripción de las materias de Ingeniería Química es necesaria para hacer un buen análisis y así evitar traslapes, repeticiones y si existen o no antecedentes.

BREVE DESCRIPCION DE LAS MATERIAS QUE SE CURSAN  
COMUNES A LA CARRERA DE INGENIERO QUIMICO  
ESCUELA DE QUIMICA, U. L. S. A.

PRIMER SEMESTRE :

Química I (Química General)

Se trata de familiarizar al estudiante con el lenguaje y el simbolismo de la química. Aplicación del método científico e interpretación y manejo de datos experimentales. Estudio de los principales modelos desarrollados para explicar el comportamiento y naturaleza de la materia, relacionándolos con la realidad. Modelos atómicos. Teoría cuántica. Átomos polieletrónicos. Propiedades periódicas. Estructura, molécula, modelo del orbital molecular. Modelos de enlace de compuestos de coordinación. Cálculos estequiométricos.

Álgebra Moderna

Obtener un entrenamiento mental para razonar, analizar y deducir usando la lógica, la estructura del sistema numérico, la teoría de las ecuaciones y matrices. Aplicará el lenguaje matemático a diferentes ramas de la química, fisicoquímica etc., con los conocimientos que adquiera del álgebra vectorial, superficies en general y sistemas de coordenadas. Teoría de las ecuaciones. Matrices y determinantes. Sistemas de ecuaciones lineales.

Cálculo de una Variable

Conocer los conceptos del cálculo tales como: función, límite y continuidad utilizados en la derivación. Aplicaciones de la derivada. La diferencial. Antiderivación. Técnicas de integración de funciones de una variable.

Introducción a la Ingeniería Química

Conocer el uso de la Química en la vida cotidiana; la importancia del aprovechamiento racional de los recursos naturales. Los recursos de México, la industria química nacional; la industria química y su relación con los problemas nacionales, la carrera de Ingeniería Química. Función social del Ingeniero Químico.

## Fisicoquímica I

Estudio de los conceptos fundamentales de la termodinámica clásica que son base de la Química Analítica e Inorgánica. Sistemas fisicoquímicos en equilibrio. Leyes de la termodinámica. Cambios energéticos que ocurren en la materia. Equilibrio químico en sistemas homogéneos. Lenguaje termodinámico. Estado de agrupación de la materia, modelo del gas ideal y leyes que lo rigen. Primera Ley de la Termodinámica. Segunda Ley de la Termodinámica. Criterios de espontaneidad a partir de la energía libre de Helmholtz.

## Computación I

Características de las computadoras digitales. Componentes básicos de una computadora y descripción de sus funciones. Conceptos básicos sobre el manejo de información. Los sistemas de codificación. Fundamentos de programación.

## SEGUNDO SEMESTRE :

### Química II (Química Inorgánica.)

Se proporciona al alumno una idea clara y precisa de los principios fundamentales de la Química Inorgánica. Se estudian las propiedades físicas, químicas, los métodos generales de obtención y usos de los elementos y sus principales compuestos. Tabla periódica y unión química en los grupos de elementos. Oxido-reducción. Estudio de los grupos de elementos.

### Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Definición y clasificación de las Ecuaciones Diferenciales. Solución e interpretación gráfica de las ecuaciones. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden. Ecuaciones diferenciales de orden superior. Resolución por métodos gráficos y numéricos.

### Cálculo de Varias Variables

Conocer las funciones de diversas variables. Ecuaciones de superficies y curvas en el espacio. Integrales múltiples. Integrales curvilíneas y de superficie así como campos vectoriales con el fin de resolver problemas prácticos.

## Balance de Materia

Conocer los principios de las operaciones unitarias y procesos unitarios de Ingeniería Química. Se desarrollará en el alumno la habilidad necesaria para que aplique las técnicas de balance de materia tanto para cuantificar el material de un proceso como para la formulación de modelos matemáticos de equipos de proceso. Lenguaje básico. Unidades y dimensiones. Variables de proceso. Ley de la conservación de materiales. Sistemas y procesos. Balance de materia en casos simples sin reacción química. Estequiometría Industrial y cálculos más comunes en reacciones químicas simples. Balance de materia con reacción química. Recirculación sin reacción química. Procesos industriales básicos.

## Físicoquímica II

Estudio de los conceptos relacionados con la teoría cinética molecular, sistemas en equilibrio y equilibrio de fases. Aspectos macro y microscópicos de los sistemas y sistemas fisicoquímicos en desequilibrio para aprender a calcular las propiedades termodinámicas de compuestos puros y de mezclas multicomponentes. Propiedades termodinámicas a partir de ecuaciones. Propiedades termodinámicas a partir de información experimental. Termodinámica estadística. Ecuaciones de Estado. Teorema de los Estados Correspondientes. Balance de energía en sistemas multicomponentes.

## Computación II

Computación estructurada. Manejo de diferentes lenguajes como Fortran y Basic. Las bases del análisis numérico. Cálculo de funciones y manipulación de datos. Ecuaciones no lineales unidimensionales. Manejo de paquetería.

## TERCER SEMESTRE :

### Química III (Química Orgánica I)

Evolución de la química orgánica. Propiedades y características estructurales que describen a los Alcanos, Alquenos, Alquinos, Dienos, Hidrocarburos Cíclicos Alifáticos. Halogenuros de alquilo y arilo estableciendo la estructura de un compuesto a través de los métodos y procesos adecuados.

## Ecuaciones Diferenciales Parciales

Análisis de fenómenos físicos y químicos mediante el uso de modelos matemáticos para la resolución de ecuaciones diferenciales parciales. Espacios vectoriales. Reales. Series de Funciones Ortogonales. Ecuaciones diferenciales parciales. solución de ecuaciones diferenciales parciales de segundo orden. Transformaciones lineales. Desviación de vectores. Derivación de función de varias variables. Métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales parciales.

## Fenómenos de transporte

El alumno utilizará las ecuaciones generales de momentum, calor y masa para resolver problemas sencillos relacionados con la transferencia de esas propiedades, definiendo los diferentes números adimensionales que se emplean. Viscosidad. Balances de momento en régimen laminar. Ecuación diferencial de continuidad y de transferencia de momento. Turbulencia. Análisis dimensional y correlaciones. Ley de Fourier y la conductividad térmica. Ecuaciones diferenciales de transferencia de calor. Transferencia de calor por convección. transferencia de calor por radiación. Primera ley de Fick y el coeficiente de difusión. Ecuaciones diferenciales por transferencia de masa por convección.

## Balace de Energía

El alumno desarrollará las habilidades necesarias para que aplique las técnicas de balances de energía tanto para cuantificar los requerimientos energéticos necesarios así como para el modelado de equipos. Definición de energía. Conservación de la energía y expresión general de balance. Tipos de procesos. Aplicación de la ecuación general de balance de energía a flujo de fluidos. Transferencia de calor. Operación aire-agua. Mezclado y Evaporación. Balances de energía en sistemas con reacción química. Balances de materia y energía.

## Fisicoquímica III

El alumno comprenderá el concepto de equilibrio de fases mediante el desarrollo de métodos de cálculo aplicables a problemas prácticos de problemas de separación. Equilibrio de fases en el campo de la Ingeniería Química. Dependencia de la fugacidad y potencial químico con la temperatura y la presión. Soluciones líquidas ideales. Funciones en exceso y cantidades molares parciales. Principios básicos de la no idealidad de las soluciones por medio de las fuerzas intermoleculares presentes. Fugacidades en soluciones acuosas de electrolitos. Aplicación a problemas de equilibrio de fases combinado con balances de materia y energía de interés industrial. Sistemas en equilibrio. Entalpía de formación y energía libre de Gibbs de formación. Constantes de equilibrio y calor de reacción. Equilibrio para sistemas en fase gas. Equilibrio para sistemas en fase líquida. Equilibrio iónico. Equilibrio para sistemas condensantes. Equilibrio químico multifásico. Aplicaciones del equilibrio fisicoquímico a procesos industriales.

## Métodos Numéricos

Diseños de sistemas de computo para la integración numérica de funciones matemáticas. Método de Newton. Matrices y tópicos afines. Sistemas de Ecuaciones no-lineales y principios de optimización. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones diferenciales parciales.

## CUARTO SEMESTRE :

### Química IV (Química Orgánica II)

Aplicación de los fundamentos teóricos. Así como la química de cada uno de los diferentes grupos funcionales presentes en las reacciones químicas, para la síntesis de los compuestos orgánicos. Nitrocompuestos. Aminas. Alcoholes y fenoles. Eteres. Aldehídos y Cetonas. Acidos carboxílicos y derivados

### Física I

Analizar los conceptos de Estática, como escalares y vectores, sistemas de fuerzas, cálculo gráfico y analítico de la resultante y equilibrante de un sistema, diagramas de campo libre, fricción, etc. y aplicarlos a la resolución de problemas. Resolución de problemas numéricos de aplicación de conceptos de Dinámica, como leyes de Newton, trabajo, energía, momentum, inercia, elasticidad e hidráulica, que servirán como base a los cursos de ingeniería mecánica.

### Administración.

Estilos de administración más adecuados a los objetos de la industria de procesamientos químicos. Conceptos generales de las funciones administrativas. La función de planeación. La función de organización. La función de dirección. La función de control. Administración de un proyecto.

### Flujo de fluidos

El alumno evaluará los conocimientos y criterios necesarios para diseñar, evaluar y seleccionar equipos y sistemas de flujo de fluidos en plantas industriales, cuidando aspectos fundamentales como el balance de energía y en particular el balance de ingeniería mecánica como punto de partida para la resolución de problemas. Balance de energía en sistemas de flujo de fluidos. Perdidas por fricción en tuberías y accesorios. Medidores de flujo y válvulas de control. Diseño de tuberías. Redes de tuberías. Equipos para manejo de líquidos. Flujo de gases y vapores. Flujo a dos fases. Flujo sónico. Fluidos no newtonianos. Flujo de fluidos en sistemas a régimen no permanente.

## Estadística

Interpretará los resultados obtenidos al aplicar diferentes tipos de técnicas estadísticas. Estadística descriptiva. Tratamiento de datos. Análisis combinatorio. Características de los medios de dispersión. Variables aleatorias y leyes de probabilidad. Distribución normal. Teorema del límite central. Distribuciones por cuadrado. Student. Fisher. distribución binomial de Poisson. Hipergeométrica. Pruebas de significación. Pruebas de hipótesis.

## QUINTO SEMESTRE :

### Física II

Revisión de los conceptos de carga eléctrica, campo eléctrico, unidades de medición electricas, circuitos de corriente directa y alterna, magnetismo y electromagnetismo, etc. y su aplicación a la resolución de problemas; así como sus aplicaciones prácticas en los aparatos y máquinas.

### Ingeniería mecánica I

Se establecerán las bases en que se fundamenta el análisis estructural desde el punto de vista de resistencia de materiales. Momento primero y segundo orden. Diagramas de pruebas. Tecnología de materiales. Propiedades mecánicas de los cuerpos, tensión y compresión. Problemas hiperestáticos. Diseño de estructuras. Torsión. Diseño de transmisiones sujetas a torsión. Juntas remachadas. Juntas de expansión.

### Ingeniería Económica I

Estudio de los elementos de la economía y la influencia en las actividades industriales para conocer la forma en que se pueden construir las empresas con sus objetivos. Conceptos de economía. Elementos de macro y micro economía. Organización. Mercado. Introducción a la ingeniería de costos. Finanzas. Evaluación de proyectos de inversión.

### Transferencia de Calor

El alumno diseñará equipos y sistemas de transferencia de calor en plantas industriales. Transferencia de calor. Conducción. Convección. Convección forzada. Transferencia de calor en cambio de fase. Diseño de cambiadores de calor de haz y envolvente. Diseño de cambiadores de calor especiales. Transferencia de calor por contacto directo y superficies extendidas. Sistemas de recuperación de energía. Radiación. Cámara de combustión.

## Cinetica de Reacciones (Fisicoquímica VI)

Comprender el carácter experimental del estudio de la Cinética Química y la Catálisis. Señalar los métodos de cálculo que permitan el establecimiento de las ecuaciones de rapidez de las reacciones así como los modelos de interpretación a nivel molecular de los fenómenos cinéticos. Funciones de reporte y su relación con las funciones termodinámicas de estado. Cinética química, orden y mecanismos de reacción. Catálisis, Mecanismos de catálisis.

### SEXTO SEMESTRE :

#### Ingeniería eléctrica I

Simbología de diagramas eléctricos y resolución de problemas calculando corrientes, voltajes y potencias de circuitos monofásicos y trifásicos. Teoría de la corriente alterna. Análisis de redes de mallas y nodos. Circuitos trifásicos balanceados. Máquinas eléctricas. Elementos de protección y control. Conformación de un sistema eléctrico. Diagrama unifilar. Códigos, normas, y mantenimiento para instalaciones eléctricas.

#### Ingeniería Mecánica II

El alumno podrá indicar los diferentes tipos de juntas empleadas en la construcción del equipo; así como algunos elementos para la transmisión de potencia mecánica, calculando los esfuerzos producidos en tuberías y recipientes empleados en la industria de procesamiento de materiales. Juntas estructurales. Torsión. Diseño de recipientes. Uniones en tuberías y recipientes.

#### Ingeniería Económica II

Estudio de los costos y gastos , de operación de plantas químicas en el diseño y manejo de equipos, formulando estados financieros básicos, conociendo técnicas y aplicandolas en la evaluación de proyectos. Ingeniería de costos. Técnicas de estimación de inversión fija. Estimación de costos y gastos de operación. Estimación de capital de trabajo. Conceptos contables. Evaluación de proyectos de inversión.

#### Procesos de Separación I

Problemas típicos de diseño y operaciones de sistemas de separación de mezclas y soluciones, explicando el funcionamiento de los equipos para la separación de mezclas y la función específica de cada una de las partes de dichos equipos. Sedimentación. Centrifugación. Filtración de líquidos. Limpio de gases. Reducción y clasificación de tamaño. Destilación por lotes. Extracción líquido-líquido. Difusividad. Coeficiente de transferencia de masa. Torres de pared mojada. equipos de intercambio iónico.

## Diseño de Reactores I

Comprensión de los métodos de diseño y operación de reactores; análisis del papel de los reactores en los procesos de transformación, balances de materia y energía para describir cualquier sistema de reacción; aplicación de los datos de cinética de reacción, características y cálculos de diseño de los diferentes tipos de reactores homogéneos.

## Ingeniería de Procesos I

Análisis de los procesos existentes, estudio de la importancia del diseño de procesos, interpretación de diagramas de flujo de proceso, balances de materia y energía, grados de libertad, bases de diseño, análisis termodinámico de procesos, selección de equipo de proceso, simulación de procesos.

## SEPTIMO SEMESTRE :

### Ingeniería Eléctrica II

Principios de operación de máquinas eléctricas, transformador, la máquina rotora de corriente directa, la máquina rotora de corriente alterna, conversión electromecánica, sistemas de protección y control, distribución e instalaciones industriales.

### Ingeniería de Servicios.

El alumno aprenderá a proponer el esquema de proceso más adecuado relacionado con los servicios de una planta; seleccionando diferentes alternativas, con base en el concepto de eficiencia y criterios de operación recomendados. Servicios requeridos en una planta. Agua, sus requerimientos en cuanto a pureza para diferentes procesos. Métodos de tratamiento de agua. Costos de las diferentes aguas de procesos. Vapor, balance de vapor de una planta. Diferentes tipos de generadores de vapor y usos. Condensado, manejo y tratamiento. Combustibles. Tipos de combustibles y de quemadores. Aire, clasificación de acuerdo a su uso. Diagrama general del aire. Sistemas de refrigeración y usos. Atmosferas inertes. Uso, almacenamiento de gas inerte, formas de generación. Circuitos térmicos especiales. Descripción, características, ventajas y limitaciones.

### Procesos de Separación II

Problemas relacionados con el cálculo en operaciones de transferencia de masa y el dimensionamiento de absorbedoras, de columnas de destilación, humidificadores, deshumidificadores, torres de enfriamiento y secadores. Transferencia de masa en equipos de contacto continuo y diseño de absorbedores. Transferencia de masa en equipos de etapas. Fundamentos del método Ponchón-Savarit. Destilación de multicomponentes.

## Diseño de Reactores II

Análisis y diseño de reactores catalíticos heterogéneos, estudio de la estructura y condiciones de operación de los catalizadores sólidos, fenómenos de transferencia interfacial gas-sólido, resolución numérica de modelos, criterios de selección, escalamiento a nivel industrial, etc.

## Ingeniería de Procesos II

Análisis de las posibles modificaciones a procesos químicos con el fin de optimizarlos, criterios económicos para el diseño de procesos, estimado de costos de procesos, estrategia, bases de diseño, secuencia de cálculo y técnicas de optimización.

## OCTAVO SEMESTRE :

### Instrumentación y control de procesos.

El alumno comprenderá el uso y la aplicación de los diferentes dispositivos y técnicas de control, con el objeto de aplicarlas a los diferentes campos de la ingeniería de procesos o proyectos. Instrumentación industrial. Dinámica de control. Propósitos de los sistemas de control automático en la industria de procesos. Aplicaciones de los sistemas de medición y de control en operaciones unitarias y equipo utilizando computadoras de proceso.

### Diseño de Equipo

Procedimiento general de diseño de los equipos más comúnmente utilizados en la industria química, petroquímica y petrolera, presentando los resultados en tal forma, que puedan ser utilizados en el desarrollo de un proyecto de ingeniería. Equipo rotatorio. Recipientes. Cambiadores de calor. Otros equipos de proceso. Fundamentos de ingeniería de detalle.

### Relaciones Humanas

Identificación de los problemas de relaciones humanas encontrando soluciones a los mismos a través de la comunicación interpersonal y el contacto humano. Comunicación. Relaciones humanas en la empresa. Técnicas de resolución de problemas. Toma de decisiones y trabajo de equipo. Liderazgo.

## Ingeniería de Proyectos

Revisión de conceptos de Ingeniería básica de proyectos, razones que determinan la viabilidad económica y técnica de un proyecto, diagramas de flujo de proceso, diagramas de balances de servicios (agua, aire, vapor, inertes). Revisión de conceptos de Ingeniería de Detalle, Planeación y Organización de Proyectos, tales como listas de equipo y de motores, cálculo y especificación de equipo de proceso, requerimientos y diagramas de servicios auxiliares, controles básicos del proceso, diagramas de tubería e instrumentación, tratamiento de efluentes, situaciones de arranque y operación normal, recomendaciones de seguridad industrial, manejo de materiales, evaluación económica de plantas industriales, libros de proyecto.

### NOVENO SEMESTRE :

#### Seguridad industrial

Panoram general de la Seguridad Industrial, importancia y necesidad de implantación de sistemas de seguridad, auditorias y programas de seguridad, laboratorio del fuego, métodos para la determinación de riesgos.

#### Etica Profesional

El alumno aceptará la responsabilidad moral que asume en el ejercicio de su profesión para el servicio de la comunidad. La cuestión moral en la actualidad. Concepto, fin e importancia de la Etica. El hombre integral, sujeto del comportamiento moral. Conciencia moral. Los valores. Las normas y los juicios morales. El proceso de moralización. Responsabilidad profesional.

#### Ingeniería Ambiental

Análisis técnico, social y económico de los diferentes problemas de la contaminación ambiental; importancia de la interrelación de las cadenas ecológicas de los ciclos bioquímicos, nuevas fuentes de energía, muestreo y control de contaminación atmosférica, de efluentes y de desechos sólidos; analizar los problemas de los materiales no biodegradables o no reciclables.

BREVE DESCRIPCION DE LAS MATERIAS QUE SE CURSAN  
EN LA CARRERA PROPUESTA  
INGENIERO QUIMICA EN POLIMEROS

SEGUNDO SEMESTRE:

Introducción a la Ingeniería Química en Polímeros

Panorama global de las aplicaciones de los polímeros dentro de la Industria Química. Conceptos Básicos, fuerzas moleculares y enlaces químicos en los polímeros. Desarrollo histórico de la Ciencia de las macromoléculas; clasificación y nomenclatura. Futuro del Ingeniero Químico en Polímeros.

TERCER SEMESTRE:

Síntesis de Polímeros

Química de Polímeros. Reacciones de polimerización, polimerización por etapas (condensación), polimerización de adición, polimerización iónica o de coordinación, copolimerización, modificación de polímeros, procesos de polimerización: polimerización en masa, en solución, en suspensión y en emulsión.

CUARTO SEMESTRE:

Caracterización de Polímeros I

Estudio de los diferentes métodos analíticos que se utilizan en la caracterización de los polímeros; desde los métodos sencillos que se usan en forma preliminar, hasta los más específicos de tipo instrumental. Interpretación de los resultados de dichas pruebas .

Fisicoquímica de Polímeros

Métodos de determinación de pesos moleculares. Termodinámica de las soluciones de polímeros. Estudio de las propiedades coligativas. Viscoelasticidad. Principios de Reología y propiedades de flujo no newtonianos.

#### QUINTO SEMESTRE:

##### Caracterización de Polímeros II

Estudio de las propiedades mecánicas, eléctricas, ópticas, acústicas, térmicas y de resistencia química y ambiental de los polímeros, así como las técnicas empleadas en su determinación experimental. Interpretación de resultados.

#### SEXTO SEMESTRE:

##### Formulación

Principios de formulación; propiedades de aditivos y cargas, equipo auxiliar para el formulado. Criterios de selección de polímeros. Diseño y acabado de artículos de materiales macromoleculares.

#### SEPTIMO SEMESTRE:

##### Control de Calidad

Administración de la calidad. Sistema de Calidad Total. Estrategias administrativas para la calidad. Tecnología de ingeniería de la calidad. Tecnología Estadística de calidad. Aplicaciones del control de calidad.

##### Tecnología de Polímeros I

Descripción de las características y procesos para la fabricación de polímeros termoplásticos : plásticos de gran consumo, plásticos versátiles, plásticos de ingeniería y especialidades.

#### OCTAVO SEMESTRE:

##### Tecnología de Polímeros II

Descripción de las características y procesos para la fabricación de los polímeros termofijos y de los elastómeros, así como de las empresas que los fabrican y sus aplicaciones.

### Procesos de Transformación I

Descripción de los equipos y condiciones de operación de las técnicas de procesamiento como: extrusión, soplado, termoformado, calandreo para termoplásticos y los procesos de transformación de termofijos.

### NOVENO SEMESTRE:

#### Tecnología de Polímeros III

Descripción de las características y procesos para la fabricación de polímeros empleados como fibras, películas, adhesivos, recubrimientos y materiales compuestos; empresas del sector y principales aplicaciones.

#### Procesos de Transformación II

Descripción de los equipos y condiciones de operación del proceso de inyección de termoplásticos. Principios de diseño de moldes y dados.

### DECIMO SEMESTRE:

#### Proyecto de Tesis o Estancia Industrial.

El alumno desarrollará un trabajo que le permita obtener el grado de Licenciado en Ingeniería Química en Polímeros, el cual deberá terminar al finalizar el curso de acuerdo al calendario escolar. Como alternativa, podrá presentar una constancia y un reporte completo de estancia industrial de un periodo mínimo de un año en el área de polímeros.

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : INTRODUCCION A LA INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

SEMESTRE : SEGUNDO

CREDITOS : 6

OBJETIVO GENERAL : AL FINAL EL CURSO, EL ALUMNO TENDRA UN PANORAMA GENERAL DE LAS APLICACIONES DE LAS DIFERENTES CLASES DE POLIMEROS PARA QUE SE INTERESE EN SU ESTUDIO Y TOQUE CONCIENCIA DE LA NECESIDAD QUE EXISTE EN MEXICO DE PROFESIONISTAS ESPECIALIZADOS EN ESTA AREA.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIAJE	BIBLIOGRAFIA EVALUACION
4	FAMILIARIZAR AL ALUMNO CON EL LENGUAJE DE LA CIENCIA DE LOS POLIMEROS	1. QUE SON LOS POLIMEROS 1.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y DEFINICIONES 1.2 ESTRUCTURAS BASICAS 1.3 FUERZAS MOLECULARES Y ENLACES QUIMICOS EN LOS POLIMEROS. 1.4 NOMENCLATURA	FICHAS DE INVESTIGACION EXPOSICION ORAL DISCUSION EN GRUPO	-ALLCOCK, LANFE "CONTEMPORARY POLYMER CHEMISTRY" PRENTICE HALL NEW JERSEY  -BILLMEYER, F "TEXTBOOK OF POLYMER SCIENCE" 3a EDICION JOHN WILEY & SONS. 1984
12	CONOCER LAS DIFERENTES CLASIFICACIONES DE LOS POLIMEROS Y SUS PRINCIPALES APLICACIONES	2. CLASIFICACION 2.1 DE ACUERDO A SU ORIGEN 2.1.1 POLIMEROS NATURALES (CELULOSICOS, PROTEINICOS, POLISACARIDOS, ACIDOS NUCLEICOS, NULE, ETC.) 2.1.2 POLIMEROS INORGANICOS (DE AZUFRE, FOSFORO, BORO, SILICIO, ALUMINIO, DE COORDINACION Y SEMI-ORGANICOS). 2.1.3 POLIMEROS SINTETICOS 2.2 SEGUN SU ESTRUCTURA (LINEALES Y RAMIFICADOS, HOMO Y COPOLIMEROS, CRISTALINOS Y AMORFOS) 2.3 SEGUN EL ORIGEN DE SU SINTESIS (CONDENSACION, ADICION, ETC) 2.4 DE ACUERDO A SU APLICACION (RESINAS, PLASTICOS, NULES, FIBRAS, ADHESIVOS, ETC.)		-RODRIGUEZ FERDINAND "PRINCIPIOS DE SISTEMAS DE POLIMEROS" EL MANUAL MODERNO. MEXICO 1984  -BRANDRUP J. IMMERGUT E. "POLYMER HANDBOOK" WILEY INT. PUBLICATION ULTIMA EDICION

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
6	ANALIZAR LA HISTORIA DE LA CIENCIA DE LOS POLIMEROS PARA COMPRENDER SU SITUACION ACTUAL Y SUS TENDENCIAS	<p>3. DESARROLLO HISTORICO</p> <p>3.1 HISTORIA DE LA INDUSTRIA DE LOS POLIMEROS</p> <p>3.2 HISTORIA DE LA INVESTIGACION EN POLIMEROS</p> <p>3.3 SITUACION ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE LOS POLIMEROS</p> <p>3.4 TENDENCIAS A FUTURO</p>	-WILLIAMS D. "POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING" PRENTICE HALL 1971	3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL	
6	DETERMINAR EL CAMPO LABORAL DEL I.Q.F. AL EVIDENCIAR LAS NECESIDADES QUE EXISTEN EN ESTA AREA.	<p>4. EL INGENIERO QUIMICO EN POLIMEROS</p> <p>4.1 ESPECIALIDAD DENTRO DE INGENIERIA QUIMICA</p> <p>4.2 HORIZONTE LABORAL</p>			

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : SINTESIS DE POLIMEROS

SEMESTRE : TERCERO

CREDITOS : 8

OBJETIVO GENERAL : AL FINAL DEL CURSO, EL ALUMNO CONOCERA LAS REACCIONES, MECANISMOS Y TECNICAS PARA LA SINTESIS DE POLIMEROS, ASI COMO LA RELACION ENTRE LAS PROPIEDADES MOLECULARES DEL MONOMERO Y LA REPERCUSION DE ESTAS SOBRE EL PRODUCTO FINAL.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA EVALUACION
3	INTRODUCIR AL ALUMNO AL ESTUDIO DE LAS REACCIONES DE SINTESIS DE POLIMEROS.	1. REACCIONES DE POLIMERIZACION 1.1 TIPOS Y MECANISMOS 1.2 ESTEREOQUIMICA	FICHAS DE INVESTIGACION  ELABORACION DE TABLA COMPARATIVA	-BILLMEYER F "TEXTBOOK OF POLYMER SCIENCE" 3a EDICION JOHN WILEY & SONS. 1984
18	QUE EL ALUMNO COMPRENDA LOS PRINCIPALES TIPOS DE REACCIONES POLIMERIZACION Y LAS ASOCIE A PRODUCTOS COMERCIALES.	2.1 POLIMERIZACION POR REACCION EN ETAPAS: CONDENSAION (MECANISMO, CINETICA, CONTROL Y DISTRIB. DEL PESO MOLECULAR, VERIFICACION EXPERIMENTAL). 2.2 POLIMERIZACION POR RADICAL EN CADENA: ADICION (CINETICA, PESO MOLECULAR Y SU DISTRIBUCION, TERMOQUIMICA, METODOS DE LAB.) 2.3 POLIMERIZACION EN CADENA IONICA Y DE COORDINACION. (CATIONICA, ANIONICA POR COORDINACION, APERTURA DE ANILLOS) 2.4 COPOLIMERIZACION (CINETICA, COMPOSICION, COPOLIMEROS EN BLOQUE Y DE INJERTO) 2.5 CONDICIONES DE LAS REACCIONES DE POLIMERIZACION.	PRACTICAS DE LABORATORIO  ESQUEMAS DE PROCESOS	-ALLCOCK, LARPE "CONTEMPORARY POLYMER CHEMISTRY" PRENTICE HALL NEW JERSEY. 1981  -BATZER, LONSE "INTRODUCTION TO MACROMOLECULAR CHEMISTRY" 2a EDICION JOHN WILEY & SONS. 1980  -COLCOLM F.S. "POLYMER CHEMISTRY & INTRODUCTION" ED WESLEY PUBLISHING CO. 1975

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
10	CONOCER LAS REACCIONES DE LOS PRODUCTOS POLIMERICOS.	3. REACCIONES DE POLIMEROS 3.1 DEGRADACION Y ESTABILIZACION DE POLIMEROS 3.2 CLASIFICACION Y CINETICA DE LA DESPOLIMERIZACION 3.3 IRRADIACION DE POLIMEROS	-ODIAN G. "PRINCIPLES OF POLIMERIZATION" JOHN WILEY NEW JERSEY. 1991	3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL	
10	CONOCER LAS DIFERENTES TECNICAS INDUSTRIALES DE POLIMERIZACION.	4.1 POLIMERIZACION EN MASA 4.2 POLIMERIZACION EN SOLUCION 4.3 POLIMERIZACION EN SUSPENSION 4.4 POLIMERIZACION EN DISPERSION 4.5 POLIMERIZACION EN EMULSION			

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : CARACTERIZACION DE POLIMEROS I

SEMESTRE : CUARTO

CREDITOS : 8

OBJETIVOS GENERALES : AL FINALIZAR EL CURSO, EL ALUMNO SERA CAPAZ DE IDENTIFICAR A LOS POLIMEROS A TRAVES DE METODOS SENCILLOS DE CARACTERIZACION Y CONOCERA LOS METODOS ANALITICOS QUE SE UTILIZAN EN LA INDUSTRIA Y SABRA INTERPRETAR LOS RESULTADOS.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
12	APRENDER LOS METODOS SENCILLOS QUE SIRVEN PARA IDENTIFICAR EN FORMA PRELIMINAR A LOS POLIMEROS	1. PRUEBAS PRIMARIAS 1.1 APARIENCIA FISICA 1.2 DENSIDAD (REAL, AP.) 1.3 COMPORTAMIENTO AL CALOR 1.4 COMPORTAMIENTO DE LA COMBUSTION.	FICHAS DE INVESTIGACION  PRACTICAS DE LABORATORIO  VISITAS A LABORATORIOS INDUSTRIALES	-BATZER/LOHSE "INTRODUCTION TO MACRO-MOLECULAR CHEMISTRY" JOHN NILEY & SONS. 1980	
18	APRENDER LA METODOLOGIA QUIMICA USADA PARA LA IDENTIFICACION DE POLIMEROS	2.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR 2.2 PROPIEDADES, INDICES Y CARACTERISTICAS 2.3 SOLUBILIDAD 2.4 DETERMINACION CUALITATIVA DE LOS ELEMENTOS Y GRUPOS TERMINALES		-KRAUSE/LAUGE "INTRODUCCION AL ANALISIS QUIMICO DE LOS PLASTICOS"  -AMBROSE "ADVANCES IN PREPARATION & CHARACTERIZATION OF MULTIPHASE POLYMER SYSTEMS" JOHN NILEY & SONS. 1984	
30	CONOCER LOS PRINCIPALES METODOS INSTRUMENTALES USADOS EN LA CARACTERIZACION DE POLIMEROS Y EL TIPO DE INFORMACION QUE SE PUEDE OBTENER CON CADA UNO.	3.1 METODOS ESPECTROSCOPICOS 3.1.1 INFRARROJA 3.1.2 ULTRAVIOLETA Y VISIBLE 3.1.3 DE MASAS 3.2 METODOS DE ANALISIS TERMICO 3.2.1 DIFERENCIAL TERMICO 3.2.2 DIFERENCIAL CALORIMETRICO DE EXPLORACION 3.2.3 TERMOGRAVIMETRICO 3.2.4 TERMOMECANICO		-IMPI "MEMORIAS DE LAS CONFERENCIAS DE IDENTIFICACION DE PLASTICOS 1992 "	

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
		3.3 METODOS CROMATOGRAFICOS 3.3.1 CROMATOGRAFIA DE GASES 3.3.2 CROMATOGRAFIA DE LIQS. 3.3.3 CROMATOGRAFIA DE PERMEACION GEL 3.3.4 CROMATOGRAFIA DE CAPA FINA 3.4 OTROS 3.4.1 DIFRACCION DE RAYOS X 3.4.2 ULTRACENTRIFUGACION.			3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : FISICOQUIMICA DE POLIMEROS

SEMESTRE : CUARTO

CREDITOS : 6

OBJETIVOS GENERALES : AL CONCLUIR EL CURSO, EL ALUMNO CONOCERA LOS PRINCIPIOS DE LA TERMODINAMICA DE POLIMEROS ASI COMO LA IMPORTANCIA DEL PESO MOLECULAR Y LAS PROPIEDADES DE FLUJO EN LOS PROCESOS DE SINTESIS Y TRANSFORMACION.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
18	CONOCER LOS DIFERENTES METODOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR EL PESO MOLECULAR DE LOS POLIMEROS	1.1 MEDIDA DE LAS PROPIEDADES COLIGATIVAS 1.2 DETERMINACION DE PESOS MOLECULARES ABSOLUTOS 1.3 METODOS SECUNDARIOS PARA LA DETERMINACION DE PESOS MOLECULARES 1.4 DISTRIBUCION DE PESOS MOLECULARES	FICHAS DE INVESTIGACION PRACTICAS DE LABORATORIO LECTURA DE ARTICULOS TECNICOS	-BILLMEYER F "TEXTBOOK OF POLYMER SCIENCE" 3 <sup>a</sup> ED. JOHN WILEY & SONS. 1984  -CHANG DAE "RHEOLOGY IN POLYMER PROCESSING" ACADEMIA PRESS 1976	
18	ANALIZAR LA MORFOLOGIA DE LAS MACROMOLECULAS	2.1 CONFIGURACIONES Y CONFORMACIONES 2.2 CRYSTALINIDAD 2.3 MORFOLOGIA DE LOS CRISTALES AISLADOS DE POLIMEROS 2.4 PROCESOS DE CRYSTALLIZACION 2.5 ORIENTACION Y ESTIRADO		-BEVERE EDH. "RHEOLOGY OF POLYMERS" REINHOLD PUBLISHING CO. N. YORK 1962	

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
9	COMPRENDER LOS PRINCIPIOS DE LA TERMODINAMICA DE LOS POLIMEROS	3.1 TERMODINAMICA 3.2 TEMPERATURA DE TRANSICION VITREA 3.3 CORRELACIONES TIEMPO - TEMPERATURA 3.4 CORRELACIONES ESTRUCTURA-PROPIEDADES 3.5 TERMODINAMICA DE LAS SOLUCIONES DE POLIMEROS 3.6 SOLUBILIDAD DE POLIMEROS E HINCHAMIENTO 3.7 CONFORMACION DE POLIMEROS EN SOLUCION 3.8 SEPARACION DE POLIMEROS POR SOLUBILIDAD			3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL
18	COMPRENDER LOS PRINCIPIOS DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO Y SU APLICACION EN LA SELECCION DE PROCESOS DE TRANSFORMACION	4.1 COMPORTAMIENTO VISCOELASTICO 4.2 PROPIEDADES DE FLUJO 4.3 REOMETRIA (METODOS EMP.) 4.3.1 INDICE DE FLUIDEZ 4.4 FLUJO A TRAVES DE CANALES DE SECCION TRANSVERSAL SIMPLE 4.5 FACTORES QUE AFECTAN EL FLUJO			

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : CARACTERIZACION DE POLIMEROS II

SEMESTRE : QUINTO

CREDITOS : 8

OBJETIVOS GENERALES : AL FINALIZAR EL CURSO, EL ALUMNO HABRA ESTUDIADO LAS PROPIEDADES FISICAS DE LOS POLIMEROS Y LOS METODOS EMPLEADOS PARA CARACTERIZARLOS ATRAVES DE ELLAS Y LA INTERPRETACION DE SUS RESULTADOS

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
10	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS POLIMEROS Y LOS METODOS PARA MEDIRLOS	1.1 TENSION-ENLARGACION -RIGIDEZ 1.2 COMPRESION 1.3 FLEXION 1.4 DEFORMACION BAJO CARGA ESTATICA 1.5 IMPACTO 1.6 DUREZA 1.7 FATIGA 1.8 RELAJACION DE ESFUERZO	FICHAS DE INVESTIGACION  VISITAS A LABORATORIOS DE PLANTAS INDUSTRIALES  SEMINARIOS Y CONFERENCIAS	-KRAUSE/LAUGE "INTRODUCCION AL ANALISIS QUIMICO DE LOS PLASTICOS" ED. BLUME MADRID 1971  -BILLMEYER, F "TEXTBOOK OF POLYMER SCIENCE" 3A EDICION JOHN WILEY & SONS 1964	
10	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES TERMICAS Y LOS METODOS PARA DETERMINARLAS	2.1 TEMP. DE FUSION 2.2 TEMP. DE TRANSICION ULTRAA 2.3 TEMP. DE DEFORMACION BAJO CARGA 2.4 EFECTO DE LA TEMP. SOBRE PROPIEDADES MECANICAS 2.5 CAPACIDAD CALORIFICA 2.6 CONDUCTIVIDAD TERMICA	PRACTICAS DE LABORATORIO  CONSULTA DE CATALOGOS DE MATERIALES COMERCIALES	-ALLCOCK LA. "TEMPORARY POLYMER CHEMISTRY" PRENTICE HALL NEW JERSEY 1963	
12	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA QUIMICA Y AMBIENTAL	3.1 RESISTENCIA A SOLVENTES Y SUSTANCIAS QUIMICAS COMUNES 3.2 ENVEJECIMIENTO ACELERADO		-CATALOGOS DE MATERIALES COMERCIALES  -ARTICULOS TECNICOS	

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDISAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
9	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES OPTICAS Y ACUSTICAS Y LOS METODOS Y APARATOS EMPLEADOS PARA MEDIRLAS	4.1 ABSORCION DE LA LUZ 4.2 INDICE DE REFRACCION Y BIRREFRIGENCIA 4.3 DIFRACCION DE RAYOS X 4.4 ABSORCION DE SONIDO 4.5 AISLAMIENTO DEL SONIDO			3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL
9	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES ELECTRICAS Y LOS METODOS Y APARATOS UTILIZADOS PARA SU DETERMINACION	5.1 CONDUCTIVIDAD 5.2 ELECTRICIDAD ESTATICA			

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : FORMULACION

SEMESTRE : SEXTO

CREDITOS : 9

OBJETIVOS GENERALES : AL TERMINAR EL CURSO, EL ALUMNO CONOCERA LOS PROCESOS DE FORMULACION, DISEÑO Y ACABADO, LOS PRODUCTOS EMPLEADOS, ASI COMO LA FORMA EN QUE MODIFICAN LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO FINAL, Y LOS CRITERIOS DE SELECCION DE POLIMEROS.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
30	ANALIZAR LAS APLICACIONES DE LAS CARGAS Y ADITIVOS EN BASE A SUS CARACTERISTICAS Y A SU ACCION DENTRO DEL PROCESO DE FORMULACION	1.1 PROCESOS DE FORMULACION 1.2 ADITIVOS 1.2.1 ANTIODXIDANTES 1.2.2 PLASTIFICANTES 1.2.3 LUBRICANTES 1.2.4 MODIFICADORES DE IMPACTO 1.2.5 FOTOPROTECTORES 1.2.6 ANTIESTATICOS 1.2.7 COLORANTES 1.2.8 ABSORBENTES DE LUZ 1.2.9 ESPUMANTES 1.2.10 RETARDANTES A LA FLAMA 1.2.11 ESTABILIZADORES TERMICOS 1.2.12 AUXILIARES DE PROCESO 1.3 CARGAS Y REFORZANTES 1.3.1 DE ORIGEN ORGANICO 1.3.2 DE ORIGEN INORG. 1.4 METODOS Y EQUIPO PARA LA INCORPORACION DE ADITIVOS EN POLIMEROS 1.5 CASOS PRACTICOS	FICHAS DE INVESTIGACION  INVESTIGACION EN EMPRESAS PRODUCTORAS DE ADITIVOS Y DE PRODUCTO TERMINADO  SEMINARIOS  VISITAS Y CONFERENCIAS	-RICHARDSON TL "INDUSTRIAL THEORY AND APPLICATIONS" SOUTH WESTERN PUBLISHING CO 1983  -KRAUSE/LANGE "INTRODUCCION AL ANALISIS QUIMICO DE PLASTICOS" ED BLUNE MADRID 1971  -AUSTIN, G. T. "MANUAL DE PROCESOS QUIMICOS INDUSTRIALES" MC. GRAH HILL TOMO III MEXICO 1988	

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDISAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
15	ESTUDIAR LOS PROCESOS DE DISEÑO Y ACABADO DE PRODUCTOS POLIMERICOS	2.1 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO 2.2 TRATAMIENTOS PRELIMINARES PARA EL ACABADO 2.3 ENSAMBLADO 2.4 PINTADO, ESTAMPADO Y METALIZADO 2.5 IMPRESION Y GRABADO			3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL
15	ESTABLECER LOS CRITERIOS DE SELECCION DE POLIMEROS PARA USOS ESPECIFICOS	3.1 EMPAQUE 3.2 CONSTRUCCION 3.3 INDUSTRIA AUTOMOTRIZ 3.4 INDUSTRIA ELECTRICA Y ELECTRONICA 3.5 INDUSTRIA TEXTIL 3.6 INDUSTRIA DE RECUBRIMIENTOS 3.7 INDUSTRIA DE ADHESIVOS 3.8 INDUSTRIA ALIMENTARIA 3.9 INDUSTRIA FARMACEUTICA Y MATERIAL BIOMEDICO			

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : CONTROL DE CALIDAD

SEMESTRE : SEPTIMO

CREDITOS : 6

OBJETIVOS GENERALES : AL FINALIZAR EL CURSO, ALUMNO CONOCERA LOS CONCEPTOS DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD, COMO PARTE DE LOS SISTEMAS MODERNOS DE ADMINISTRACION Y SU APLICACION EN LA PRODUCCION DE LAS INDUSTRIAS DE POLIMEROS.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
6	DAR UN PANORAMA GENERAL DEL CONTROL DE CALIDAD Y DE SUS BENEFICIOS	1. ADMINISTRACION DE LA CALIDAD. 1.1 LA CALIDAD EN LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS Y EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD 1.2 NUEVAS DEMANDAS DE CALIDAD EN EL MERCADO 1.3 FACTORES QUE CONTROLAN LA CALIDAD.	FICHAS DE INVESTIGACION  EXPOSICION DE TEMAS  SEMINARIOS  LECTURA DE LIBROS Y ARTICULOS  DISCUSION DE CASOS PRACTICOS	-FEIGENBAUM "CONTROL TOTAL DE CALIDAD" ED. CECSA MEXICO 1989  -KADRU I. "QUE ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD" ED NORMA COLOMBIA 1986	
6	REVISAR LOS ENFOQUES DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD Y LA ECONOMIA DE COSTOS EFECTIVOS.	2. EL SISTEMA DE CALIDAD TOTAL. 2.1 ENFOQUES DE SISTEMAS A LA CALIDAD 2.2 ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD 2.3 COSTOS DE CALIDAD		-H. E. DEMING "CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD" ED DIAZ DE SANTOS MADRID 1989	
6	PRESENTAR LOS FUNDAMENTOS OPERATIVOS DE LA ADMON. PARA LA CALIDAD. (EDUCACION, ENTRENAMIENTO, PARTICIPACION, CIRCULOS DE CALIDAD ETC)	3. ESTRATEGIAS ADMINISTRATIVAS PARA LA CALIDAD. 3.1 ORGANIZACION DE LA CALIDAD 3.2 RESPONSABILIDAD TOTAL EN LA CALIDAD.		-J. M. JURAN "JURAN Y LA PLANIFICACION PARA LA CALIDAD" ED DIAZ DE SANTOS MADRID 1990  -P.D. CROSBY "LA CALIDAD NO CUESTA" ED. CECSA MEXICO 1991	

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA EVALUACION
6	PRESENTAR LAS 3 AREAS BASICAS DE LA ING. DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD	<p>4. TECNOLOGIA DE LA ING. DE LA CALIDAD. (REQUISITOS DEL CLIENTE. POLITICA. DESARROLLO DE CALIDAD DE NUEVOS PROD. PLANERACION)</p> <p>4.1 TECNOLOGIA PARA EL CONTROL DEL PROCESO</p> <p>4.2 TECNOLOGIA DEL EQUIPO INFORMACION DE CALIDAD</p>		<p>3 EXAMENES PARCIALES</p> <p>1 EXAMEN GLOBAL</p>
6	COMPRENDER LAS PRINCIPALES AREAS DE LA METODOLOGIA ESTADISTICA EN EL CONTROL DE TOTAL DE CALIDAD	<p>5. TECNOLOGIA ESTADISTICA DE CALIDAD.</p> <p>5.1 DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA</p> <p>5.2 GRAFICAS DE CONTROL</p> <p>5.3 TABLAS DE MUESTREO</p> <p>5.4 METODOS ESPECIALES</p> <p>5.5 CONFIABILIDAD DEL PRODUCTO.</p>		
6	DISCUTIR LAS APLICACIONES DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD.	<p>6. APLICACIONES DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD.</p> <p>6.1 CONTROL DE NUEVOS DISENOS</p> <p>6.2 CONTROL DE MATERIAL ADQUIRIDO</p> <p>6.3 CONTROL DE PRODUCTO</p> <p>6.4 ESTUDIOS ESPECIALES DEL PROCESO.</p>		

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : TECNOLOGIA DE POLIMEROS I

SEMESTRE : SEPTIMO

CREDITOS : 5

OBJETIVO GENERAL : AL TERMINAR EL CURSO, EL ALUMNO PODRA DESCRIBIR LOS DIFERENTES MATERIALES TERMOPLASTICOS, ASI COMO LOS PROCESOS EMPLEADOS PARA LA FABRICACION Y LAS CARACTERISTICAS GENERALES DE ESTE TIPO DE MATERIALES POLIMERICOS.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
6	COMPRENDER LA NATURALEZA DE LOS MATERIALES PLASTICOS	1.1 INTRODUCCION 1.1 NATURALEZA DE LOS PLASTICOS 1.2 CLASIFICACION 1.3 MATERIAS PRIMAS	FICHAS DE INVESTIGACION  LECTURA DE CATALOGOS TECNICOS	-HARPER CHARLES "HANDBOOK OF PLASTICS & ELASTOMERS" MC GRAW HILL 1975	
6	DESCRIBIR LAS CARACTERISTICAS DE LOS PLASTICOS DERIVADOS DE PRODUCTOS NATURALES.	2. DERIVADOS DE LA CELULOZA. 2.1 NITRATO DE CELULOZA 2.2 ACETATO DE CELULOZA 2.3 ESTIL CELULOZA 2.4 PLAST. DE LIGNINA 2.5 DERIV. PROTEINICOS	VISITAS A EMPRESAS  PRESENTACION EN GRUPO  SEMINARIOS Y CONFERENCIAS	-BILLMEYER FRED "TEXTBOOK OF POLYMER SCIENCE" 3a EDICION J. WILEY & SONS 1964	
10	DESCRIBIR LAS CARACT. DE LOS PLASTICOS DE CONSUMO	3. POLIOLEFINAS 3.1 POLIETILENO - ALTA Y BAJA DENSIDAD - LINEAL Y RAMIFICADO. (FORMULA, CARACTERISTICAS GENERALES, CLASIFICACION, PROCESOS DE OBTENCION, CIAS PRODUCTORAS, PROCESOS DE TRANSFORMACION, APLICACIONES) 3.1.2 POLIPROPILENO - ISOTACTICO, ATACTICO Y SINDIOTACTICO. (FORMULA, CARACTERISTICAS GENERALES, CLASIFICACION, PROCESOS DE OBTENCION, CIAS PRODUCTORAS, PROCESOS DE TRANSFORMACION, APLICACIONES) 3.1.3 POLIBUTADIENO (FORMULA, CARACTERISTICAS GENERALES, CLASIFICACION, PROCESOS DE OBT. Y TRANSF. CIAS PRODUCTORAS Y USOS )	ELABORACION DE MUESTRARIOS	-RODRIGUEZ F. "PRINCIPIOS DE SISTEMAS DE POLIMEROS" EL MANUAL MODERNO 1964  -AUSTIN "MANUAL DE PROCESOS QUIMICOS EN LA INDUSTRIA" TOMO III MC GRAW HILL 1968	

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIAJE	BIBLIOGRAFIA EVALUACION
		<p>3.3 POLICLORURO DE VINILO (FORMULA, CARACTERISTICAS PROC. DE OBT. Y TRANSF., FORMULACIONES, PRODUCTORES, APLICACIONES).</p> <p>3.4 FAMILIA DE ESTIRENICOS</p> <p>3.4.1 POLIESTIRENO CRISTAL</p> <p>3.4.2 ESPUMA DE POLIESTIRENO</p> <p>3.4.3 POLIESTIRENO DE MEDIO Y ALTO IMPACTO.</p>		<p>3 EXAMENES PARCIALES</p> <p>1 EXAMEN GLOBAL</p>
6	DESCRIBIR LAS CARACTERISTICAS DE LOS PLASTICOS VERSATILES TERMOPLASTICOS	<p>4.1 POLIETIL- METACRILATO (FORMULA, CARACTERISTICAS GENERALES, PROCESOS DE OBTENCION, PRODUCTORES, FORMULACIONES, PROCESOS DE TRANSF., APLICACIONES)</p> <p>4.2 POLIESTER SATURADO (FORMULA, CARACTERISTICAS GENERALES, PROCESOS DE OBTENCION, PRODUCTORES, FORMULACIONES, PROCESOS DE TRANSF., APLICACIONES)</p>		
4	DESCRIBIR LAS CARACTERISTICAS DE LOS PLASTICOS DE INGENIERIA Y ESPECIALIDAD	<p>5.1 ABS (ACRILONITRIL- BUTADIENO-ESTIRENO)</p> <p>5.2 PET (POLIETIL- TEREFALATO)</p> <p>5.3 PBT (POLIPROPILEN- TEREFALATO)</p> <p>5.4 POLIAMIDAS</p> <p>5.5 ACETALES</p> <p>5.6 POLICARBONATO</p> <p>5.7 ESPECIALIDADES (POLIMEROS DE CRISTAL LIQUIDO, SULFURO DE POLIETILENO, POLIESTER SULFONA, POLIETERCETONA, POLIARILIMIDA, ETC.)</p>		

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : TECNOLOGIA DE POLIMEROS II

SEMESTRE : OCTAVO

CREDITOS : 5

OBJETIVO GENERAL : AL FINALIZAR EL CURSO, EL ALUMNO HABRA ESTUDIADO LOS PROCESOS PARA LA FABRICACION, APLICACIONES Y CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES POLIMERICOS USADOS COMO TERMOFIJOS, ELASTOMEROS Y RESINAS LIQUIDAS

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
8	DESCRIBIR LAS CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LOS POLIMEROS TERMOFIJOS	1. PLASTICOS TERMOFIJOS (CARACT. ORALES, PROCESOS DE OBTENCION Y DE TRANSFORMACION, USOS Y PRODUCTORES) 1.1 POLIESTER INSAURADO 1.2 POLIURETANO 1.3 RESINAS EPOXICAS 1.4 RESINAS FENOLICAS 1.5 RESINAS AMINO 1.6 FURANOS 1.7 SILICONES	FICHAS DE INVESTIGACION LECTURA DE CATALOGOS TECNICOS VISITAS A EMPRESAS PRESENTACION EN GRUPO SEMINARIOS Y CONFERENCIAS	-HARPER CHARLES "HANDBOOK OF PLASTICS & ELASTOMERS" MC GRAH HILL 1975  -BILLMEYER FRED "TEXTBOOK OF POLYMER SCIENCE" 3a EDICION J. WILEY & SONS 1964	
8	DESCRIBIR LA NATURALEZA DE LOS ELASTOMEROS	2. ELASTOMEROS 2.1 NATURALEZA 2.2 BASE POLIMERICA 2.3 NOMENCLATURA 2.4 ELASTOMEROS COMERCIALES 2.5 PROPIEDADES ORALES. 2.6 PRODUCCION DE HONDEROS 2.7 POLIMERIZACION DEL HULE SINTETICO (COAGULACION, SECADO Y EMPAQUE)	ELABORACION DE MUESTRARIOS	-RODRIGUEZ F. "PRINCIPIOS DE SISTEMAS DE POLIMEROS" EL MANUAL MODERNO 1964  -AUSTIN "MANUAL DE PROCESOS QUIMICOS EN LA INDUSTRIA" TOMO III MC GRAH HILL 1968	
8	DESCRIBIR LAS CARACTERISTICAS DE LOS PRINC. ELASTOMEROS	3.1 HULE NATURAL 3.2 HULE SINTETICO (IR) 3.3 HULE DE ESTIRENO-BUTADIENO (SBR) 3.4 HULE BUTILO (IIR) 3.5 HULE POLI-ISOPRENO 3.6 HULE POLI-CLOROPRENO 3.7 HULE-SILICON 3.8 HULE ETILENO-PROPILENO. 3.9 FLUOROELASTOMEROS			

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA EVALUACION
6	CONOCER LAS CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE RESINAS LIQUIDAS Y DE BAJA PRESION.	<p>4. INTRODUCCION (VENTAJAS, SELECCION DE RESINAS, SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE RESINAS LIQUIDAS)</p> <p>4.1 EPOXICAS (TIPOS, AGENTES DE CURADO, MODIFICADORES, RELLENOS, USOS)</p> <p>4.2 POLIESTERES (TIPOS, MONOMEROS, SISTEMA DE CURADO, RELLENOS, APLICACIONES)</p> <p>4.3 POLIURETANOS (TIPOS, AGENTES DE CURADO, APLICACIONES)</p> <p>4.4 SILICONES</p> <p>4.5 RESINAS ALILICAS</p> <p>4.6 POLIBUTADIENOS</p> <p>4.7 NYLON CAST</p> <p>4.8 ACRILICOS</p>		3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : PROCESOS DE TRANSFORMACION I

SEMESTRE : OCTAVO

CREDITOS : 6

OBJETIVO GENERAL :AL TERMINAR EL CURSO, EL ALUMNO COMPRENDERA LOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LAS PRINCIPALES TECNICAS DE PROCESAMIENTO DE POLIMEROS, ANALIZANDO MAQUINARIA Y EQUIPO, VARIABLES ESPECIFICAS DE PROCESO Y CONTROL.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
12	DAR UNA VISION GENERAL DE LOS DIFERENTES EQUIPOS USADOS EN LA FAB. DE PIEZAS DE MATERIALES POLIMERICOS	1. INTRODUCCION 1.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES 1.2 CLASIFICACION GENERAL DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACION 1.3 OPERACIONES DE REZCLADO (TECNICAS Y EQUIPO)	EXPOSICION ORAL TRABAJO DE INVESTIGACION RESOLUCION DE PROBLEMAS DISCUSION EN GRUPO VISITAS A PLANTAS CONSULTA DE CATALOGOS.	-FRADÉ JOEL "PLASTICS ENGINEERING HANDBOOK" S.P.E. REINHOLD CO. 4a EDICION 1981	
6	DESCRIBIR EL PROCESO DE EXTRUSION. MAQUINARIA Y CONDICIONES DE OPERACION	2. EXTRUSION 2.1 PROCESO DE EXTRUSION 2.2 EQUIPO DE EXTRUSION 2.3 CONSIDERACIONES TECNICAS 2.4 INSTRUMENTACION Y CONTROL 2.5 COEXTRUSION 2.6 EXTRUSION DE MUBILLO MULTIPLE 2.7 PROBLEMAS DE HINCHAMIENTO Y DISTORSION 2.8 PELICULAS SOPLADAS 2.9 PELICULAS Y PLACAS DE DADOS PLANOS 2.10 PERFILES. TUBERIA. RECUBRIMIENTOS Y CABLES. 2.11 PELETIZACION		-THRONE J. "PLASTICS PROCESS ENGINEERING" DEKNER N.YORK 1980  -MIDDLEMAN "FUNDAMENTALS OF POLYMER PROCESSING" MC GRAM HILL 1977	

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIAJE	BIBLIOGRAFIA EVALUACION
6	DESCRIBIR LAS CARACTERISTICAS DE MAQUINARIA Y EQUIPO USADAS EN EL PROCESO DE SOPLADO.	3. SOPLADO 3.1 CONCEPTOS BASICOS 3.2 EQUIPOS 3.3 MATERIALES 3.4 VARIABLES DE PROCESO		3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL
6	DESCRIBIR LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL PROCESO DE TERMOFORMADO	4.0 TERMOFORMADO 4.1 CONCEPTOS BASICOS 4.2 MAQUINARIA DE TERMOFORMADO 4.3 HOLDES 4.4 VARIABLES DE PROCESO Y EQUIPO		
6	DESCRIBIR LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL PROCESO DE CALANDREO	5. CALANDREO 5.1 CONCEPTOS BASICOS 5.2 MAQUINARIA Y EQUIPO 5.3 DESCRIPCION DEL PROCESO 5.4 MATERIALES 5.5 CONTROL DEL PROCESO		

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : TECNOLOGIA DE POLIMEROS III

SEMESTRE : NOVENO

CREDITOS : 5

OBJETIVO GENERAL: AL CONCLUIR EL CURSO, EL ALUMNO HABRA ESTUDIADO LOS PROCESOS PARA LA FABRICACION DE POLIMEROS EMPLEADOS COMO FIBRAS, PELICULAS, ADHESIVOS Y RECUBRIMIENTOS; Y DESCRIBIRA ESTOS MATERIALES Y SUS APLICACIONES.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
6	ESTUDIAR LOS CONCEPTOS GENERALES DE LAS FIBRAS	1. FIBRAS 1.1 USOS Y ECONOMIA 1.2 CLASIFICACION Y PROPIEDADES 1.3 DEFINICION DE TERMINOS TEXTILES 1.4 PROCEDIMIENTOS DE HILADO ( FUNDIDO, SECO, HUMEDO) 1.5 ACABADO Y TENIDO DE TEXTILES	FICHAS DE INVESTIGACION SEMINARIOS Y VISITAS A EMPRESAS ELABORACION DE MUESTRARIOS DE APLICACIONES CONSULTA DE CATALOGOS	-BILLMEYER FRED "TEXTBOOK OF POLYMER SCIENCE" 3a EDICION J. WILEY & SONS 1984 -RODRIGUEZ F. "PRINCIPIOS DE SISTEMAS DE POLIMEROS" EL MANUAL MODERNO 1904	
6	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES, METODOS DE OBTENCION Y CARACT. DE LAS FIBRAS NO CELULOSICAS	2.0 FIB. NO CELULOSICAS 2.1 POLIAMIDAS 2.2 POLIESTERES 2.3 ACRILICOS V MODACRILICOS 2.4 VINILOS V VINILIDENOS 2.5 SPANDEX (LYCRA) 2.6 POLIOLEFINAS 2.7 FLUOROCARBURDS 2.8 FIBRA DE VIDRIO 2.9 FIBRAS DE MULTICOMPONENTES	PRACTICAS DE LABORATORIO.	-AUSTIN "MANUAL DE PROCESOS QUIMICOS EN LA INDUSTRIA" TOMOS II V III MC GRAH HILL 1988 -BLANCO VILLEGAS "TECNOLOGIA DE PINTURAS V RECUBRIMIENTOS ORGANICOS" ED. QUIMICA TOMOS I V II MEXICO 1974	
6	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES, CARACT. Y METODOS DE OBTENCION DE LAS FIBRAS CELULOSICAS	3. FIBRAS CELULOSICAS 3.1 RAYON V ACETATO 3.2 CELLOPHAN 3.3 FIBRAS DE CARBONO		-SKEIST J. "MANUAL DE ADHESIVOS" 1978	
6	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES Y METODOS DE FABRICACION DE PELICULAS V MEMBRANAS	4. PELICULAS 4.1 UISCOSA V ACETATO DE CELULOSA 4.2 POLIOLEFINAS 4.3 CLORURO DE POLI VINILO 4.4 OTROS		-HANFER CHARLES "HANDBOOK OF PLASTICS & ELASTOMERS" MC GRAH HILL 1975	

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIAJE	BIBLIOGRAFIA EVALUACION
6	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES Y METODOS DE FABRICACION DE LOS ADHESIVOS	5. ADHESIVOS 5.1 DEFINICION DE TERMINOS 5.2 CLASIFICACION Y PROPIEDADES 5.3 ADHESIVOS PROTEINICOS 5.4 ADHESIVOS DE ALMIDON 5.5 ADHESIVOS DE RESINAS SINTETICAS 5.6 ADHESIVOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES 5.7 SELECCION DE ADHESIVOS (FACTORES DE SELECCION, FUENTES DE INFORMACION, ADHESIVOS PARA METALES, PLASTICOS, HULE, PADERA, VIDRIO, ETC) 5.8 EFECTOS DEL MEDIO AMBIENTE (ALTA Y BAJA TEMP., HUMEDAD, INMERSION EN AGUA, INTemperie, QUIMICOS Y SOLVENTES, UACIO, RADIACION, ETC.) 5.9 PRUEBAS DE APLICACION (MEDIDA, MEZCLADO, PREPARACION DE SUPERFICIES, CONTROL DE CALIDAD)		3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL
6	ESTUDIAR LAS PROPIEDADES Y METODOS DE FABRICACION DE RECUBRIMIENTOS DE SUPERFICIE	6. RECUBRIMIENTOS DE SUPERFICIE 6.1 DESARROLLO HISTORICO 6.2 USOS Y ECONOMIA 6.3 PINTURAS 6.3.1 COMPONENTES 6.3.2 APLICACION Y FALLAS 6.3.3 PIGMENTOS 6.4 BARNICES 6.5 RECUBRIMIENTOS MARINOS 6.6 TINTAS		

ESCUELA DE QUIMICA

CARRERA : INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

MATERIA : PROCESOS DE TRANSFORMACION II

SEMESTRE : NOVENO

CREDITOS : 6

OBJETIVO GENERAL: AL CONCLUIR EL CURSO, EL ALUMNO HABRA ESTUDIADO LOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL PROCESAMIENTO DE POLIMEROS POR INYECCION, INCLUYENDO MAQUINARIA, VARIABLES Y CONTROL DEL PROCESO, LOS PRINCIPIOS DE DISEÑO DE MOLDES Y DADOS, Y LAS PRINCIPALES TECNOLOGIAS DE RECICLADO.

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA	EVALUACION
9	DESCRIBIR EL PROCESO DE INYECCION, MAQUINARIA Y EQUIPO. VARIABLES DE PROCESO	1. INYECCION 1.1 TECNICA DEL PROCESO (PROCESO LLENADO DEL MOLDE, DISGREGACION, DEL MATERIAL, FORMA DE SUMINISTRO, SELEC. DE MATERIALES, CONSIDERACIONES REOLOGICAS). 1.2 MAQUINARIA DE INYECCION. (UNIDAD INECTORA, BOQUILLAS DE INYECCION, UNIDAD DE CIERRE, ACCIONAMIENTO HIDRAULICO V ELECTROMECHANICO, TIPOS ESPECIALES MAQUINARIA) 1.3 SISTEMAS DE PLASTIFICACION	EXPOSICION ORAL TRABAJO DE INVESTIGACION RESOLUCION DE PROBLEMAS DISCUSION EN GRUPO VISITAS A PLANTAS CONSULTA DE CATALOGOS	-FRANKE JOEL "PLASTIC ENGINEERING HANDBOOK" S.P.E.. REINHOLD CO. 4a EDICION 1961 -THRONE J. "PLASTICS PROCESS ENGINEERING" DEMKER N. YORK, 1960 -HILDLERMAN "FUNDAMENTALS OF POLYMER PROCESSING" MC GRAH HILL 1977	
9	DESCRIBIR LOS PROCESOS DE TRANSFORMACION DE TERMOFIJOS.	2. MEZCLADO DE TERMOFIJOS 2.1 SELECCION DEL SISTEMA 2.2 CURADO 2.3 OPERACIONES DE PROCESADO DE TERMOFIJOS. 2.3.1 EXTRUSION Y VULCANIZACION 2.3.2 UACIADO 2.3.3 ESPREADO 2.3.4 LAMINADO CONTINUO 2.3.5 FULTRUSION 2.3.6 POR COMPRESION		-IMPI "MEMORIAS DE RECICLADO DE PLASTICOS" 1972	

TIEMPO ESTIMADO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS PRINCIPALES POR UNIDAD	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA EVALUACION
9	APRENDER LOS FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DE MOLDES Y DADOS	<p>3. MATERIALES DE CONSTRUCCION DE MOLDES Y DADOS</p> <p>3.1.1 ACEROS Y ALEACIONES</p> <p>3.1.2 MATERIALES NO METALICOS (RESINAS COLABLES, CERAMICOS)</p> <p>3.1.3 MATERIALES PARA ELEMENTOS DE ACCIONAMIENTO Y MONTAJE</p> <p>3.2 CONSTITUCION Y FUNCION DE LOS MOLDES</p> <p>3.3 SISTEMAS DE LLENADO</p> <p>3.4 TIPOS DE HAZAROTAS Y CANALES U ORIFICIOS DE ENTRADA</p> <p>3.5 DESMOLDEO DE PIEZAS</p> <p>3.6 NORMALIZACION PARA MOLDES</p> <p>3.7 MEDIDAS PARA ELIMINAR DEFECTOS DE ELABORACION CAUSADOS POR UNA CONSTRUCCION ERRONEA DEL HOLDE</p>		3 EXAMENES PARCIALES 1 EXAMEN GLOBAL
9	COMPRENDER LOS FUNDAMENTOS DE LAS TECNICAS DE RECICLADO DE PLASTICOS	<p>4. RECICLADO</p> <p>4.1 PRODUCCION DE BASURA EN MEXICO Y EN EL MUNDO</p> <p>4.2 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE BASURA (RELLENO SANITARIO, PEPERA, COMPACTACION, INCINERACION, COMPOSTEO, QUIMICO, DEGRADABILIDAD Y RECICLADO)</p> <p>4.3 SISTEMAS DE CODIFICACION PARA ENVASES DE PLASTICO</p> <p>4.4 TECNOLOGIAS PARA EL RECICLADO DE PLASTICOS</p>		

## CAPITULO V

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

1. Todo lo relacionado con la fabricación, modificación y aplicación de los polímeros se ha convertido en una de las áreas de investigación y desarrollo que más apoyo ha recibido de la industria química en los últimos años

2. La mayoría de los polímeros se produjeron a escala industrial antes de que su química fuera estudiada, esto dió origen al empirismo en las recetas, procesos y pruebas de control.

3. Actualmente los intereses de la industria de los polímeros va más allá de la preparación de monómeros, ahora son muchos los problemas que enfrenta y en cuya solución se invierten gran cantidad de recursos.

4. La producción de polímeros es representativa del grado de desarrollo de un país.

5. Si bien los polímeros naturales se utilizaron desde la antigüedad, su desarrollo industrial se remonta a finales del siglo pasado, y se ha visto particularmente acelerado a raíz de la Segunda Guerra Mundial; esto se debe a su precio competitivo, a su disponibilidad y a que son adecuados para un gran número de aplicaciones.

6. El sector de polímeros representa la categoría más importante dentro del área de la petroquímica secundaria en cuanto a su participación y volumen.

7. Dentro de los tipos de polímeros, los plásticos son los más consumidos, comparados con las fibras y los elastómeros; particularmente los de "gran consumo" o commodities, aunque existe la tendencia a aumentar el consumo de los versátiles y de los de ingeniería

8. El potencial de desarrollo para el sector plásticos es muy interesante, ya que el consumo percapita nacional es de 15 kg, mientras que en países como Alemania y E.U. son de 127 y 89 kg por habitante, respectivamente.

9. Entre 1980-84 se duplicó la capacidad instalada de producción de resinas y plásticos. Las máquinas de inyección y extrusión actualmente están siendo aprovechadas a un 40-50 % de su capacidad.

10. La fabricación de aditivos está en franco desarrollo comercial, sin embargo, prácticamente se ha abandonado el área de diseño y fabricación de maquinaria y equipo para procesos de transformación.

11. Aún cuando han aumentado las importaciones de resinas, se ha disminuido su participación en el consumo interno, y sobretodo, se ha disminuido la importación de plásticos de consumo.

12. La tendencia en ascenso de las exportaciones indica un cambio substancial respecto a la política comercial en el sector resinas, en el sentido de continuar un proceso de búsqueda y permanencia en el mercado internacional, con el objetivo de superar los ciclos de economía en recesión y para garantizar el mantenimiento del nivel de competitividad por volumen, calidad y precio.

13. La industria transformadora de plásticos presenta gran disparidad de niveles de producción, esto implica grandes esfuerzos para las pequeñas y microindustrias, sin embargo, considerando su alto índice de rentabilidad, se sugiere que se canalicen recursos a capacitación, optimización de procesos, y aumento de capacidad de producción.

14. El consumo mundial de resinas observó un crecimiento del 5.2 % anual, durante los últimos dos años; los países desarrollados representan alrededor del 70 % del consumo mundial. México ocupa el lugar número 15 en consumo en base a volumen y el número 36 en consumo por habitante.

15. La producción nacional de fibras artificiales y sintéticas ha mostrado incrementos en los últimos años; a nivel internacional, las fibras celulósicas están siendo reemplazadas por las sintéticas.

16. Existe un rezago tecnológico en el parque industrial mexicano de aproximadamente 15 años en el sector de polímeros.

17. Una de las grandes limitaciones que existe es la poca capacidad de ingeniería de diseño para el desarrollo de nuevos productos de polímeros.

18. Existe la tendencia a bajar los costos a través de economías de escala.

19. La industria de polímeros no contamina, no es una industria de chimenea, ni demandante de agua, tampoco emite grandes cantidades de gases de manera excesiva, ni genera ruido. Es importante que el plástico y los productos sintéticos dejen de asociarse con la basura, separándolos y reciclándolos, a través de la concientización de la población y del diseño y construcción de plantas recicladoras.

20. La educación y la investigación científica han sido factores fundamentales en el desenvolvimiento de la industria de los polímeros.

21. En Estados Unidos, Alemania, Japón, Francia, Reino Unido, Canadá y España, existen gran variedad de alternativas para el estudio de posgrado de las diferentes áreas de ciencia y tecnología de polímeros.

22. Actualmente en México, la mayoría de las instituciones forman Ingenieros químicos "universalistas", que deben especializarse a través de posgrados o mediante cursos esporádicos y muchos años de experiencia; sin embargo, debido a todos los problemas que esto ha implicado, existe una clara tendencia a la especialización a nivel profesional.

23. Actualmente el 40 % de los Ingenieros Químicos en nuestro País terminan sus estudios de licenciatura con alguna especialidad.

24. Hasta 1981, eran sólo 6 universidades en Latinoamérica que ofrecían cursos introductorios sobre polímeros, a nivel licenciatura.

25. En México existen diversas alternativas, a diferente niveles para el estudio de polímeros; dos a nivel técnico, 2 a nivel profesional, 2 instituciones que ofrecen cursos introductorios, 2 diplomados y 10 maestrías (de las cuales, únicamente 5 son exclusivas de polímeros). Todas estas alternativas son de reciente creación.

26. La Ingeniería Química en Polímeros es una especialidad dentro de la profesión de Ingeniería Química, creada recientemente con la idea de ayudar a resolver problemas específicos en este sector industrial, y de que se aprovechen mejor los recursos que se invierten en capacitación.

27. El plan de estudios propuesto esta estructurado en el contexto de la Universidad La Salle, tomando en consideración las necesidades detectadas en la industria. Existen proyectos similares (Universidad Iberoamericana, Instituto Politécnico Nacional y Universidad de Puebla) que también han detectado los beneficios que implicarían el mejorar la preparación de sus egresados.

28. Se propone un plan de estudios en Ingeniería química en Polímeros, que proporciones un alto nivel académico y que ayude a la difusión de los principios básicos de la ciencia y tecnología de los polímeros.

29. La relación maestro - alumno, es un factor fundamental para el éxito de un programa de estudio, el maestro debe fungir siempre como orientador y estar dispuesto a comentar los conceptos vistos en clase. El alumno ha de comprender claramente que la responsabilidad última de asimilar los conceptos y estudiarlos a fondo recaen en él.

30. Se propone que el alumno complemente su formación teórico-experimental con conocimientos actualizados de la industria, a través de visitas a las industrias, seminarios y conferencias de los empresarios y de la participación en futuros proyectos conjuntos de investigación.

31. Se presenta un panorama general de lo que los futuros egresados de Ingeniería Química en Polímeros podrían lograr una vez asimilados los objetivos terminales de la carrera.

## ANEXO I

LISTA DE UNIVERSIDADES QUE OFRECEN ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL AREA DE POLIMEROS.

ESTADOS UNIDOS.

\* UNIVERSIDAD DE AKRON.

(Colegio de Ciencias de Polímeros y de Ingeniería de Polímeros)  
Departamento de Ingeniería de Polímeros:  
Maestría en Ciencias, Maestría en Ciencias e Ingeniería y  
Doctorado en Polímeros.  
Departamento de Ciencia de Polímeros:  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Polímeros.

\* UNIVERSIDAD DE ARKANSAS

Area de Ingeniería Química, especialidad en Polímeros

\* UNIVERSIDAD DE BUCKNELL

Area de Ingeniería Química especialidad en Polímeros y  
Polimerización.

\* UNIVERSIDAD DE SANTA BARBARA CALIFORNIA

Areas de estudio: materiales macromoleculares y síntesis de  
polímeros. Especialidad en polímeros dentro del área de  
materiales.

\* UNIVERSIDAD CARNEGIE MELLON. Pittsburgt

(Departamentos de Química e Ingeniería)  
M.C. Ciencia de Polímeros.

\* UNIVERSIDAD CASE WESTERN RESERVE. Cleveland

Maestría y Doctorado en Macromoléculas  
(Departamento de Ciencia de Macromoléculas)

\* UNIVERSIDAD DE CINCINNATI.

Area de Ingeniería Química Especialidad en Polímeros  
(Colegio de artes y ciencias Mc Micken; departamento de  
química)  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Química de Polímeros.

\* UNIVERSIDAD CLARKSON

Area de Ingeniería Química Especialidad en Polímeros

\* UNIVERSIDAD CLEMSON.

(Colegio de Industria y Comercio; Escuela de Textiles)  
Doctorado en Ciencia de Polímeros y Textiles.  
Area de Ingeniería Química Especialidad en Procesamiento de  
Polímeros.

- \* UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE COLORADO  
(Depto. de Ingeniería Química y Agricultura)  
Maestría y Doctorado en Polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE CONNECTICUT  
(Colegio de Ingeniería, Programa en Ciencias de Polímeros)  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Polímeros
- \* UNIVERSIDAD CORNELL. Nueva York  
(Area de Textiles)  
Maestría y Doctorado en Ciencia de Polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE DAYTON  
Especialidad en Polímeros, Plásticos Reforzados, Recubrimientos  
y Elastómeros.
- \* UNIVERSIDAD DE DELAWARE  
Especialidad en Procesamiento de Polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE DETROIT  
(Colegio de Ciencias e Ingeniería. Departamento de ingeniería  
química; Programa en Ingeniería de Plásticos)  
Maestría en Ingeniería y Doctorado en Plásticos.
- \* UNIVERSIDAD DE FLORIDA  
(Colegio de ingeniería, departamento de Ciencias e Ingeniería  
de Materiales; Programa en Ciencia e Ingeniería de Polímeros)  
Ingeniería, Maestría en Ciencias, Maestría en Ingeniería y  
Doctorado en Polímeros.
- \* INSTITUTO TECNOLOGICO DE GEORGIA  
(Colegio de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de materiales,  
Escuela de Ingeniería Textil y Escuela de Ing. Química)  
Maestría y Doctorado en Polímeros
- \* INSTITUTO TECNOLOGICO DE ILLINOIS  
Area de Ingeniería Química, especialidad en polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE ILLINDIS EN CHICAGO  
Area de Ingeniería Química especialidad en polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE ILLINOIS EN URBANA  
Area de ciencias e ingeniería de materiales, especialidad en  
polímeros.

\* UNIVERSIDAD DE IOWA

Area de Ingeniería Química, especialidad en polímeros.

\* UNIVERSIDAD JOHN HOPKINS

Area de ciencias e ingeniería de materiales.  
Especialidad en polímeros y membranas de polímeros.

\* UNIVERSIDAD LEHIGH.

(Colegio de Ingeniería y ciencia aplicada. Centro de Ingeniería y ciencia de polímeros de Bethlehem).  
Maestría y Doctorado en Polímeros (Interdisciplinarios, ofrecidos en conjunto con los departamentos de química y ciencia de materiales).

\* UNIVERSIDAD DE LOWELL

(Colegio de Ingeniería, Departamento de Plásticos de Ingeniería)  
Doctorado en Química incluyendo: Ciencia de Polímeros/Plásticos de Ingeniería. Doctorado en Plásticos de Ingeniería, Maestría en ciencias de plásticos de ingeniería, incluye recubrimientos y adhesivos, procesamiento de plásticos, formulación y diseño de productos.

\* UNIVERSIDAD DE MAINE

Area de Ingeniería Química, especialidad en Polímeros.

\* INSTITUTO TECNOLOGICO DE MASSACHUSETTS

(Escuela de Ingeniería, Departamento de ciencia de materiales e ingeniería)  
Incluye Maestría y Doctorado en Polímeros y Metalurgia

\* UNIVERSIDAD DE MASSACHUSETTS EN AMHERST

(Colegio de artes y ciencias, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Ciencia e Ingeniería de Polímeros.  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Ingeniería de Polímeros.

\* UNIVERSIDAD DE MICHIGAN.

(Programa interdepartamental en Ciencias e Ingeniería de Macromoléculas)  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Macromoléculas.

\* UNIVERSIDAD DE MISSURI

(Colegio de artes y ciencias, departamento de química de polímeros)  
Maestría en Ciencias y Doctorado en química de polímeros.

- \* UNIVERSIDAD DEL SUR DE MISSISSIPI  
(Colegio de ciencia y tecnología, departamento de ciencia de polímeros)  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Polímeros.
- \* UNIVERSIDAD ESTATAL DE CAROLINA DEL NORTE  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Polímeros.  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Procesamiento de Polímeros.  
Especialidad en polímeros y procesamiento de polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE DAKOTA DEL NORTE.  
(Colegio de Ciencias y Matemáticas, Departamento de Polímeros y Recubrimientos)  
Maestría y Doctorado en Polímeros y Recubrimientos.
- \* UNIVERSIDAD ESTATAL DE OHIO.  
(Area de Ingeniería Química)  
Especialidad en Polímeros, reacciones de polimerización, caracterización de materiales, resinas poliéster.
- \* UNIVERSIDAD ESTATAL DE OREGON  
(Area de Ingeniería Civil)  
Especialidad en asfaltos modificados y polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE OTTAWA  
(Area de Ingeniería Química)  
Especialidad en Ingeniería de Polímeros, y Procesamiento de Polímeros y Simulación Numérica .
- \* UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE PENNSYLVANIA.  
(Colegio de ciencias de la Tierra y Minerales, Departamento de ingeniería y ciencias de materiales)  
Maestría y Doctorado en la ciencia de los Polímeros.  
Especialidad en Mecánica de fluidos y reología.
- \* UNIVERSIDAD DE PENNSYLVANIA  
(Area de Ingeniería Química)  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Polímeros.
- \* UNIVERSIDAD POLITECNICA CAMPUS BROOKLYN  
(División de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química)  
Maestría y Doctorado en Ingeniería y Ciencia de Polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE PRINCETON  
(Departamento de Química e Ingeniería Química)  
Maestría y Doctorado dentro de un Programa en Ciencias de Polímeros y Materiales

\* UNIVERSIDAD PURDUE

(Area de Ingeniería química)  
Especialidad, Maestría en Ciencias y Doctorado en Materiales Poliméricos.

\* INSTITUTO POLITECNICO DE RENSSELAER. Nueva York

(Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Materiales).  
Maestría y Doctorado en Ingeniería y Ciencia de Polímeros

\* UNIVERSIDAD DE RHODE ISLAND

Especialidad en Polímeros, Resinas y Poliester.

\* UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE NUEVA JERSEY (RUTGERS).

(Programa en ingeniería y ciencia de los materiales)  
Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencia de Polímeros.  
Especialidades en propiedades mecánicas y eléctricas de los polímeros, enlaces moleculares de polímeros, estudios a alta presión y reciclaje de plásticos.

\* UNIVERSIDAD ESTATAL DE SAN JOSE.

(Escuela de Ciencias, departamento de química)  
Maestría en Ciencias en Química de Polímeros.

\* UNIVERSIDAD DEL SUR DE CALIFORNIA

Area de Ingeniería Química, especialidad en Polímeros

\* UNIVERSIDAD DE TENNESSEE.

(Colegio de ingeniería, departamento de ciencias de materiales e ingeniería; Programa en Ingeniería de polímeros)  
Maestría en Ciencias y Doctorado en ingeniería de polímeros.  
(Area de Ingeniería Química)  
Especialidades en polímeros y en productos derivados de la madera.

\* UNIVERSIDAD DE TEXAS A&M

(Area de Ingeniería Mecánica)  
Especialidad en Polímeros.  
(Area en Ingeniería Química)  
Especialidades en polímeros de empaque, procesamiento de polímeros y materiales avanzados.

\* UNIVERSIDAD TECNICA DE TEXAS

Especialidad en materiales poliméricos.

\* UNIVERSIDAD DE TEXAS EN AUSTIN

Especialidad en Polímeros

- \* UNIVERSIDAD DE TOLEDO  
(Instituto de Polímeros)
- \* UNIVERSIDAD DE UTAH  
(Área de Ingeniería Mecánica y de Ciencias e Ingeniería de Materiales)  
Especialidad en Polímeros
- \* UNIVERSIDAD ESTATAL E INSTITUTO POLITECNICO DE VIRGINIA  
Especialidades en polímeros y procesamiento de polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE VIRGINIA  
Especialidad en Polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE WASHINGTON  
Especialidad en Polímeros.
- \* UNIVERSIDAD ESTATAL DE WAYNE.  
(Colegio de Ingeniería, departamento de ingeniería, de química e ingeniería metalúrgica)  
Certificado en ingeniería de polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE WISCONSIN (MADISON)  
(Área de Ingeniería química)  
Especialidad en Reactores de Polimerización, Polímeros y Adhesivos.

#### ALEMANIA

- \* CENTRO DE INVESTIGACION EN POLIMEROS MAX PLANCK  
Síntesis y Estructura química de la macromoléculas  
Nuevos polímeros. Copolimerización
- \* INSTITUTO DE DESARROLLO KUNSTSTOFF  
Nuevos Polímeros
- \* INSTITUTO TECNOLOGICO DARMSTADT  
Instituto de Química Macromolecular  
Cinética y mecanismos de reacción en la polimerización. PVC.  
Celulosa y madera.
- \* LABORATORIO MEERBECK (DESARROLLO DE TEXACO AG.)  
Química de Polímeros. Copolímeros. Policondensación.

- \* UNIVERSIDAD DE BAYREUTH  
Facultad de Química y Biología  
Polímeros. Biopolímeros. Oligopolímeros
- \* UNIVERSIDAD DE BERLIN  
Instituto de Química Orgánica  
Química de macromoléculas. Polímeros Termoestables
- \* UNIVERSIDAD DUSSELDORF  
Facultad de Ciencias Naturales  
Instituto de Química Orgánica  
Síntesis de Macromoléculas
- \* UNIVERSIDAD ERLANGUN NÜRNBERG  
Facultad de Ciencias Naturales  
Polímeros
- \* UNIVERSIDAD GESAMTHOCHSCHULE (DUISBURG)  
Facultad de Química  
Polímeros
- \* UNIVERSIDAD DE HAMBURG  
Facultad de Química  
Instituto de Química y Tecnología de Macromoléculas
- \* UNIVERSIDAD DE HANNOVER  
Facultad de Química  
Química de Polímeros. Síntesis y Caracterización. Copolímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE KAISERSLAUTERN  
Facultad de Química  
Polímeros
- \* UNIVERSIDAD MAINZ (JOHANNES GUTENBERG)  
Instituto de Química Orgánica:  
Química de Polímeros. Síntesis de Macromoléculas. Membranas de Polímeros. Fármacos de Polímeros.  
Instituto de Físicoquímica:  
Físicoquímica macromolecular. Física de polímeros. Reacciones de polimerización. Reología.  
Programa de Química y Física Macromolecular  
Síntesis y caracterización de polímeros.
- \* UNIVERSIDAD DE MARBURG (PHILLIPS)  
Facultad de Química  
Síntesis y caracterización de polímeros. Física de polímeros.  
Mecanismos de reacción. Copolimerización.

- \* UNIVERSIDAD DE OSNABRÜCK  
Facultad de Físicoquímica  
Termodinámica y estructura de polímeros.
- \* UNIVERSIDAD REGENSBURG  
Instituto de Química Orgánica  
Polímeros
- \* UNIVERSIDAD DE STUTTGART  
Facultad de Física  
Estructura Molecular de polímeros
- \* UNIVERSIDAD TECNICA DE CLAUSTHAL  
Facultad de Química  
Físicoquímica de Polímeros. Termodinámica y Estadística.  
Biopolímeros. Elastómeros. Celulosa. Fibras
- \* UNIVERSIDAD TECNICA DE MÜNCHEN  
Instituto de Química Orgánica  
Polímeros
- \* UNIVERSIDAD DE TUBINGEN (KARLS EBERHARD)  
Instituto de Química Inorgánica  
Síntesis de Polímeros y Materiales compuestos con metales.  
Facultad de Química y Farmacia  
Química de Polímeros
- \* UNIVERSIDAD DE ULM  
Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas  
Sección Polímeros  
Estructura molecular de polímeros. Física de polímeros.  
Síntesis de polímeros. Materiales compuestos. Deformación  
reversible e irreversible de polímeros.
- \* TECNOLÓGICO DE RHEINISCH-WESTFALISCHE  
Química de macromoléculas y textiles

#### JAPON

- \* UNIVERSIDAD DE AKITA  
Departamento de Ingeniería Química  
Ingeniería y Química de Polímeros  
Ingeniería en reciclado de desechos plásticos
- \* UNIVERSIDAD DE CHIBA  
Departamento de Química Industrial. Facultad de Ingeniería  
- Química de polímeros

\* UNIVERSIDAD DE EHIME

Departamento de Ingeniería Mecánica e Industrial  
Análisis de moldeo de plásticos. Ingeniería y ciencia de materiales.

\* UNIVERSIDAD DE FUKUI

Facultad de Ingeniería  
Depto de Química Aplicada: Química funcional de polímeros  
Depto de Química Industrial: Química de Polímeros  
Depto de Ingeniería de Polímeros: Diseño de materiales, materiales poliméricos, física de polímeros, procesamiento de polímeros.

\* UNIVERSIDAD DE GIFU

Facultad de Ingeniería  
Depto de Química: Química de polímeros, fisicoquímica de materiales

\* UNIVERSIDAD DE GUNMA

Facultad de Ingeniería:  
Depto de Polímeros y Textiles (Materiales, fisicoquímica de polímeros y textiles, química de polímeros, física de polímeros, procesamiento de polímeros, termodinámica estadística)  
Depto de Química de polímeros (fisicoquímica de polímeros, reacciones de polímeros, estructura y propiedades de polímeros, materiales sintéticos de ingeniería, química textil)

\* UNIVERSIDAD DE HOKKAIDO

Facultad de Ingeniería:  
Departamento de química aplicada (Química de la celulosa, ciencia de los polímeros, tecnología textil)

\* INSTITUTO TECNOLOGICO DE KYOTO

Facultad de Ingeniería  
Departamento de química y tecnología de materiales (reacciones químicas de los materiales, aplicaciones, propiedades y procesos de los materiales)  
Departamento de Ciencia e Ingeniería de Polímeros :  
- Curso de bioquímica industrial (biopolímeros)  
- Curso de química de polímeros (química aplicada de polímeros, análisis instrumental de polímeros, reacciones y síntesis)  
- Curso de ingeniería de polímeros (diseño de productos textiles, maquinaria para textiles y polímeros)  
- Curso de materiales poliméricos (materiales fibrosos, materiales funcionales, diseño molecular de polímeros, propiedades físicas de los polímeros)

\* UNIVERSIDAD DE KYOTO

Facultad de Química  
Departamento de química sintética (química de polímeros)

- \* UNIVERSIDAD DE IWATE  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de química aplicada (Química y tecnología de polímeros)
- \* UNIVERSIDAD DE KANAZAWA  
Facultad de Química  
Departamento de Ingeniería Química (Síntesis de materiales poliméricos)
- \* UNIVERSIDAD DE KOBE  
Facultad de Química  
Departamento de Química Industrial (Química de Polímeros)
- \* INSTITUTO TECNOLOGICO DE KYUSHU  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales (química aplicada, química de macromoléculas, procesamiento de materiales)
- \* UNIVERSIDAD DE KYUSHU  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Química Aplicada (Química de Polímeros, ingeniería de reactores químicos, ciencia de materiales poliméricos, química orgánica industrial)
- \* UNIVERSIDAD DE NAGASAKI  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales (química de materiales, ciencia e ingeniería de polímeros)
- \* UNIVERSIDAD FEMENINA DE NARA  
Facultad de Química  
Departamento de Química Aplicada (Química de Polímeros)
- \* UNIVERSIDAD DE NIIGATA  
Facultad de Química  
Departamento de Química Aplicada (Química industrial de Polímeros)
- \* UNIVERSIDAD DE OKAYAMA  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Química (Química de los altos polímeros)
- \* UNIVERSIDAD DE OSAKA  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Química Aplicada (Polímeros naturales y sintéticos)  
Departamento de Química fina aplicada (Química de polímeros funcionales)

\* UNIVERSIDAD DE SAITAMA

Facultad de Ingeniería  
Departamento de Química aplicada (química industrial de polímeros)  
Facultad de Ciencia  
Departamento de Química (Química macromolecular)

\* UNIVERSIDAD DE SHINSHU

Facultad de Ciencia y Tecnología de textiles  
Departamento de ciencia de polímeros (química aplicada de polímeros, biopolímeros, química de polímeros funcionales)

\* UNIVERSIDAD DE TOHOKU

Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Química Molecular (Química de macromoléculas)

\* INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TOKYO

Facultad de Ingeniería  
Departamento de materiales poliméricos y orgánicos (diseño de materiales poliméricos, procesamiento de fibras y polímeros, propiedades físicas de materiales orgánicos, propiedades dinámicas de materiales poliméricos, reología, química sintética de materiales poliméricos, materiales textiles)

\* UNIVERSIDAD DE TOKYO

Facultad de tecnología  
Departamento de Química (Química de polímeros)

\* UNIVERSIDAD DE YAMAGATA

Facultad de Ingeniería  
Departamento de Química de Polímeros (química aplicada de polímeros, síntesis de polímeros, propiedades estructurales y de procesamiento de polímeros, técnicas de estampado y terminado)  
Departamento de Ingeniería de Materiales poliméricos (aplicaciones de polímeros, diseño de materiales poliméricos dinámica de materiales)

FRANCIA

\* UNIVERSIDAD DE CLERMONT

Química  
Especialidad en Macromoléculas y materiales poliméricos

\* UNIVERSIDAD DE ROUEN

Ciencias de los materiales  
Materiales macromoleculares: polímeros en estado condensado, viscoelasticidad de polímeros, elasticidad en hules, flujo de polímeros, materiales compuestos.

\* UNIVERSIDAD DE PARIS

Química y Fisicoquímica de Polímeros  
(Caracterización de polímeros, Métodos industriales y técnicas de síntesis de polímeros) Opciones:

a) Química: Polimerizaciones y copolimerizaciones, reacciones de policondensación, modificaciones químicas y degradación de polímeros.

b) Materiales: Propiedades físicas y mecánicas de polímeros sólidos, viscosidad, viscoelasticidad y orientación de polímeros, cristalización y morfología, procesamiento de polímeros.

Laboratorio de Química Macromolecular, síntesis de macromoléculas, fisicoquímica y estructura de macromoléculas, polímeros, biopolímeros, membranas, cinética de reacciones homogéneas y heterogéneas.

\* UNIVERSIDAD DE STRASBOURG

Fisicoquímica de materiales macromoleculares  
(Química macromolecular, fisicoquímica de polímeros) Opciones:

a) Química macromolecular.

b) Procesos Industriales de polímeros

c) Fisicoquímica

d) Propiedades prácticas de procesamiento

Laboratorio del Instituto Charles Sadron: centro de investigación de aplicaciones de macromoléculas (Polimerizaciones, síntesis y modificación de polímeros, fisicoquímica de polímeros, caracterización y estructura, reología, procesamiento, polímeros de propiedades especiales.

\* UNIVERSIDAD DE LILLE

Química Orgánica Macromolecular

(Química y fisicoquímica de polímeros. Fotoquímica) Opciones:

a) Química Orgánica de polímeros, química biorgánica, estereoquímica y síntesis orgánica, catalisis con complejos coordinados, espectroscopía orgánica)

b) Polímeros en estado sólido, propiedades termoquímicas de materiales orgánicos, composición de materiales, física de polímeros. estudios fisicoquímicos de polímeros.

\* UNIVERSIDAD DE LYON

Materiales macromoleculares y compuestos.

(Estructura de materiales macromoleculares y compuestos, relación entre estructura y propiedades, propiedades mecánicas, procesamiento de materiales macromoleculares y compuestos) Opciones:

a) Fisicoquímica y Química de materiales macromoleculares

b) Procesamiento y mecánica de materiales

c) Materiales plásticos, reología y química orgánica

\* UNIVERSIDAD DE MULHOUSE

Escuela Nacional Superior de Industrias Textiles de Mulhouse  
Ingeniería de Procesos y materiales textiles  
(materiales textiles, transformaciones de polímeros, reometría, reología textil)

\* ITECH (INSTITUTO TEXTIL Y DE QUIMICA DE LYON)

-Laboratorio de investigación en polímeros (polímeros biológicos y fisicoquímica de polímeros)

\* EAHP (ESCUELA DE APLICACION DE POLIMEROS)

- Investigación en: -laboratorio de química de polímeros (síntesis de polímeros en medio dispersante, emulsiones y suspensiones, procesos de reacción de polímeros); - laboratorio de reología (reología elongacional de polímeros fundidos, conformación de las cadenas en el flujo, birrefracción, reología de mezclas de polímeros) - laboratorio de física del estado sólido (propiedades físicas, especialmente mecánicas de polímeros químicamente modificados)

\* EFPG (ESCUELA FRANCESA DE PAPEL E INDUSTRIAS GRAFICAS)

Investigación en: - laboratorio de ingeniería de procesos de papel, - laboratorio de materiales poliméricos ( polímeros derivados de la biomasa, polímeros de series furánicas, polímeros para procesos de impresión, propiedades físicas de polímeros), - laboratorio de Química macromolecular y del papel (Aditivos macromoleculares en el proceso de fabricación del papel, propiedades y síntesis de macromoléculas, propiedades de los adhesivos de materiales de papel multicapas)

\* ENSCPB (ESCUELA NACIONAL SUPERIOR DE QUIMICA Y FISICA DE BORDEAUX)

Investigación entre otras en: - laboratorio de química orgánica de polímeros (mecanismos de polimerización y síntesis macromolecular)

\* ENSCT (ESCUELA NACIONAL SUPERIOR DE QUIMICA DE TOULOUSE)

Investigación entre otras en: - laboratorio de química y física de polímeros (activación con microondas de las reacciones de polimerización, entrecruzamiento de las cadenas en la composición de materiales bajo la influencia de microondas, modificación química de polímeros, transiciones en el estado sólido de los polímeros, caracterización dieléctrica de resinas, polímeros y materiales compuestos.

\* ENSIC (ESCUELA NACIONAL SUPERIOR DE INDUSTRIAS QUIMICAS)

Investigación entre otras en: - Laboratorio de fisicoquímica macromolecular (Membranas artificiales, biopolímeros, materiales orgánicos y poliméricos, biofísica molecular)

\* ENSITM (ESCUELA NACIONAL SUPERIOR DE INDUSTRIAS TEXTILES DE MULHOUSE)

Investigación en : - Laboratorio de física y mecánica textil (fibras, diseño y producción de hilados y tejidos, metrología, textiles técnicos, geotextiles, reología de textiles).

\* ESICA (ESCUELA SUPERIOR DE INDUSTRIAS DEL CAUCHO)

Investigación en : - Laboratorio de Física y Química de Macromoléculas e investigación analítica, -Laboratorio de latex y reología, - Laboratorio de procesamiento de caucho, - Laboratorio de tecnología de caucho.

\* ESPCI (ESCUELA SUPERIOR DE FISICA Y QUIMICA INDUSTRIAL DE LA VILLA DE PARIS)

Investigación entre otras en: - Laboratorio de fisicoquímica macromolecular y estructural (fisicoquímica y física de materiales poliméricos)

\* FSM (FORMACION SUPERIOR DE INGENIEROS DEL NORTE DE PARIS, ESPECIALIDAD EN MATERIALES)

- Laboratorio de investigación en macromoléculas ( interacción de polímeros funcionales con sistemas vivos, polímeros biospecíficos y cromatografía de líquidos, síntesis y caracterización de polímeros relacionados con propiedades específicas)

\* INSA (INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS APLICADAS DE ROUEN)

-Laboratorio de investigación en compuestos macromoleculares (Aspectos básicos y de aplicación de la ciencia de los polímeros, propiedades ópticas de los polímeros, polímeros biomédicos, modificaciones químicas a polímeros, polímeros de uso farmacéutico, poli-electrolitos)

REINO UNIDO DE GRAN BRETAÑA

\* UNIVERSIDAD DE ASTON

Maestría en Ciencias y Doctorado en Desarrollo y Procesamiento de Polímeros.

\* UNIVERSIDAD DE LOUGHBOROUGH

Maestría en Ciencias y Doctorado en Tecnología de Polímeros.

\* UNIVERSIDAD DE MANCHESTER

Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencia y Tecnología de Polímeros.

\* POLITECNICO DE N. CONDON.

Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencia y Tecnología de Polímeros.

\* UNIVERSIDAD DE WALES (CARDIFF)

Maestría en Ciencias y Doctorado en Química de Polímeros y Aplicaciones.

\* UNIVERSIDAD DE DELFAST

Maestría en Ciencias y Tecnología de Polímeros.

\* UMIST (MANCHESTER)

Maestría en Ciencias y Diplomado en Ciencia y Tecnología de Polímeros.

Maestría en Ciencias y Diplomado en Ingeniería de Polímeros.

\* POLITECNICO DE MANCHESTER

Maestría en Ciencias y Doctorado en Tecnología de Polímeros.

Maestría en Ciencias y Diplomado en Ingeniería de Polímeros.

\* UNIVERSIDAD DE CRANFIELD

Maestría en Ciencias y Diplomado en Ingeniería de Polímeros.

CANADA

\* UNIVERSIDAD DE CONCORDIA

Certificado en Materiales Sintéticos

\* UNIVERSIDAD DE TORONTO

Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería de Polímeros

Maestría y Doctorado de Plásticos

ESPAÑA

\* INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE POLIMEROS (INCYTEP)

(Antiguo Instituto de Plásticos y Caucho)

Curso de especialización en ciencia y tecnología de polímeros.

Duración : ocho meses. Se imparten las siguientes enseñanzas:

- Materiales polímeros
- Caracterización físico-química de polímeros
- Propiedades físicas y comportamiento de polímeros
- Tecnologías de transformación de polímeros
- Propiedades viscoelásticas de polímeros
- Polimerización, reacciones de polímeros, degradación y estabilidad.
- Propiedades de polímeros en solución y mezclas
- Trabajos prácticos de Química Macromolecular
- Físicoquímica y análisis químico organolépticos
- Tecnología de materiales compuestos
- Maquinaria y moldes
- Métodos de ensayo de polímeros
- Tecnología de Elastómeros
- Trabajos prácticos de físicoquímica de polímeros
- Técnicas de transformación, ensayos de polímeros y análisis químico y organoléptico.

**A N E X O II**

Cuestionario de la encuesta aplicada a las primeras 5 empresas

LICENCIATURA EN INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

CUESTIONARIO.

- 1) Nombre de la Empresa \_\_\_\_\_
- 2) Nombre del Entrevistado \_\_\_\_\_
- 3) Máximo grado de estudios \_\_\_\_\_
- 4) Cargo del Entrevistado \_\_\_\_\_
- 5) Rama de actividad de la empresa \_\_\_\_\_
- 6) Indique usted la distribución del personal que labora en su empresa (número)

Nivel	Técnico Medio	Profesional	Posgrado*
Actividad			
Síntesis de polímeros	_____	_____	_____
Caracterización	_____	_____	_____
Control de Calidad	_____	_____	_____
Producción y Proceso	_____	_____	_____
Distribución o Venta	_____	_____	_____
Otro (especifique)	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

\* Maestría, Doctorado o Especialización

- 7) ¿La empresa capacita a su personal a nivel posgrado?  
(Si la respuesta es negativa pase a la pregunta 11)

Si No

- 8) ¿En que áreas capacita a su personal?
- \_\_\_\_\_

- 9) La capacitación se realiza dentro de la misma empresa ( o se cuentan con los recursos necesarios para llevar a cabo esta capacitación)
- \_\_\_\_\_

10) Señale ud. el número de personas que laboran en su empresa y que recibieron capacitación profesional, a nivel posgrado o especialización en polímeros en los últimos años

Año	1985	1986	1987	1988	1989	1990
<u>Área</u>						
Síntesis de Polímeros	---	---	---	---	---	---
Caracterización	---	---	---	---	---	---
Control de Calidad	---	---	---	---	---	---
Prod. y procesado	---	---	---	---	---	---
Distribución, Ventas	---	---	---	---	---	---
Mercadotecnia	---	---	---	---	---	---
Otra (especifique)	---	---	---	---	---	---

11) Señale ud. las necesidades presentes y futuras de personal con estudios de especialización y/o posgrado (número)

Año	1991	1992	1993	1995	1997	2000
<u>Área</u>						
Síntesis de Polímeros	---	---	---	---	---	---
Caracterización	---	---	---	---	---	---
Control de Calidad	---	---	---	---	---	---
Prod. y procesado	---	---	---	---	---	---
Distribución, Ventas	---	---	---	---	---	---
Mercadotecnia	---	---	---	---	---	---
Otra (especifique)	---	---	---	---	---	---

12) ¿En su organización se realiza investigación y desarrollo?  
(Si la respuesta es negativa pase a la pregunta 15)

Si No

13) ¿A qué áreas está enfocada la investigación?

Síntesis -----  
 Caracterización -----  
 Formulación -----  
 Producción y procesado -----  
 Otras (especifique) -----

14) ¿Cuentan con laboratorio propio de investigación y desarrollo?

Si No

15) Si no se realiza, ¿le interesaría que se hiciera ? (investigación y desarrollo)

No

Si Mencione ud. el área de interés

-----  
-----

16) ¿Tuvieron o planean tener relación con alguna institución de investigación o alguna universidad, nacional o extranjera?

No

Si Mencione ud. el nombre y en que año

-----  
-----

17) La Universidad La Salle desea abrir una licenciatura en Ingeniería en plásticos y polímeros, su respuesta a las siguientes preguntas será de utilidad para la fundamentación del proyecto:

a) ¿Cuánto tiempo invierte su empresa en la capacitación de profesionistas en el área de polímeros.?

b) ¿Qué beneficios representaría para su empresa contratar profesionistas especialistas en plásticos y polímeros.?

c) ¿Qué tanto desarrollo profesional considera ud. que exista para estos egresados?

d) ¿Cuál sería el perfil del egresado que llenaría las necesidades de la empresa?

e) Permitiría que su personal técnico actuara como profesor o instructor en cursos o seminarios sobre el tema de polímeros

f) Podría ofrecer algún tipo de apoyo a la Universidad para la realización del proyecto

- Becas,
- Facilidad para desarrollo de tesis dentro de la empresa,
- Visitas a su empresa por parte de los alumnos,
- Realización de prácticas especiales sin interferir en la producción,
- Proyectos conjuntos
- Otros

Cuestionario aplicado para el presente proyecto.

LICENCIATURA EN INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

CUESTIONARIO.

- 1) Nombre de la Empresa \_\_\_\_\_
- 2) Nombre del Entrevistado \_\_\_\_\_
- 3) Máximo grado de estudios \_\_\_\_\_
- 4) Cargo del Entrevistado \_\_\_\_\_
- 5) Rama de actividad de la empresa \_\_\_\_\_

La Universidad La Salle desea abrir una licenciatura en Ingeniería en plásticos y polímeros, su respuesta a las siguientes preguntas será de utilidad para la fundamentación del proyecto:

- a) ¿En su empresa se realiza investigación y desarrollo?
- b) ¿Cuánto tiempo invierte su empresa en la capacitación de profesionistas en el Área de polímeros.?
- c) ¿Qué beneficios representaría para su empresa contratar profesionistas especialistas en plásticos y polímeros.?
- d) ¿Qué tanto desarrollo profesional considera ud. que exista para estos egresados?
- e) ¿Cuál sería el perfil del egresado que llenaría las necesidades de la empresa?
- f) Permitiría que su personal técnico actuara como profesor o instructor en cursos o seminarios sobre el tema de polímeros
- g) Podría ofrecer algún tipo de apoyo a la Universidad para la realización del proyecto
  - Becas,
  - Facilidad para desarrollo de tesis dentro de la empresa,
  - Visitas a su empresa por parte de los alumnos,
  - Realización de prácticas especiales sin interferir en la producción,
  - Proyectos conjuntos
  - Otros

Cuestionario aplicado a los alumnos de I.Q. de la ULSA

INGENIERIA QUIMICA EN POLIMEROS

NOMBRE \_\_\_\_\_

SEMESTRE \_\_\_\_\_

AREA DE INTERES PROFESIONAL \_\_\_\_\_

MOTIVOS PRINCIPALES PARA ESTUDIAR INGENIERIA QUIMICA \_\_\_\_\_

¿QUE MATERIAS OPTATIVAS SABES QUE EXISTEN EN LA SALLE? \_\_\_\_\_

¿QUE IMPORTANCIA CREES QUE TIENEN LOS MATERIALES POLIMERICOS? \_\_\_\_\_

¿QUE TANTO SABES DE LOS POLIMEROS?

MUY POCO          POCO          INTERMEDIO          MUCHO          CASI TODO

¿EN CUANTOS CURSOS UNIVERSITARIOS HAS ESTUDIADO ALGO ACERCA DE ELLOS ?

NINGUNO          UNO          DOS O TRES          TRES A CINCO          MAS DE CINCO

MARCA LOS TEMAS QUE HAYAS ESTUDIADO:

- |  |             |
|--|-------------|
| - CONCEPTOS BASICOS DE POLIMEROS           | - PLASTICOS |
| - PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE POLIMEROS | - HULES     |
| - CARACTERIZACION DE MATERIALES            | - FIBRAS    |
| - REACCIONES DE POLIMERIZACION             | - ADHESIVOS |
| - TRANSFORMACION Y PROCESAMIENTO           |             |
| - SINTESIS Y FORMULACION                   |             |

MENCIONA EL NOMBRE DE LAS COMPANIAS QUE CONOZCAS QUE MANEJEN POLIMEROS (SINTESIS, TRANSFORMACION, POLIMERIZACION, ETC)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿TE GUSTARIA ESTUDIAR MAS ACERCA DE ELLOS?

SI                  NO

ACEPTARIAS ESTUDIAR UNA ESPECIALIZACION EN EL AREA DE PLASTICOS Y POLIMEROS DE UNO O DOS SEMESTRES MAS DESPUES DE LA CARRERA Y OBTENER DE ESTE MODO EL TITULO DE ING. QUIMICO EN POLIMEROS, COMO UNA ALTERNATIVA PARA TITULARTE.

SI                  NO

Lista de las empresas que respondieron la encuesta

- 1.- Polímeros Corporativo Empresarial, S.A. de C.V.  
(Polímeros de México)
- 2.- Poliestireno y Derivados S.A.
- 3.- Altaresin, S.A. de C.V.
- 4.- Industrial de Resinas, S.A. de C.V.
- 5.- Resinas y Materiales, S.A. de C.V.
- 6.- Inyecciones Industriales, S.A. de C.V.
- 7.- Phillips Química, S.A.
- 8.- POLICYD S.A., división plásticos.
- 9.- Química Hoechst de México
- 10.- Indelpro, S.A. de C.V.
- 11.- Poliansa de México, S.A. de C.V.
- 12.- Bamberger Polymers de México, S.A. de C.V.
- 13.- L.J. Broutman
- 14.- Du Pont , S.A. de C.V.
- 15.- Especialidades Industriales y Químicas
- 16.- Duraplast, S.A. de C.V.
- 17.- Camplo de México, S.A. de C.V.
- 18.- Barsan Consultores
- 19.- Bayer de México, división plásticos
- 20.- Basf Mexicana, S.A. de C.V. , división plásticos
- 21.- Polimar (G.E. PLASTICS)
- 22.- Tecnopol S.A. de C.V.
- 23.- Elastómeros y polímeros sintéticos
- 24.- Resinas Polyester S. de C.L.
- 25.- Resinas de México (Celanese Mexicana)
- 26.- Polímeros y Químicos S.A.
- 28.- Shell México
- 29.- Unión Carbide división Químicos y Plásticos
- 30.- Exxon Mexicana
- 31.- Ultraplast
- 32.- Resistol
- 33.- Grupo Novum (Negromex y Hules Mexicanos)
- 34.- Instituto Mexicano del Petroleo
- 35.- Petroleos Mexicanos
- 36.- Llantera Tornell
- 37.- AKRA (Nylon y Fibras Químicas)
- 38.- Especialidades epóxicas industriales
- 39.- Grupo Primex
- 40.- Three Bond de México

## BIBLIOGRAFIA

## B I B L I O G R A F I A

- [1] Allcock, Lampe  
" CONTEMPORARY POLYMER CHEMISTRY "  
Prentice Hall, Nueva Jersey 1981
- [2] Billmeyer, JR. Fred W.  
"TEXT BOOK OF POLYMER SCIENCE"  
2a ed. John Wiley & Sons Inc. Nueva York 1980
- [3] Instituto Mexicano del Plástico Industrial S.C.  
" ANUARIO ESTADISTICO DEL PLASTICO 1989 "  
IMPI. México 1990.
- [4] Austin, George I.  
" MANUAL DE PROCESOS QUIMICOS EN LA INDUSTRIA "  
Ed. Mc Graw Hill, México 1988, Tomo III, caps:  
Cap # 34 "Industria del plástico"  
Cap # 35 "Industria de fibras y películas sintéticas"  
Cap # 36 "Industria del hule"
- [5] Stephenson, Richard  
"INTRODUCCION A LOS PROCESOS QUIMICOS INDUSTRIALES"  
Ed CECSA, México 1979, cap 19: "POLIMEROS".
- [6] Chow Pangtay Susana  
"PETROQUIMICA Y SOCIEDAD"  
Ed SEP, La ciencia desde México, FCE, México 1987  
Cap 10 : "Polímeros derivados del petróleo"
- [7] López Vasquez Delia  
"PROGRAMA DE POLIMEROS PARA LA LICENCIATURA EN QUIMICA,  
DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE PUEBLA"  
Art. presentado en "Ciencia y Desarrollo", vol XVI, # 92  
mayo-junio 1990.

- [8] Unión de Universidades de Latinoamérica  
"CENSO UNIVERSITARIO LATINOAMERICANO 1981"  
México 1983
- [9] Sociedad Polimérica de México A.C.  
"SEGUNDO SIMPOSIUM NACIONAL DE POLIMEROS, DESARROLLO DE  
TECNOLOGIA (MEMORIAS)"  
México 1986.
- [10] Asociación Nacional de la Industria Química  
"ANUARIO ESTADISTICO DE LA INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA 1987"  
ANIQ. Edición 1988, México D.F.
- [11] Secretaría de Programación y Presupuesto, Secretaría de  
Patrimonio y Fomento Industrial, PEMEX.  
"INDUSTRIA PETROQUIMICA ANALISIS Y ESPECTATIVAS"  
Comisión Petroquímica Mexicana. México 1981
- [12] Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal ,  
Sección de Industria Paraestatal Básica.  
"EVOLUCION Y TENDENCIA DEL MERCADO MUNDIAL DE LA INDUSTRIA  
PETROQUIMICA"  
Comisión Petroquímica Mexicana. México 1986
- [13] Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal  
"PLASTICOS DE INGENIERIA"  
SEMIP, CPM, México 1988
- [14] Galdeano B, Carlos  
"INVESTIGACION Y COMPARACION DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE LAS  
UNIVERSIDADES Y TECNOLOGICOS QUE IMPARTEN LA CARRERA DE  
INGENIERIA QUIMICA EN LA REPUBLICA MEXICANA"  
Tesis Profesional UNAM 1982
- [15] Borjón Apan Ruiz G. A./ Mtz. Ayala V.  
"PANORAMA GENERAL SOBRE EL DESARROLLO CIENTIFICO  
TECNOLOGICO DE LOS POLIMEROS EN MEXICO."  
Tesis Profesional UNAM 1973

- [16] González G.C.  
"PROYECTO PARA LA FORMACION DE ESPECIALISTAS EN LA INDUSTRIA  
DE LOS POLIMEROS"  
Tesis profesional UNAM 1973
- [17] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
"ESTUDIO DE ESPECIALIZACION Y GRADO EN POLIMEROS"  
MEXICO D.F. 1976
- [18] Pinete Medina/Martínez Sanchez/Gabino Gallardo  
"EVALUACION DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA INDUSTRIA PARA  
ESTABLECER LA NECESIDAD DE LA CREACION DE UNA MAESTRIA EN  
CIENCIAS DE POLIMEROS EN EL VALLE DE MEXICO"  
Tesis Profesional UNAM 1986
- [19] Edith Langrage  
"INGENIERIA AMBIENTAL"  
Tesis Profesional ULSA 1989
- [20] Ander y Sonnesa  
"PRINCIPIOS DE QUIMICA. INTRODUCCION Y CONCEPTOS TEORICOS"  
Ed Limusa, México 1975.  
Cap 10 : "Macromoléculas"
- [21] Valiente, Antonio  
"LICENCIATURA EN POLIMEROS"  
X Encuentro Nacional del AMIDIQ  
Guadalajara Jalisco, 1989
- [22] Uribe Velazco Miguel  
"LOS POLIMEROS, SINTESIS Y CARACTERIZACION"  
Limusa, México 1980

- [23] Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica  
"CATALOGO DE CARRERAS"  
CONALEP, Area Metropolitana 1990
- [24] PETERSON'S GUIDE TO GRADUATE PROGRAM IN ENGINEERING AND  
APPLIED SCIENCES 1991.  
Polymer Science / Plastics Engineering
- [25] JAPANESE COLLEGES AND UNIVERSITIES 1989  
Marucen Co. Tokyo 1989
- [26] Petroquímica. Ponencia del Ingeniero Federico Ortiz Alvarez.  
Director de Celanese Mexicana. Revista IMIQ Mayo-Junio 1990
- [27] Catálogo de Posgrado 1988  
Departamento de publicaciones ANUIES
- [28] Revista Ciencia y Desarrollo # 47 (Nov-Dic 1982) pag 69-76  
"POLIMEROS" Autores: Angulo Sánchez, Ramos del Valle,  
González González.
- [29] Revista Industria, vol 4, # 30, agosto 1991  
Organo informativo de CONCAMIN (Confederación de cámaras  
industriales de la República Mexicana)
- [30] Revista Rubber World, vol 188 # 4, jul 1983  
The technical service magazine for the rubber industry.
- [31] INFOTEC (Actualización gerencial), marzo 1991  
"POLIMEROS"
- [32] Chemical Engineering # 20 (OCT 4 1982) pag 58-59
- [33] Valiente, Antonio  
"LOS MAESTROS Y LA INGENIERIA QUIMICA"  
UNAM 1979

- [34] Chemical Engineering News  
"FACTS & FIGURES FOR CHEMICAL INDUSTRY"  
Junio 18, 1990
- [35] MEMORIAS DEL IMIQ
- [36] "WHERE TO FIND A POSGRADE PROGRAM IN FRANCE, IN ENGINEERING  
OR APPLIED SCIENCE"  
CEFI 1990
- [37] "RESEARCH ACTIVITIES IN FRANCE, ENGINEERING INSTITUTIONS IN  
THE FIELD OF CHEMICAL ENGINEERING, BIOENGINEERING, AND FOOD  
ENGINEERING"  
CEFI 1990
- [38] Enciclopedia KIRTH - OTHMER  
Volumen 18.
- [39] Tadmar  
"PRINCIPLES OF POLYMER PROCESSING"  
WILEY INTERSCIENCE PUBLICATION. 1979
- [40] Rodriguez Ferdinand  
"PRINCIPLES OF POLYMER SCIENCE"  
Mc Graw Hill, E.U. 1982

[34] Chemical Engineering News

"FACTS & FIGURES FOR CHEMICAL INDUSTRY"

Junio 18, 1990

[35] MEMORIAS DEL IMIQ

[36] "WHERE TO FIND A POSGRADE PROGRAM IN FRANCE, IN ENGINEERING  
OR APPLIED SCIENCE"

CEFI 1990

[37] "RESEARCH ACTIVITIES IN FRANCE, ENGINEERING INSTITUTIONS IN  
THE FIELD OF CHEMICAL ENGINEERING, BIOENGINEERING, AND FOOD  
ENGINEERING"

CEFI 1990

[38] Enciclopedia KIRTH - OTHMER

Volumen 18.

[39] Tadmar

"PRINCIPLES OF POLYMER PROCESSING"

WILEY INTERSCIENCE PUBLICATION. 1979

[40] Rodríguez Ferdinand

"PRINCIPLES OF POLYMER SCIENCE"

Mc Graw Hill, E.U. 1982