



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

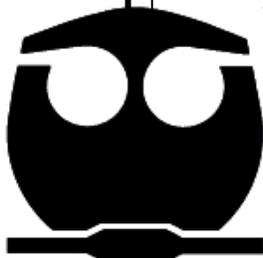
**ESTUDIO DE POLIURETANO PARA REFRIGERACIÓN EN
MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA:

AZALEA RANGEL RAMÍREZ



MÉXICO, D.F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Eduardo Rojo y de Regil

VOCAL: Reynaldo Sandoval González

SECRETARIO: Hugo Norberto Ciceri Silvenses

1er SUPLENTE: Héctor Marcelino Gómez Velasco

2do SUPLENTE: Alejandro Zanelli Trejo

SITIO DONDE SE REALIZÓ LA TESIS:

Edificio E
Coordinación de Ingeniería Química
Circuito Escolar S/N, Ciudad Universitaria
Coyoacán, Distrito Federal, 04510

ASESOR:

Reynaldo Sandoval González

SUSTENTANTE:

Azalea Rangel Ramírez

Quiero dedicar esta tesis principalmente a mis papás que son las personas que más quiero en este mundo y que sin ellos no hubiera sido posible terminar este proyecto. Me han ayudado a crecer como persona y a desarrollar mis habilidades, siempre han estado a mi lado viendo la manera de hacer más fáciles las cosas, sin su apoyo económico y emocional esto no hubiera sido posible.

A mi papá, que ha sido el soporte de mi carrera y el que ha dado sustento a mi familia.

A mi mamá por impulsarme a desarrollar y terminar el proyecto y porque siempre me ha apoyado y defendido en todo.

Al Ing. Andrés Hernández, quien sin conocerme en un principio, me brindó su conocimiento, información y apoyo para que pudiera desarrollar mi tesis

A la Ing. Julia Castro que me aportó ideas para mi trabajo al igual que comprensión.

Al Dr. Reynaldo Sandoval, agradeciéndole que se ofreció para ser mi tutor de tesis.

Finalmente a todos y cada uno que han participado en mi vida, siendo todos especiales e importantes.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	7
1. <i>Importancia de los polímeros en la sociedad.....</i>	<i>7</i>
2. <i>Crecimiento de los polímeros en la segunda mitad del siglo XX</i>	<i>8</i>
CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN Y USOS DEL POLIURETANO	13
1. <i>Breve historia del poliuretano</i>	<i>13</i>
2. <i>Definición del Poliuretano.....</i>	<i>16</i>
3. <i>Química del Poliuretano</i>	<i>16</i>
4. <i>Aplicaciones</i>	<i>17</i>
5. <i>Procesos de producción de espuma de poliuretano. Descripción.</i>	<i>19</i>
6. <i>Aplicaciones del poliuretano en algunas industrias.....</i>	<i>23</i>
a. <i>Industria Automotriz.....</i>	<i>23</i>
b. <i>Industria de la construcción</i>	<i>24</i>
c. <i>Industria de las pinturas.....</i>	<i>24</i>
d. <i>Industria de los adhesivos</i>	<i>25</i>
e. <i>Industria del calzado.....</i>	<i>25</i>
f. <i>Aplicaciones en la industria de la refrigeración.....</i>	<i>26</i>
8. <i>Estudio de poliuretano de espuma rígida</i>	<i>26</i>
CAPÍTULO III REFRIGERADORES DOMÉSTICOS.....	29
1. <i>Definición.....</i>	<i>29</i>
2. <i>Historia de la refrigeración doméstica</i>	<i>29</i>
3. <i>Fabricación de Refrigeradores Domésticos.....</i>	<i>33</i>

CAPÍTULO IV IMPORTANCIA DEL POLIURETANO COMO AISLANTE TÉRMICO EN LA REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA	34
CAPÍTULO V MÉXICO EN LA PRODUCCIÓN DE UNIDADES DE REFRIGERADORES DOMÉSTICOS	36
1. <i>Importancia de los estudios de mercado</i>	36
2. <i>Producción de Refrigeradores Domésticos en México.....</i>	38
3. <i>Producción de Refrigeradores Domésticos en Latino América</i>	42
CAPÍTULO VI PARTICULARIDADES DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE REFRIGERADORES DOMÉSTICOS EN MÉXICO	45
CAPÍTULO VII IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE REFRIGERADORES EN LA ECONOMÍA MEXICANA.....	50
1. <i>Empleos Directos</i>	50
2. <i>Empleos Indirectos.....</i>	51
3. <i>Ingreso promedio anual pagado por empleo directo e indirecto.....</i>	52
CAPÍTULO VIII CASO MABE PRODUCCIÓN NACIONAL DE REFRIGERADORES DOMÉSTICOS	54
1. <i>Historia de Mabe</i>	54
2. <i>Estudio de Mabe</i>	56
CONCLUSIONES	59
REFERENCIAS	62

Índice Tablas

Tabla 1. Cronograma de polímeros en el siglo XX.....	9
Tabla 2. Cronograma de la historia del poliuretano.....	15
Tabla 3 Consumo de espuma rígida de poliuretano para refrigeradores domésticos en México	27
Tabla 4. Ventas anuales en USD de refrigeradores domésticos en México del 2003 al 2007	39
Tabla 5. Unidades vendidas en el 2007 de refrigeradores domésticos por compañía.....	40
Tabla 6. Unidades vendidas en el 2007 en Latinoamérica con los principales productores de refrigeradores domésticos.....	42
Tabla 7. Ventas anuales de refrigeradores domésticos en Latinoamérica	44
Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas de los principales agentes de expansión.....	47
Tabla 9. Análisis del efecto de la conductividad en el factor K por agente de expansión	48
Tabla 10. Empleos directos generados por compañía de la industria de refrigeradores domésticos en México	51
Tabla 11. Empleos indirectos que generó la industria de refrigeradores domésticos por compañía en el 2007	51
Tabla 12. Ingresos anuales que generó en el 2007 la industria de refrigeradores domésticos en pesos mexicanos	52

Índice Gráficas

Gráfica 1. Ventas Anuales de Refrigeradores Domésticos en México	39
Gráfica 2. Producción de Refrigeradores Domésticos en México en el 2007	40
Gráfica 3. Producción de Refrigeradores Domésticos en Latinoamérica en el 2007	43
Gráfica 4. Ventas Anuales de Refrigeradores Domésticos en Latinoamérica del 2004 al 2006.....	44
Gráfica 5. Empleos directos que generó la industria de los refrigeradores en México en el 2007	50
Gráfica 6. Empleos indirectos que generó la industria de refrigeradores domésticos en México por compañía en el 2007	51

Índice Figuras

Figura 1. Esquema de producción de espuma rígida de poliuretano.....	21
Figura 2. Esquema de producción de refrigeradores domésticos	33
Figura 3. Distribución de las plantas de los principales productores de refrigeradores domésticos en México.....	41
Figura 4. Fotografía panorámica de la planta de Celaya de Mabe México.....	56
Figura 5. Mapa de distribución de las plantas de Mabe México	57

INTRODUCCIÓN

Si miramos a nuestro alrededor, es difícil imaginar un mundo sin el plástico. Todo comenzó ya hace casi 170 años, cuando las aplicaciones industriales y comerciales del plástico empezaban a aparecer. Estas fueron y continúan siendo investigadas para que sus aplicaciones sean cada vez más amplias.

En esta tesis se considera de importancia destacada una rama de los plásticos denominada Poliuretano, el cual es muy importante, ya que es un material muy versátil, con propiedades específicas, que se divide en las siguientes ramas:

- Espuma flexible de crecimiento libre. Este tipo de espuma se utiliza principalmente para la producción de colchones y para la fabricación de muebles.
- Espuma flexible moldeada. Se utiliza para la producción de asientos.
- Espuma rígida de poliuretano. Se utiliza en la manufactura de refrigeradores como aislante térmico y en la producción de paneles de construcción.
- Elastómeros de poliuretano. La aplicación más importante es la producción de suelas de zapatos.

Estas cuatro ramas del poliuretano tienen grandes aplicaciones en las industrial del calzado, construcción, automotriz, pinturas, refrigeradores, entre otros.

Por sus características químicas el poliuretano es conocido como el aislante térmico por excelencia y es gracias a su propiedad aislante que es utilizado en la industria de la refrigeración

Los refrigeradores domésticos actualmente utilizan espuma rígida de poliuretano por dos razones importantes, como aislante térmico y para dar al aparato una estabilidad dimensional.

El refrigerador doméstico es un aparato de uso cotidiano el cual ya se convirtió en una necesidad del hogar, debido a que ha ayudado a la sociedad a mantener los alimentos perecederos por mayor tiempo y mejor conservados.

La industria de los refrigeradores domésticos, ha cambiado en el transcurso de los años y mejorado su desarrollo así como sus normas para evitar la contaminación ambiental.

Por ello, los objetivos de ésta tesis engloban el estudio y definición del poliuretano, sus aplicaciones y procesos de producción de espuma de poliuretano. Particularmente su aplicación dentro de la industria de los refrigeradores domésticos y la importancia del poliuretano como aislante térmico en la refrigeración doméstica y el impacto de la producción de refrigeradores en la economía mexicana.

Esta tesis presenta los resultados de un estudio formal de mercado de refrigeradores domésticos en México, donde se abarca brevemente la aplicación del poliuretano dentro de este nicho de mercado, presentando un panorama de las distintas aplicaciones del poliuretano en el mercado genérico y profundizar en las aplicaciones de este producto para el sector de la refrigeración doméstica en México.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1. *Importancia de los polímeros en la sociedad*

Hoy en día sería imposible imaginar una vida sin los polímeros, éstos se han convertido en productos prácticamente irremplazables de nuestra vida cotidiana, de los cuales difícilmente podríamos prescindir.

Sólo basta mirar alrededor para poder visualizar cuántos objetos de plásticos tenemos cada uno de nosotros tanto en nuestras casas como en la oficina, en el automóvil, en los artículos de belleza, en nuestra cocina y otros.

Todo comenzó en 1839 con el descubrimiento de la vulcanización del hule hecho por Charles Goodyear, haciendo reaccionar azufre con la resina natural caliente, el producto obtenido resultó ser muy resistente a los cambios de temperatura y a los esfuerzos mecánicos.¹

Después de unos años, alrededor de 1860 en los Estados Unidos de América surgió el primer plástico de importancia comercial. Éste surgió gracias a un concurso para encontrar un material que sustituyera el marfil para la fabricación de bolas de billar (en esa época se utilizaba tanto marfil que se sacrificaban 12000 elefantes anualmente para cubrir la demanda). El ganador de dicho concurso fue John Hyatt quien inventó un tipo de plástico al que llamó celuloide,

¹ Nicholson, John W; (2006), “*The Chemistry of Polymers*”, (3a Edición), RSC Paperback, UK, pp 2-4

este tipo de plástico hizo posible la producción de varios artículos como peines, bolas de billar, películas fotográficas y parabrisas de carruaje.²

En 1897 otro plástico semisintético, que tuvo buena aceptación comercial, fue el que desarrollaron Krische y Spitteler, éste se fabricó a base de caseína (una proteína extraída de leche) la hizo reaccionar con formaldehído y su principal aplicación fue la elaboración de botones.³

2. Crecimiento de los polímeros en la segunda mitad del siglo XX

El siglo XX puede considerarse como el inicio de “La Era de Plástico”, ya que en esta época la obtención y comercialización de los plásticos sintéticos se ha incrementado continuamente y el registro de patentes se presenta en número creciente.⁴

² Instituto Mexicano del Plástico Industrial, (1998), “Tomo I”, en *Enciclopedia del Plástico*, (3ª Edición), Academia Press, México, pag. 3-5.

³ Ibid., p.6.

⁴ Ibid., p.50.

A continuación se presenta un cronograma sobre los polímeros en el siglo XX ⁵ :

Tabla 1. Cronograma de polímeros en el siglo XX

AÑO	ACONTECIMIENTO
1907	Baquelita, resina termoestable (LH. Baekeland)
1912	Inventor ruso Ostromislensky patentó el Policloruro de Vinilo
1918	Descubrimiento de Urea formaldehído
1920	PVC fue sintetizado desde 1872 por Barman, pero Waldo Semon, mezcló otros compuestos y obtuvo masa parecida al caucho
1928	Dupont en Estados Unidos condujo la síntesis de la poliamida nylon
1932	Inglatera empezó la investigación de la síntesis de polietileno, Dupont desarrolló policopreno (1er hule sintético que se comercializó) bajo el nombre de dupreno, se cambió luego a Neopreno. Polietileno fue sintetizado
1938	Otto Bayer descubrió el proceso de poliadición de diisocianatos, proceso base en la producción del poliuretano.
1939	Alemania produjo una forma alternativa de nylon. También fue el descubrimiento del polietilentereftalato (PET) y patentado como un polímero para fibra por J.R.Whinfield
1940	Descubrimiento de Fluorcarbonos (teflón), silicones
1942	Desarrollo del polietileno y poliéster
1943	Silicones
1948	Desarrollo del Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)
1950	Descubrimiento de Fibras de poliéster y el propileno
1953	Herman Staudinger "Padre de los plásticos" demostró que todos los plásticos contienen macromoléculas y químico alemán Kart Ziegler desarrolló el polietileno. Desarrollo del poliuretano
1954	Natta desarrolló el polipropileno
1955	El PET fue producido de manera comercial
1957	Descubrimiento de policarbonato
1964	Óxido de polifenileno
1965	Polisulfona
1969	Poliéster de tereftalato de polibutileno (PBT)
1973	Polibutileno

REFERENCIAS: Instituto Mexicano del Plástico Industrial, (1998), "Tomo I", en Enciclopedia del Plástico, (3ª Edición), Academia Press, México, pag. 3-53
 Walter, M., (1995), "Tomo VII", en Ingeniería del Plástico, (2ª Edición), Mc Millan, Nueva York, pp 225-234

⁵ Walter, M., (1995), "Tomo VII", en Ingeniería del Plástico, (2ª Edición), Mc Millan, Nueva York, pp 225-234.

Durante la 2ª Guerra Mundial, la industria de los plásticos demostró ser una fuente inagotable de sustitutos aceptables

Alemania perdió sus fuentes naturales de látex, inició un gran programa que llevó al desarrollo de un caucho sintético utilizable. La entrada de Japón en el conflicto mundial cortó los suministros de caucho natural, seda y muchos metales asiáticos a Estados Unidos y la respuesta estadounidense fue la intensificación del desarrollo y la producción de plásticos. El nylon se convirtió en una de las fuentes principales de fibras textiles, los poliésteres se utilizaron en la fabricación de blindajes y otros materiales bélicos y se produjeron en grandes cantidades varios tipos de caucho sintético.⁶

En los años de la posguerra se mantuvo elevado el desarrollo de la industria de los plásticos, se tuvo especial interés en los avances en plásticos técnicos, como los policarbonatos, acetatos y poliamidas.⁷

El metal se comenzó a sustituir en algunos campos por los materiales sintéticos, se comenzó aplicar estos materiales en los componentes para maquinaria, cascos de seguridad, aparatos sometidos a altas temperaturas y otros aparatos sometidos a condiciones extremas.⁸

En la década de los sesentas los plásticos descubiertos en los años anteriores, tuvieron la oportunidad de que se les desarrollaran procesos para fabricar productos finales. Dentro de este grupo destacan las llamadas “resinas reactivas” como: resinas epoxi, poliésteres insaturados y principalmente poliuretanos.⁹

⁶ Ibid pp 227.

⁷ Ibid pp 228.

⁸ Ibid pp 230.

⁹ Ibid pp 231.

En los años siguientes el desarrollo se enfocó a la modificación de plásticos ya conocidos mediante espumación, cambios de estructura química, copolimerización, mezclas con otros polímeros.¹⁰

En los años 80's se comenzó la producción de plásticos de altas propiedades como la polisulfonas, poliarileterecetonas y polímeros de cristal líquido.¹¹

Las aplicaciones en los años 90's comenzaron a ser más amplias, por ejemplo en el área de empaquetados el LDPE (polietileno de baja densidad) se empezó a utilizar en forma de rollos de plástico transparente y el HDPE (polietileno de alta densidad) se usa para películas plásticas más gruesas como las de las bolsas de la basura. Además el polipropileno tiene aplicaciones domésticas y se emplea en forma de fibra para fabricar alfombras y sogas.¹²

En el área de construcción, el HDPE se usa en tuberías al igual que el PVC. Muchos plásticos se utilizan para aislar cables e hilos y el poliestireno aplicado en forma de espuma sirve para aislar paredes y techos.¹³

Otras aplicaciones que tienen los polímeros hoy en día es en la fabricación de motores ya que algunos plásticos son muy resistentes, debido a su resistencia se utilizan como colectores de toma de aire, tubos de combustibles, botes de emisión, bombas de combustible y aparatos electrónicos.¹⁴

¹⁰ Rincón Córcoles, A.; Lokensgard, E.; Richardson T., (2000), "*Procesos de Moldeo*", en La Industria del Plástico. Plástico Industrial, Richardson & Lokensgard, México, pp. 230-357.

¹¹ Ibid pp 230-231.

¹² Ibid pp 232-234

¹³ Ibid pp 281

¹⁴ Ibid pp 294

En los automóviles las carrocerías están hechas con plástico reforzado con fibra de vidrio. También se aplican para fabricar carcasas para equipos de oficina, dispositivos electrónicos, accesorios pequeños, herramientas, juguetes, maletas, artículos deportivos, aparatos de ortopedia...¹⁵

Son tantas las aplicaciones que tienen los polímeros en los artículos de nuestra vida diaria, así como en productos para nuestra salud que es imposible, más bien inimaginable pensar como sería la vida sin ellos. Se siguen desarrollando nuevos procesos para obtener polímeros más estables o que soporten condiciones más extremas de trabajo, todo esto se debe a las necesidades de hoy en día.¹⁶

¹⁵ Ibid pp 301

¹⁶ Ibid pp 351

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN Y USOS DEL POLIURETANO

El poliuretano ha logrado gran éxito en el mercado debido a su versatilidad, tiene diferentes características según el tipo de espuma que se requiera, se divide en cuatro grandes ramas, espuma flexible de crecimiento libre, espuma flexible moldeada, espuma rígida de poliuretano y elastómeros de poliuretano.

Debido a su versatilidad se puede fabricar con distintas durezas y colores, es un excelente aislante térmico, tiene una excelente resistencia, por eso se utiliza en las siguientes industrias: del calzado, refrigeradores, automotriz, colchones, construcción, pinturas y otros.

1. Breve historia del poliuretano

El desarrollo científico que sirvió para el descubrimiento del poliuretano o uretanos comenzó debido a unos estudios realizados por el alemán Wurtz en 1849, Wurtz sintetizó el isocianato alifático estudiando la reacción de éstos con alcoholes y aminas. Pero fue hasta 1938 que el profesor Otto Bayer “el Padre de los Poliuretanos” descubrió el proceso de poliadición de diisocianatos y lo probó en la síntesis de diferentes tipos de poliuretanos y polímeros lineales.¹⁷

El origen del poliuretano data de principios de la Segunda Guerra Mundial, donde éste fue utilizado como un reemplazo del caucho. La versatilidad de

¹⁷ Organización Mundial del poliuretano, Learning Center, Consulta: 26 noviembre 2008, <http://www.polyurethane.org/s_api/sec.asp?CID=853&DID=3487>

éste polímero orgánico y su capacidad para sustituir materias escasas, motivó a explorar nuevas y numerosas aplicaciones.¹⁸

Durante la Segunda Guerra mundial, el poliuretano fue utilizado mucho en el área de recubrimientos. Se utilizó para la impregnación del papel, prendas resistentes al gas mostaza (el gas mostaza es un gas venenoso que se usó en la primera guerra mundial), para los acabados de los aviones en pintura y química; también se utilizó para hacer recubrimientos más resistentes a la corrosión, para proteger el metal, madera y masonry.¹⁹

El boom del poliuretano se remonta en los años 60's. Desde entonces ha evolucionado de tal forma que hoy en día forma parte del entorno: automóviles, suelas de zapatos, muebles, decoración, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Aeroespacial, industria de refrigeración, construcción y otros.²⁰

Según datos estadísticos en 1975 la producción aparente del poliuretano fue de 2000 toneladas, en 1980 fue de 45000 toneladas y en 1985 ascendió a 90,000 toneladas. Actualmente se producen en México 190,830 toneladas (este último dato fue obtenido en el estudio de mercado esta información fue obtenida de la página oficial de la Organización Mundial de Poliuretano de IAL consultores teniendo un crecimiento anual del 2003 al 2008 del 3.6%).

¹⁸ Organización Mundial del poliuretano. Op. Cit

¹⁹ Organización Mundial del poliuretano. Op. Cit.

²⁰ Organización Mundial del poliuretano . Op. Cit.

Resumiendo la historia del poliuretano a continuación se puede apreciar cómo ha evolucionado este polímero a través de los años.²¹

Tabla 2. Cronograma de la historia del poliuretano

AÑO	EVENTO
1937	EL Dr Ott Bayer descubre la química básica del poliuretano e I.G. Farben (bayer) patenta el proceso.
1940	La espuma rígida se introduce en los aviones
1941	Los adhesivos se aplican en el caucho, metal y vidrio
1948	La primera aplicación para el aislamiento fue para un barril de cerveza
1949	Caucho vulcanizado
1953	Suela de zapatos y piel sintética
1954	Espuma amortiguadora.
1958	Se introduce la fibra spandex
1960	Paneles sandwich para construcción en acero.
1966	Espuma de poliuretano de piel integrada para utilizar en los descansa brazos y suelas de zapatos
1969	Amortiguadores de automóviles
1970	Imitación de Madera. Aplicaciones ortopédicas y médicas
1979	Aislador en spray para uso en la construcción
1981	Tablas de surf
1985	Espumas con absorción de energía para la seguridad de los pasajeros
1993	Tubos de pared delgada, ejem. Catéteres.
1995	Llantas de bicicletas
2001	Llantas de automóviles

REFERENCIA: Organización Mundial del poliuretano, Learning Center, Consulta: 26 noviembre 2008, <http://www.polyurethane.org/s_api/sec.asp?CID=853&DID=3487>

²¹ Organización Mundial del poliuretano. Op. Cit.

2. Definición del Poliuretano

El Poliuretano, mejor conocido como Espuma de Poliuretano es copolímero de Urea y Uretano. Los usos conocidos son la fabricación de muebles, colchones, suelas de zapato, refrigeradores, asientos de automóviles y otros.²²

3. Química del Poliuretano

Las materias primas principales para la producción de Espuma de Poliuretano son Polioliol (producto derivado del óxido de propileno y óxido de etileno), Isocianato y agua. Para iniciar la reacción, controlar la catálisis y promover la adecuada formación de espuma es necesario incluir tres diferentes aditivos; Catalizador de amina, Catalizador organo-metálico y Surfactante de Silicón.²³

Ya en proceso y dependiendo del tipo de espuma que se produce, llegan a ser necesarios otros aditivos como colorantes y pigmentos y retardantes de flama.

Las reacciones principales en el proceso de producción de poliuretano son tres:²⁴

I. Reacción de Gelado. Formación de la cadena polimérica
Isocianato + Polioliol → Uretano

II. Reacción de Soplado. Producción de Gas
Isocianato + Agua → Ácido Carbámico (Inestable) → Amina + CO₂
(Amina + CO₂) + Isocianato → Urea (Sustituida)

III. Reacciones de entrecruzamiento.
Uretano + Isocianato → Alofanato
Urea + Isocianato → Biureto

²² Apuntes: Julia Castro, *Análisis de un sector industrial . Aditivos para poliuretano.* pp 1

²³ Ibid 1

²⁴ Ibid 2

El Uretano es el segmento flexible de la espuma de Poliuretano y la Urea es el segmento rígido. La proporción de uno con respecto al otro determina las propiedades físicas de la espuma y dependiendo de la aplicación, esta relación deberá ser optimizada.²⁵

A partir de la Reacción de Gelado y de las Reacciones de Entrecruzamiento se forma la cadena polimérica que constituye la estructura sólida flexible del Poliuretano.²⁶

El Gas formado en la segunda reacción provoca el crecimiento de la espuma por la emulsificación del sistema.²⁷

Finalmente se obtiene una red de copolímero, una masa espumante de estructura firme y estable.²⁸

El tipo de poliuretano y la aplicación que se le dará determinan las materias primas y los aditivos que se requieren para producirlo.

4. Aplicaciones

- Espuma Flexible de Crecimiento Libre. Este tipo de espuma se produce en máquinas de producción continua o en producción por lote en cajones de metal o de madera. La Espuma de Crecimiento Libre se utiliza principalmente para la producción de colchones y para la fabricación de muebles. Esta espuma puede ser creada en muchas variedades de tamaños firmezas haciéndola atractiva para estas industrias debido a sus características: ligera, durable y cómoda. En

²⁵ Jennings, R. "Control Urethane Reaction For Quality Parts"; *Plast. Tech.* **1969**, 15/3, 43-46.

²⁶ Ibid 43

²⁷ Ibid 44

²⁸ Ibid 46

México existen aproximadamente 30 máquinas de producción continua y 70 productores de espuma en cajón.²⁹

- Espuma Rígida de Poliuretano. Este es la segunda aplicación más importante en México. La espuma rígida se utiliza en la manufactura de refrigeradores como aislante térmico y en la producción de paneles de construcción, también considerados aislantes térmicos. La producción de refrigeradores en México ha ganado importancia en los últimos años. Contamos un total de 10 plantas productoras de diferentes marcas internacionales y nacionales. México produce 7,160,000 unidades de refrigeración al año, de las cuales un 69.7% es para exportación y el resto para consumo interno.³⁰
- Espuma Flexible Moldeada. Básicamente este tipo de espuma en México está destinada únicamente para la producción de asientos de automóviles. Se utilizan máquinas de inyección y moldes de alta tecnología. Son cuatro los productores principales de asientos para automóviles en México y proveen a todas las casas armadoras, entre ellas: GM, Nissan, Ford, VW, las principales.³¹
- Elastómeros. Dentro de esta clasificación la aplicación más importante es la producción de suelas de zapatos. México es un importante productor de zapatos en América Latina, se estima que México produce al año más de 100 millones de pares de zapatos. Los elastómeros se encuentran en el grupo denominado *CASE* por sus siglas en inglés (Coatings, Adhesives, Sealants & Elastomers).³²

²⁹ Julia Castro. Op. Cit. , pp 8

³⁰ Julia Castro. Op. Cit., pp 8

³¹ Julia Castro. Op. Cit., pp 9

³² Julia Castro. Op. Cit. , pp 9

5. Procesos de producción de espuma de poliuretano. Descripción.

La primera tecnología para hacer espuma flexible fue desarrollada por Bayer en Alemania. Una máquina productora de esta espuma indispensable debe de contar con los siguientes elementos:³³

- Tanques de almacenamiento de materia prima de tamaño apropiado y que no permitan la entrada de la humedad u otros contaminantes.
- Cabeza de mezclado.
- Sistema de control de temperatura
- Cuidar la relación isocianato/poliol
- Adecuar el mezclado
- Se debe mantener un flujo laminar fuera de la cabeza de mezclado

Cabezas de Mezclado

La cabeza de mezclado es a menudo el corazón de cualquier máquina dispensadora de poliuretano. El éxito o fracaso con un sistema químico dado puede frecuentemente ser influenciado por el adecuado mezclado.

Las cabezas de mezclado pueden ser clasificadas como de recirculación o no-recirculación. En una cabeza de recirculación, los componentes están circulando del tanque de alimentación a través de la cabeza y de regreso al tanque. El tipo de cabeza recirculante es esencial para el buen rendimiento en la mayoría de las operaciones de moldeo comerciales. La mayoría de bloques de líneas de espumado usan cabezas no-recirculantes. Con éstas cabezas, el material es entregado, inyectado, mezclado y dispensado por tiempos controlados sin retornar a los tanques.³⁴

³³ Jennings, R. Op. Cit. pp 46

³⁴ Schlueter, K. "Process Regulation for Polyurethane Machines"; *J. Cell. Plast.* **1981**, 17/1, 51

6. Proceso de producción de espuma rígida de Poliuretano

Para el proceso de espuma rígida de poliuretano es muy importante cuidar la formulación de sus componentes, a continuación se presentará de manera esquemática que se debe cuidar:

Formulación del poliol

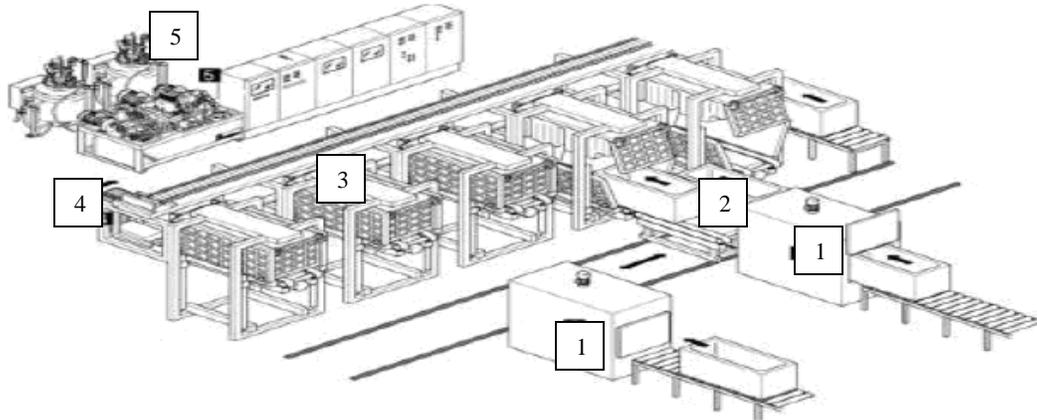
En la formulación del poliol se debe cuidar la temperatura, ya que el poliol es muy sensible a ésta propiedad y puede haber pérdidas en agentes de expansión. La presencia de humedad en el sistema afecta la densidad de la espuma. También se debe cuidar en los contaminantes, un ejemplo sería si llegase a tener una pequeña contaminación de aceite, éste destruiría el tensoactivo. Se debe mantener el sistema cerrado, las fugas en los tanques pueden generar pérdidas de agente soplante, lo cual afecta las propiedades de densidad la espuma.³⁵

A continuación se puede ver una fotografía la cual representa el esquema de producción de espuma rígida³⁶:

³⁵ García, L., (2008), “*PU basics and appliance processing HACEB*”, PU Thecnology Center Dow Chemical Company, Estados Unidos de Norteamérica, Lámina 32.

³⁶ Ibid Lámina 37.

Figura 1. Esquema de producción de espuma rígida de poliuretano



1. Hornos de precalentamiento
2. Sistema de alimentación
3. Moldes
4. Cabezales de inyección.
5. Tanques y bombas.

Referencia: García, L., (2008), "*PU basics and appliance processing HACEB*", PU Thecnology Center Dow Chemical Company, Estados Unidos de Norteamérica, Lámina 37

Los problemas típicos que se pueden presentar en el momento de producir espuma rígida de poliuretano son los siguientes:

a. Abombamiento de la pieza final

Este se puede dar posiblemente por la incorrecta relación de los componentes y alto porcentaje de empaque. Para poder solucionarlo se recomienda disminuir el porcentaje de empaque, aumentar el tiempo de desmolde y revisar la calibración de la máquina.³⁷

b. El material no llena

Las posibles causas de este defecto son las siguientes: cantidad insuficiente de agente soplante, cambio en la reactividad de los componentes, incorrecta

³⁷ Ibid., Lámina 72.

relación de los componentes e insuficiente porcentaje de empaque. Se recomienda revisar posible escape de agente soplante, aumentar la temperatura de precalentamiento, aumentar la temperatura del lado de isocianato, revisar la calibración y considerar venteos.³⁸

c. Falta de adhesión de la espuma a la lámina

La falta de adhesión se debe a la falta de curado superficial de la espuma; por lo tanto se recomienda aumentar la temperatura de precalentamiento, revisar la calibración y revisar la superficie del sustrato.³⁹

d. Variación de la densidad

La variación de la densidad es causada debido al bajo flujo de la espuma y a la mala mezcla de los componentes. Para solucionar este problema se recomienda: aumentar la temperatura de precalentamiento, revisar porcentaje de empaque, aumentar la temperatura del isocianato, revisar calibración y revisar existencia de adelanto o atraso en los componentes.⁴⁰

e. Espuma blanda

Las posibles causas de esto se debe a lo siguiente: incorrecta relación de los componentes, mala mezcla de los componentes, contaminación del sistema, baja densidad y el caudal de la máquina. Se recomienda revisar la calibración, revisar existencia de atrasos o adelantos de los componentes y revisar posible contaminación en el sistema.⁴¹

³⁸ Ibid., Lámina 73

³⁹ Ibid., Lámina 74

⁴⁰ Ibid., Lámina 75

⁴¹ Ibid., Lámina 76

f. Espuma se encoge a temperatura ambiente

Se debe a la incorrecta relación de los componentes, el material no es suficientemente empacado y por la baja densidad de la espuma. Por lo tanto se debe aumentar la temperatura de precalentamiento, revisar la calibración, revisar existencia de contaminación, revisar existencia de atraso o adelanto de los componentes e incrementar el porcentaje de empaque. ⁴²

g. Escapes de material

Fugas de material en el proceso. ⁴³

7. Aplicaciones del poliuretano en algunas industrias

El poliuretano como ya se mencionó es muy versátil, debido a esta característica tiene diferentes aplicaciones en muchas industrias conocidas, a continuación se hablará brevemente sobre algunas de las aplicaciones industriales del poliuretano en general.

7.1 Industria Automotriz

Las aplicaciones principales del poliuretano en la industria automotriz incluyen los siguientes negocios ⁴⁴:

- Relleno de asientos
- Llantas
- Aislamiento del sonido
- Tapetes
- Recubrimiento en los asientos
- Molduras
- Paneles para puertas

⁴² Ibid., Lámina 77

⁴³ Ibid., Lámina 71

⁴⁴ IAL Consultants, (2004) Polyurethane products and Chemicals in South America & Mexico, pp 91

- Agarraderas
- Salpicaderas
- Volantes
- Spoilers
- Alerones

7.2 Industria de la construcción

La demanda del poliuretano en el sector de la construcción en México es relativamente pequeño comparado con otras regiones en desarrollo en el mundo.

Las principales aplicaciones del poliuretano en el área de construcción son las siguientes ⁴⁵:

- “*Paneles Sándwich*” para el aislamiento térmico y acústico
- Espuma en spray para el aislamiento térmico
- Bloques (slabstock) utilizados para el aislamiento industrial y técnico
- Recubrimientos protectores para la construcción e Ingeniería Civil

7.3 Industria de las pinturas

El poliuretano se usa mucho en las pinturas debido a su gran resistencia climatológica y a los rayos UV, además de que es muy resistente a la abrasión, a los ataques de productos químicos como solventes, álcalis y ácidos, su secado es muy rápido.

⁴⁵ Ibid. pp 83

En la industria de la pintura los poliuretanos se presentan en dos formas ⁴⁶:

- Transparentes (barnices), y
- Pigmentados (recubrimientos)

7.4 Industria de los adhesivos

Los adhesivos hechos con base de poliuretano tienen una excelente aplicación. Su elasticidad es persistente después del secado, su adherencia es muy buena en distintos materiales y también su resistencia es muy buena para las sustancias químicas. Puede usarse para fijar mamparas, tabiques, zócalos y paneles. Por esto mismo se usa en la construcción y metalúrgica. ⁴⁷

7.5 Industria del calzado

El poliuretano es utilizado en tres grandes aplicaciones en los zapatos deportivos ⁴⁸:

- Para la espuma de la suela.
- Como espuma blanda para soporte, ésta se utiliza ampliamente para el calzado de dama debido a su buena absorción y propiedades de transpiración
- Como componentes plástico moldeado.

⁴⁶ Ibid. pp 87

⁴⁷ Ibid. pp 89

⁴⁸ Ibid. pp 106

7.6 Aplicaciones en la industria de la refrigeración

El mercado de refrigeradores cubre las siguientes aplicaciones ⁴⁹:

- Almacenado en frío
- Transportes refrigerantes
- Refrigeradores y Congeladores domésticos e industriales

La espuma rígida de PU es muy utilizada como aislante para estructuras de refrigeración debido a sus propiedades:

- Excelente aislante térmico
- Resistente a la compresión (con más isocianato se tiene menor resistencia)
- Fácil de procesar
- Buena resistencia mecánica
- Baja permeabilidad de agua

8. Estudio de poliuretano de espuma rígida

El consumo total en el 2003 de espuma de poliuretano en México fue de 133,386.21 toneladas y en el 2007 se calculó de 154,500 toneladas, dando un crecimiento en 4 años del 3% anualmente. ⁵⁰

El consumo de espuma rígida de PU en el campo de refrigeradores es muy difícil de medir, tanto en el área doméstica como en la comercial, ya que cada modelo varía de tamaño considerablemente.

⁴⁹ Ibid. pp 99

⁵⁰ Ibid. pp 34

En la siguiente tabla se puede ver un estimado del volumen utilizado de esta espuma en los refrigeradores domésticos en México, esta información fue obtenida por IAL consultores y estimados industriales

Tabla 3 Consumo de espuma rígida de poliuretano para refrigeradores domésticos en México

PAIS	CONSUMO DE ESPUMA (kg/Unidad)
México	4.3 kg por 225 L
	10.94 kg por 510 L
	0.5 kg por unidades de escritorio para hospitales y hoteles

REFERENCIA: IAL Consultants, (2004) Polyurethane products and Chemicals in South America & Mexico, pp 101

Pero un dato muy general de consumo de poliuretano de espuma rígida para refrigeradores domésticos en el 2003 fue de 30000 toneladas y en el 2007 63925.05 toneladas dando un crecimiento del 5% en 4 años.⁵¹

Esto representa en promedio durante los 4 años, que el 40.75% del consumo de poliuretano lo representa la espuma rígida, en el área de refrigeradores domésticos.

En total hay 55 empresas exportadoras de la subpartida 390950 y 231 empresas importadores de esta misma subpartida, que es la que se refiere a los POLIURETANOS.⁵²

⁵¹ Ibid. pp 102

⁵² Secretaría de Economía, consulta 13 octubre 2008, www.economia.gob.mx/Secretaría de Economía, Consulta 10 de octubre 2008, secretaria.gob.mx

Entre las empresas exportadoras en el mercado se encuentran las siguientes:

- Basf Mexicana , S.A. de C.V.
- Bayer de México S.A. de C.V.
- Clariant México, S.A. de C.V.
- Comercializadora de sistemas químicos SA de C V
- Dow Química Mexicana, S.A. de C.V.
- Dupont México, S.A. de C.V.
- Insumos Internacionales G.C., S.A. de C.V.
- Polioles, S.A. de C.V.
- Rohm and Haas México, S.A. de C.V.
- Sayer Lack Mexicana, S.A. de C.V.

De las empresas importadoras en el mercado se mencionan a continuación:

- 3M México, SA de CV
- Basf Coatings de Méxoco S.A. de C.V.
- Basf Mexicana , S.A. de C.V.
- Bayer de México S.A. DE C.V.
- Clariant México, S.A. DE C.V.
- Collins & Aikman Automotive Hermosillo, S.A de C.V
- Dow Química Mexicana, S.A. de C.V.

CAPITULO III

REFRIGERADORES DOMÉSTICOS

El Refrigerador es un sistema el cual permite preservar los alimentos perecederos, éste sustituyo la hielera común que había sido un artículo de la casa para casi un siglo y medio anterior al nuestro.

Por esta necesidad, es imposible imaginar vivir actualmente sin un Refrigerador Doméstico en casa, ya que se tendría que buscar alimentos frescos todos los días como: pescados, mariscos, quesos, yogures y otros productos lácteos. Gracias a los avances de esta industria hoy en día se puede contar con un Refrigerador doméstico que hasta en su diseño es estético y funcional.

1 Definición

Se define por la norma oficial NOM – 015 – ENER – 2002 un “refrigerador convencional” como:

“Aparato de volumen y equipos adecuados para uso doméstico enfriado por medio de un sistema refrigerante alimentado con energía eléctrica y en el cual se almacenan alimentos para su conservación.”⁵³

2 Historia de la refrigeración doméstica

En 1800 Thomas Moore acuñó el término “*Refrigerador*”, éste consistía en una tina de cedro, aislado con una piel de conejo llena de hielo y lo rodeaba un

⁵³ Diario oficial: NORMA Oficial Mexicana NOM-015-ENER-2002, Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores y electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado, México, pp7

contenedor metálico. Moore diseñó el refrigerador para poder transportar mantequilla a Washington.⁵⁴

En ese mismo año Michael Faraday licuó amoníaco para provocar enfriamiento. Este es un principio que actualmente el sistema de refrigeración opera con conceptos adaptados de estos experimentos.⁵⁵

Fue hasta 1805 cuando Oliver Evans diseñó la primera máquina refrigerante que utilizó el vapor en vez de líquido, diez años después el Dr John Goorie construyó un refrigerador basado en el diseño de Evans para hacer hielo.⁵⁶

Un personaje importante durante la historia de los refrigeradores es James Harrison, en 1851 introdujo el primer refrigerador mecánico para hacer hielos, luego 4 años después patentó la refrigeración de compresión líquido-vapor, este sistema producía 3000kg de hielo por día.⁵⁷

Comprendiendo Harrison las necesidades de la gente, vio un área de oportunidad para hacer su propia empresa la cual vendía carne congelada almacenándola en su refrigerador, esto lo llevó a cabo en 1860 en Sydney.⁵⁸

Fue tan grande su visión que entró al mercado en Inglaterra, en 1873 exportó carne congelada de Australia a Inglaterra, demostrando que el alimento perecedero puede llegar a otra parte del mundo sin problemas debido a que se mantuvo congelado durante el trayecto. Este fue un gran reto y paso a la humanidad.⁵⁹

⁵⁴ Association of Home Appliance Manufacturers, *The Story of Refrigerator*, consulta: 21 enero 2009, <<http://www.aham.org/consumer/ht/a/GetDocumentAction/id/1409>>

⁵⁵ Ibid Association of Home Appliance Manufacturers

⁵⁶ Ibid Association of Home Appliance Manufacturers

⁵⁷ Ibid Association of Home Appliance Manufacturers

⁵⁸ Ibid Association of Home Appliance Manufacturers

⁵⁹ History Channel, *The History of Household Wonders "History of Refrigerator"*, consulta: 21 enero 2009, <<http://www.history.com/exhibits/modern/fridge.html>>

Paralelamente, un contemporáneo de Harrison, también interesado en mantener los alimentos frescos, en 1876 licuó el gas y fabricó el primer refrigerador doméstico mecánico.⁶⁰

Los primeros refrigeradores eran voluminosos y el amoníaco era una sustancia corrosiva y tóxica, estos refrigeradores sólo se utilizaban en la industria o para la producción de hielo.⁶¹

A partir del siglo XX los refrigeradores se comenzaron a utilizar en los hogares, uno de los primeros los presentó la compañía General Electric en 1917, este aparato se vendió en 1000usd.⁶²

Kevinator, en 1918 introdujo el primer refrigerador con un control automático, ya que anteriormente se utilizaban compresores y estos funcionaban mediante bandas unidas a motores localizados en el sótano o en una habitación contigua a la cocina por lo que se requería un enorme espacio, fue tal el éxito de Kevinator que de 1918 a 1920 se vendieron 200 unidades de este tipo.⁶³

Fue hasta 1923 cuando Frigidaire presentó el primer refrigerado compacto, comenzaron a salir éstos hechos de acero y porcelana a mediados de los años 1920's. Es esta misma década habían refrigeradores de combustión debido a que habían lugares que no tenían electricidad.⁶⁴

En 1929 los refrigeradores usaban gases tóxicos como amoníaco, cloruro metílico y dióxido sulfúrico como refrigerantes. Más adelante se verá como han evolucionado los refrigerantes.⁶⁵

⁶⁰ Ibid History Channel

⁶¹ Ibid History Channel

⁶² Ibid History Channel

⁶³ Ibid History Channel

⁶⁴ Ibid History Channel

⁶⁵ Ibid History Channel

En los 1930's aparecieron en el mercado los primeros refrigeradores eléctricos con compartimientos para cubos de hielo.

Realmente podemos ver que después de la 2ª Guerra Mundial, esta industria comenzó su producción masiva.

Los primeros modelos para hacer cubos de hielo fueron hechos entre los años 1950's y 1960's al igual que el descongelado automático.

A partir de los años 1980's el mundo comenzó a preocuparse por el medio ambiente, se descubrió que los clorofluorcarbonos (CFC) como el freón se habían estado acumulando en la atmósfera y su uso ponía en peligro la capa de ozono de todo el planeta.⁶⁶

1987 el Protocolo de Montreal fue un acuerdo que se hizo para que se eliminaran paulatinamente estas sustancias en todo el mundo para que a partir de los años 1990's los refrigeradores y aparatos de aire acondicionado usaran refrigerantes menos dañinos.⁶⁷

Su propósito es eliminar estas sustancias al 100% en el 2040, la reducción se repartió de la siguiente manera:⁶⁸

- 2015.....Reducción del 10%
- 2020.....Reducción del 35%
- 2025.....Reducción del 75%
- 2040.....Reducción del 100%

⁶⁶ Association of Home Appliance Manufacturers. Op. Cit.

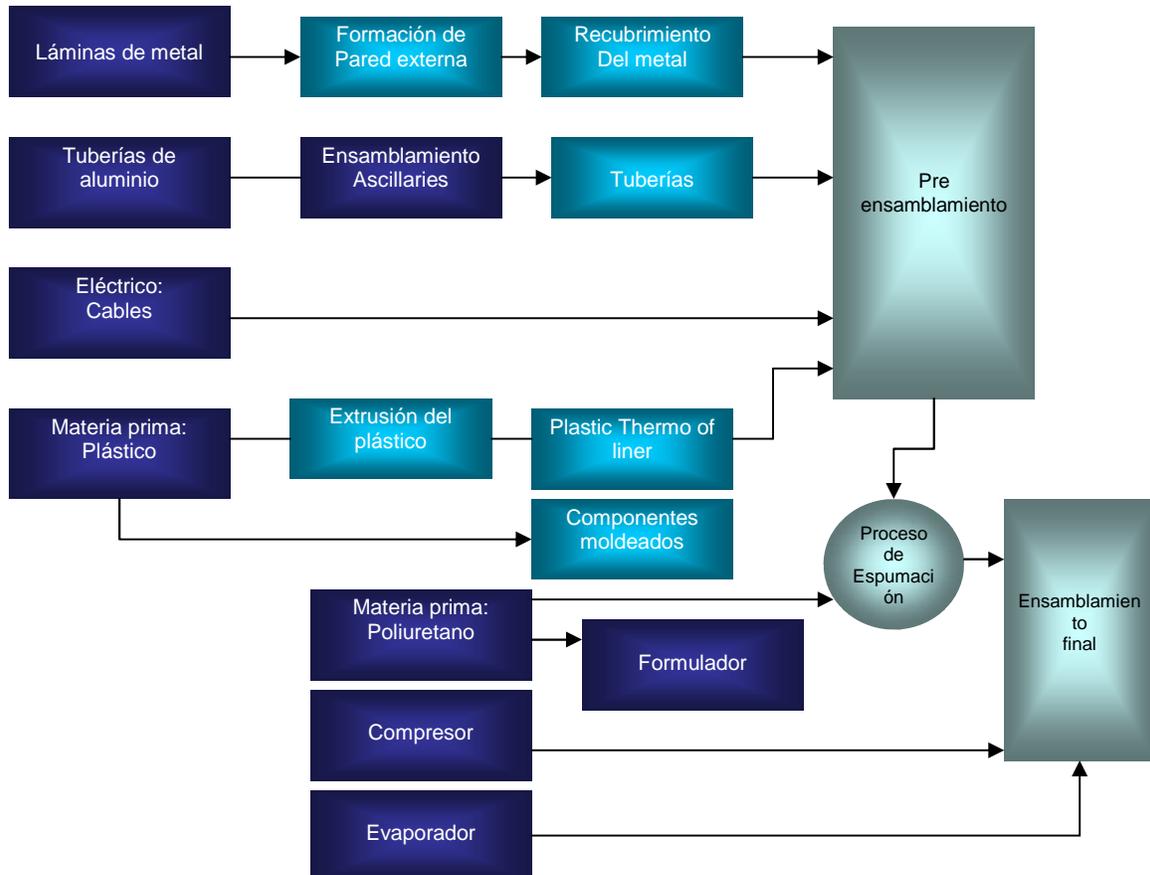
⁶⁷ Dow Química Mexicana, Documento "Protocolo Montreal" pp 1

⁶⁸ Ibid pp 2

Actualmente se utilizan sustancias menos dañinas a los CFC, las cuales se mencionarán en el capítulo 6.

3.3 Fabricación de Refrigeradores Domésticos

Figura 2. Esquema de producción de refrigeradores domésticos



REFERENCIA: Dow Química Mexicana

IMPORTANCIA DEL POLIURETANO COMO AISLANTE TÉRMICO EN LA REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA

A pesar de que el poliuretano sólo representa el 12% del refrigerador doméstico, este material es el que le da las propiedades de aislante térmico al refrigerador. Este aparato está hecho como se mencionó en el capítulo 3 de aluminio, plástico (poliestireno), cables y poliuretano básicamente.⁶⁹

Los refrigeradores en casa sus temperaturas normales a las que trabajan son las siguientes:

- 0°C.....Congelador
- 4°C.....Refrigerador

Es importante mantener estas temperaturas ya que para el mundo de los microorganismos es fundamental el calor. Cierta cantidad de calor favorece su crecimiento y reproducción, mientras que otra cantidad favorece su eliminación.

Es aquí donde entra la Termodinámica, es la herramienta con la que se puede diseñar y controlar los equipos para mantener las temperaturas deseadas.

En este estudio por tratar de refrigeradores domésticos lo que se busca es mantener temperaturas bajas, por esta necesidad se escoge un aislante térmico y esta propiedad como se menciona anteriormente la da el poliuretano, el cual

⁶⁹ Apuntes: Marketing Academy Forging Dow's Future. "Global Appliance Market Opportunity Analysis. Diciembre 2007 pp 44

es escogido a nivel mundial y en diferentes industrias como el “Aislante Térmico por Excelencia”.

¿Por qué se utiliza el poliuretano como aislante térmico? Debido a que ya se han realizado estudios de cual es el mejor aislante y hay dos opciones:

1. Vacío
2. Poliuretano

El primero es muy caro hacerlo, pero si eliminamos esta opción, realmente en el refrigerador no es posible utilizarlo, por una parte para este aparato se necesita tener una estabilidad dimensional y por otra parte se busca la resistencia mecánica; si se llegara a utilizar el vacío, no se tendría ninguna de estas dos propiedades. En cambio con el poliuretano se observan estas propiedades.

MÉXICO EN LA PRODUCCIÓN DE UNIDADES DE REFRIGERADORES DOMÉSTICOS

México como productor en refrigeradores, es un país sumamente importante dado que la mano de obra es más barata que en los países que desarrollan estas tecnologías.

El 69.7% de la producción de refrigeradores en el país se va a exportación como se mencionó en el capítulo 2.

El mayor consumo de refrigeradores en México son los de menor tamaño, son pocos los hogares que tienen un refrigerador tipo Duplex ya que son más costosos que los otros.

México también se ha apegado a las Normas Ambientales para la preservación de la capa de ozono, es por eso que las compañías que producen en el país refrigeradores se deben acoplar a las necesidades ambientales.

1. Importancia de los estudios de mercado

Los estudios de mercado son una fuente donde podemos pronosticar hacia dónde va dirigido el negocio que estamos estudiando, se toma como base una población (universo) y de ahí se realiza la predicción del comportamiento de ese nicho.

Es muy importante que se realicen estos tipos de estudios ya que en la época en la que se está viviendo actualmente, la globalización y alta competitividad de los

productos y servicios puede variar debido a las exigencias y expectativas del mercado.

Para asegurar el éxito de una empresa el uso de técnicas y herramientas como lo es un estudio de mercado ayuda a conocer la competencia, canales de distribución, puntos de venta del producto, publicidad existente en el mercado, precio y conducta del consumidor (por qué comprar y cuáles son los gustos y necesidades).

Aquí el punto clave de un estudio es “conocer el mercado”, las necesidades de dicho mercado, es decir, los consumidores son lo que dan la pauta para poder definir mejor qué es lo que se va a vender, dónde y cómo se venderá.

Es importante que estas pautas sean bien entendidas debido a que aquí se puede pronosticar o hacer análisis para tomar decisiones importantes en el negocio, como ampliación de plantas, negocios o para prever o crear nuevas plantas o negocios.

El estudio de mercado surge como un problema del marketing y que no se puede resolver por medio de otro método. Este puede resultar caro o complejo, pero es un gran apoyo para direccionar un negocio o producto, no garantiza que tenga éxito el negocio o producto ya que hay muchas variables que son difíciles de medir.

Finalmente en los siguientes párrafos se van a incluir conceptos de lo que es un Estudio de Mercado:

- Para Kotler, Bloom y Hayes, el *estudio de mercado* “consiste en reunir, planificar, analizar y comunicar de manera sistemática los datos relevantes para la situación de mercado específica que afronta una organización” .⁷⁰
- Randall, lo define como “la recopilación, el análisis y la presentación de información para ayudar a tomar decisiones y a controlar las acciones de marketing” .⁷¹
- Según Malhotra, los *estudios de mercado* “describen el tamaño, el poder de compra de los consumidores, la disponibilidad de los distribuidores y perfiles del consumidor” .⁷²

2. Producción de Refrigeradores Domésticos en México

México es un gran productor de refrigeradores domésticos en la región de Latinoamérica. En el 2007 produjo 7,160,000 unidades de las cuales 2,169,000 unidades se vendieron en México y 4,991,000 refrigeradores domésticos se fueron a exportación, esto representa que el 69.7% de la producción en México sale del país.

Ha habido un incremento durante los últimos 2 años en las ventas de refrigeradores domésticos ya que los consumidores han aumentado su poder de compra.

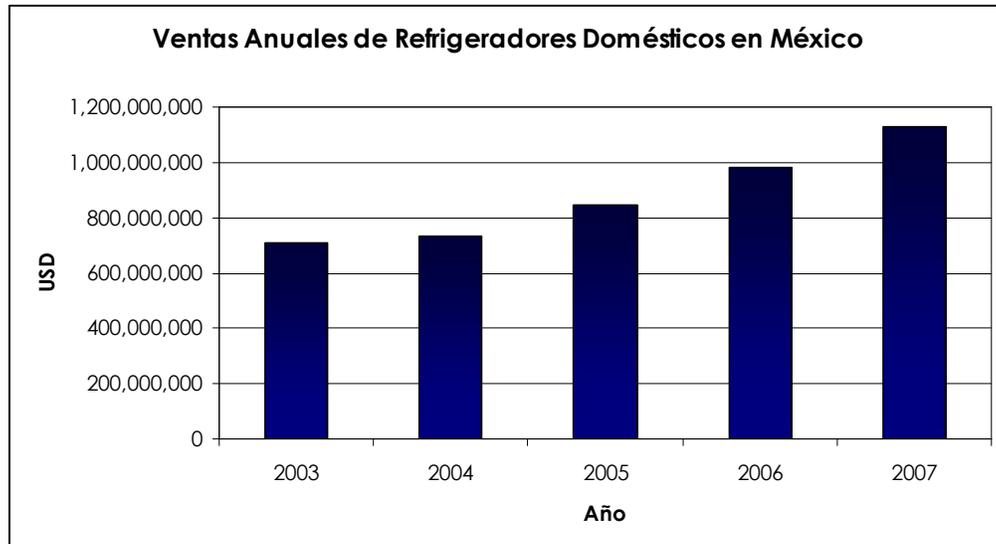
⁷⁰ Geoffrey, R., (2003), Principios de Marketing, (2ª Edición), Paraninfo, pp120

⁷¹ Kotler, p., et.al, (2004), El Marketing de Servicios Profesionales,. Ediciones Paidós Ibérica SA, Barcelona, pp98

⁷² Malhotra, K. (1997), Investigación de Mercados un enfoque práctico, (2ª Edición), Prentice Hall Hispanoamericana, pp 90-92

Esto se ve ilustrado en la siguiente gráfica:

Gráfica 1. Ventas Anuales de Refrigeradores Domésticos en México



REFERENCIA: Dow Chemical Company. "Refrigerators and TV's in Latin America". LA Marketing Research. Marzo 2008. Lámina 7

Considerando que la tendencia ha subido, a continuación se ve el % del incremento:

Tabla 4. Ventas anuales en USD de refrigeradores domésticos en México del 2003 al 2007

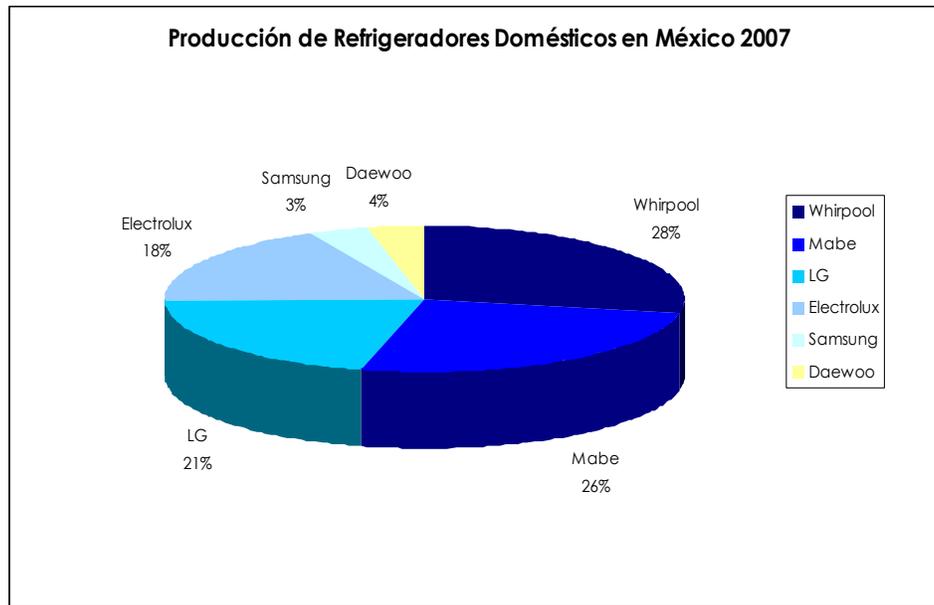
Año	Ventas (USD)	%
2003	710,223,237	
2004	730,819,711	2.9%
2005	847,750,865	16%
2006	980,000,000	16%
2007	1,127,000,000	15%

REFERENCIA: Dow Chemical Company. "Refrigerators and TV's in Latin America". LA Marketing Research. Marzo 2008. Lámina 7

El precio promedio del refrigerador en México es de 157USD, esto se debe a que en el país la mayor venta es de unidades pequeñas, los refrigeradores de mayor tamaño se exportan principalmente a Estados Unidos y lo demás a Centro América.

Los principales productores en México son las siguientes compañías:

Gráfica 2. Producción de Refrigeradores Domésticos en México en el 2007



REFERENCIA: Investigación propia

Tabla 5. Unidades vendidas en el 2007 de refrigeradores domésticos por compañía

Compañía	Unidades (2007)	%
Whirpool	2,000,000	28%
Mabe	1,850,000	26%
LG	1,500,000	21%
Electrolux	1,300,000	18%
Samsung	250,000	3%
Daewoo	260,000	4%
Total	7,160,000	100%

REFERENCIA: Investigación propia

Whirpool es una empresa que se estableció en México para aprovechar los recursos de este país, por una parte la mano de obra en México es más barata que en Estados Unidos y por otra parte el terreno es más económico. Conociendo esto, no es de asombrarse que el 70% de su producción la exporta

Mabe es un gran competidor de Whirpool, esta compañía tiene representación en toda Latino América, pero sólo exporta el 16% de sus unidades producidas ya que esta compañía tiene plantas en diferentes países de Latino América.

LG es una empresa que se estableció hace unos años aquí en México, realmente su participación ha sido representativo durante los últimos 2 años, al igual que Whirpool, esta empresa trasnacional también el 70% de su producción la exporta a Estados Unidos en su mayoría, Sudamérica, Europa y Asia.

Estos competidores se encuentran concentradas sus plantas en Querétaro, Monterrey, Guanajuato, Chihuahua (Cd Juarez)

Distribución de las plantas:

Querétaro: Mabe, Samsung y Daewoo

Monterrey: LG y Whirpool

Guanajuato: Mabe

Chihuahua: Electrolux

Figura 3. Distribución de las plantas de los principales productores de refrigeradores domésticos en México



REFERENCIA: Investigación propia

3. Producción de Refrigeradores Domésticos en Latino América

Los productores de refrigeradores domésticos en Latino América son Brasil, México y Colombia. Entre los 3 países tienen un productor en común que es Mabe, realmente las ventas de refrigeradores domésticos en Colombia las tiene esta empresa.

Brasil es un país el cual el 34.2% de su producción la exporta. Esta exportación mayormente es a países sudamericanos, en cambio Colombia exporta el 55.14% de sus refrigeradores domésticos a Centro América y Venezuela mayormente.

A continuación se muestra una tabla donde se ve dicha información:

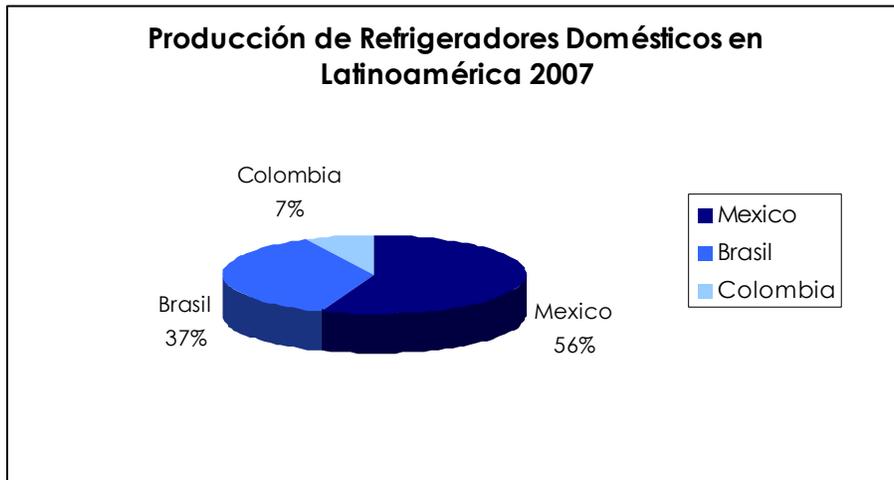
Tabla 6. Unidades vendidas en el 2007 en Latinoamérica con los principales productores de refrigeradores domésticos

Compañía	Mexico	Brasil	Colombia
Whirlpool	2,000,000	3350000	
Mabe	1,850,000	650000	960,000
LG	1,500,000		
Electrolux	1,300,000	185000	
Samsung	250,000		
Daewoo	260,000		
Bosch		600000	
Total (unidades producidas)	7,160,000	4,785,000	960,000

REFERENCIA: Dow Chemical Company. "Refrigerators and TV's in Latin America". LA Marketing Research. Marzo 2008. Lámina 6

En la siguiente gráfica se puede observar que hablando de producción la mayor parte la tiene México:

Gráfica 3. Producción de Refrigeradores Domésticos en Latinoamérica en el 2007

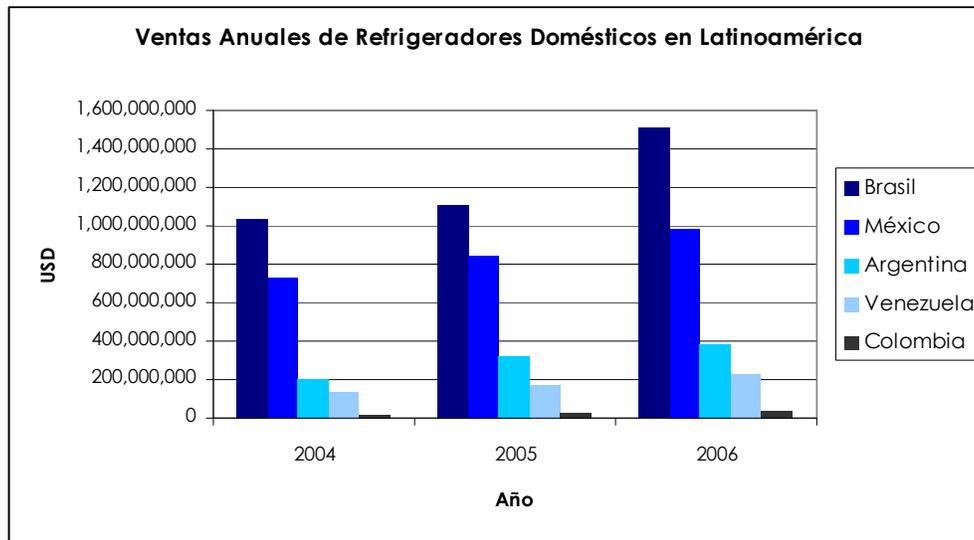


REFERENCIA: Dow Chemical Company. "Refrigerators and TV's in Latin America". LA Marketing Research. Marzo 2008. Lámina 1

Las ventas anuales se concentran en su mayoría en Brasil, país que tiene un precio promedio por unidad es de 719 USD.

Se observa que la tendencia del 2004 al 2006 es hacia arriba para todos los países de Latino América

Gráfica 4. Ventas Anuales de Refrigeradores Domésticos en Latinoamérica del 2004 al 2006



REFERENCIA: Dow Chemical Company. "Refrigerators and TV's in Latin America". LA Marketing Research. Marzo 2008. Lámina 7 y 8

En la tabla que se muestra a continuación se muestran los datos exactos de ventas anuales de cada país en USD:

Tabla 7. Ventas anuales de refrigeradores domésticos en Latinoamérica

País	2004 (USD)	2005 (USD)	2006 (USD)
Brasil	1,040,882,558	1,105,417,277	1,510,000,000
México	730,819,711	847,750,865	980,000,000
Argentina	197,157,610	321,761,219	380,000,000
Venezuela	134,344,539	174,110,522	230,000,000
Colombia	19,585,367	27,576,197	38,000,000

REFERENCIA: Dow Chemical Company. "Refrigerators and TV's in Latin America". LA Marketing Research. Marzo 2008. Lámina 7 y 8

CAPÍTULO VI

PARTICULARIDADES DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE REFRIGERADORES DOMÉSTICOS EN MÉXICO

México como se mencionó en el capítulo V está apegado a las Normas Ambientales de nivel Mundial, uniéndose con los países para proteger la capa de ozono, no sólo eso sino también trabaja con los fabricantes de refrigeradores para lograr que los equipos consuman menor energía eléctrica, es por eso que en el país existen Normas de Consumo de Energía las cuales ayudan a los fabricantes de refrigeradores a que sus unidades consuman menor energía eléctrica.

Se sabe que los refrigeradores y congeladores comerciales utilizan el 15% del consumo total de electricidad a nivel nacional, por eso las empresas de refrigeración en México refrendan su compromiso de promover el ahorro de energía eléctrica por medio de la incorporación en sus equipos del “Sello FIDE”, que entró en vigor desde 1995, este sello es una distinción donde si el aparato tiene dicho sello significa que es un producto ahorrador con comprobado alto nivel de eficiencia.⁷³

El FIDE apoya a las empresas que comercializan productos de alta eficiencia etiquetados con el “Sello FIDE”, para que tengan una mayor cobertura y penetración en el mercado nacional. Con esta distinción se reconoce al fabricante por la calidad de sus productos en cuanto a su eficiencia en el ahorro

⁷³ Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica, *La Industria de la Refrigeración en México*, establece con el FIDE su compromiso de ahorrar energía eléctrica en sus equipos, Consulta: 22 noviembre 2008, <<http://www.fide.org.mx/Noticias/2007/noticia175.html>>

de energía eléctrica y se fomenta entre ellos la competitividad tecnológica y comercial.⁷⁴

Además de que México busca ahorrar energía, también se mencionó que se está apegando a la “Conciencia Verde”, es por eso que el 9 de septiembre del 2005 México cerró su producción de Clorofluorcarbonos (CFC’s), utilizados en refrigeradores, aire acondicionados, aerosoles y en la producción de espumas de poliuretanos que dañan como se mencionó anteriormente la capa de ozono.

Gracias a esta acción México redujo un 12% la producción de CFC a nivel mundial y un 60% en la producción a nivel continental.⁷⁵

Para entender más este protocolo, es fundamental hablar sobre los agentes de expansión o soplado ya que estos hay de 2 tipos:

1. Líquidos: CFC, HCFC, HFC
2. Gases: HCFC HFC, CO₂ e hidrocarburos

En la actualidad se utilizan los siguientes HFC
HCFC 141b, HFC-134a, HFC-245fa y ciclopentano.

El HCFC141b actualmente no es legal en Estado Unidos de América este fue reemplazado por el HFC-134a o el HFC-245fa, este último agente espumante su desventaja es que es muy costoso, se va a realizar un estudio muy general de las propiedades, ventajas y desventajas que presentan estos hidrofluorcarbonos (HFC).

⁷⁴ Ibid. Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica

⁷⁵ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Implementación del Protocolo de Montreal en México, Consulta: 22 noviembre 2008,
<http://portal.semarnat.gob.mx/gestionambiental/calidaddelaire/Documents/implementacion_protocolo.pdf>

El HFC134a es el que tiene la más alta conductividad térmica de todos estos hidrofluorcarbonos, esta propiedad contribuye en el factor K dando una desventaja ya que aumenta el factor y lo que se busca es que este factor disminuya.⁷⁶

A continuación se presentarán dos tabla obtenidas del artículo “HFC-134a: The other HCF” proporcionado por Dow Química Mexicana, autores Jeff King, Ike Latham y Check Martin.

La primera tabla se puede ver las propiedades fisicoquímicas de los agentes espumantes a analizar⁷⁷:

Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas de los principales agentes de expansión

	HCFC-141b	HCFC-22	HCFC-142b	HFC-245fa	CICLOPENTANO	CO2	HFC-134a
Formula	CCl ₂ FCH ₃	CHClF ₂	CH ₃ CClF ₂	CF ₃ CH ₂ CHF ₂	C ₅ H ₁₀	CO ₂	CF ₃ CH ₂ F
Conductividad térmica del vapor (BTU) a 77°F	0.072	0.078	0.088	0.083	0.086	0.114	0.101
Costo de la material prima	\$	\$	\$	\$\$\$	\$	\$	\$\$

REFERENCIA: King, J.; Latham I.; Martin C., (2001), “HFC-134a: The other HCF”, The Dow Chemical company, USA, p. 2.

⁷⁶ King, J.; Latham I.; Martin C., (2001), “HFC-134a: The other HCF”, The Dow Chemical company, USA, p. 2.

⁷⁷ Ibid., p.3

La segunda tabla se ve como es afectado el factor K debido a la conductividad de los agentes ⁷⁸:

Tabla 9. Análisis del efecto de la conductividad en el factor K por agente de expansión

	HCFC-141b	HFC-245fa	CICLOPENTANO	HFC-134a
Factor K a 75°F (BTU in / ft ² hr °F)	0.123	0.134	0.14	0.152
Factor K a 30°F (BTU in / ft ² hr °F)	0.122	0.118	0.129	0.132

REFERENCIA: King, J.; Latham I.; Martin C., (2001), “*HFC-134a: The other HCF*”, The Dow Chemical company, USA, p. 2.

El HFCFC-141b como se mencionó en Estados Unidos de América se discontinuó, esto se hizo a principios del 2003, a pesar de que sus propiedades son muy buenas no puede ser utilizado en la industria de refrigeradores, el problema con el HFC-245fa es que es muy caro, pero sus propiedades son las mejores en comparación de los siguientes agentes espumantes, mejora el factor K debido a que tiene una baja conductividad térmica. El ciclopentano su factor K también puede mejorar las propiedades del poliuretano, este agente se utiliza mayormente en Asia, no es muy recomendable ya que es altamente flamable por lo tanto las plantas deben estar construidas lejos ya que una explosión podría causar un caos en sus alrededores. Finalmente el HFC-134a es el que tiene mayor factor K.

Realizando un mejor análisis de la tabla anterior sobre el factor K se puede observar lo siguiente:

HFC-134a su factor K es 8.% mayor que el del ciclopentano a 75°F y 2.3% a 30°F, peor aún si comparamos este agente con respecto al HFC-245fa su factor K a 75°F es 13.4% mayor y con 30°F es 11.8% mayor. ⁷⁹

⁷⁸ Ibid., p.4

⁷⁹ King, J.; Latham I.; Irwin, Phillip., (2001), Tailor Made HFC-245fa Foam for Appliance Applications, The Dow Chemical company, USA, pp 2, 3, 4

Conociendo un poco más sobre los HFC, se puede comprender mejor el Protocolo de Montreal y el reto que este presenta a la industria de refrigerantes incluido el de esta tesis que se trata de refrigeradores domésticos, ya que este utiliza estos agentes espumantes para la producción de espuma de poliuretano.

El acuerdo fue firmado en 1987 y actualmente 189 países forman parte de este acuerdo internacional.

México se unió y es un activo promotor de este protocolo y un ejemplo a nivel internacional en el cumplimiento de sus compromisos.

Los logros más importantes que ha tenido México destacan los siguientes ⁸⁰ :

- En los últimos 14 años se ha reducido más de un 87% el consumo de CFC debido a la ejecución de más de 100 proyectos para la sustitución en el uso de estas sustancias en los refrigeradores domésticos, comerciales, aires acondicionados, aerosoles, solventes y espumas de poliuretano.
- En 1997 todos los refrigerantes domésticos y comerciales producidos en México se encuentran libres de CFC
- En 2005 se suspendió el uso de CFC en la producción de espuma de poliuretano, por lo que se ha dejado de utilizar más de 600 toneladas de este compuesto en más de 200 empresas en el país.

⁸⁰ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Op. Cit.

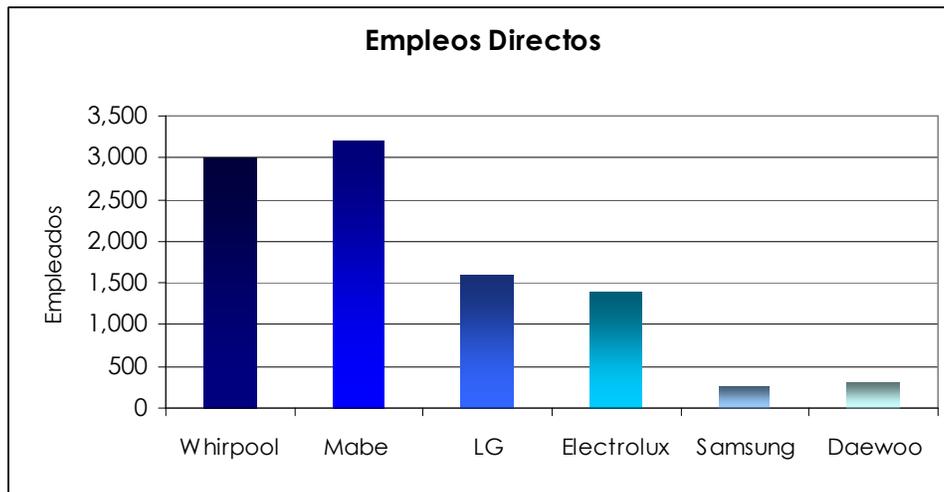
IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE REFRIGERADORES EN LA ECONOMÍA MEXICANA

La derrama económica de la producción de refrigeradores domésticos se calcula tanto a través de las ventas generadas, que como se menciona en el capítulo 5 es de USD\$1,127,000,000 y debe adicionársele el impacto en la generación de empleos directos e indirectos.

1. Empleos Directos

En las plantas productivas de las marcas de este sector, se generan los siguientes empleos directos:

Gráfica 5. Empleos directos que generó la industria de los refrigeradores en México en el 2007



REFERENCIA: Investigación propia

Tabla 10. Empleos directos generados por compañía de la industria de refrigeradores domésticos en México

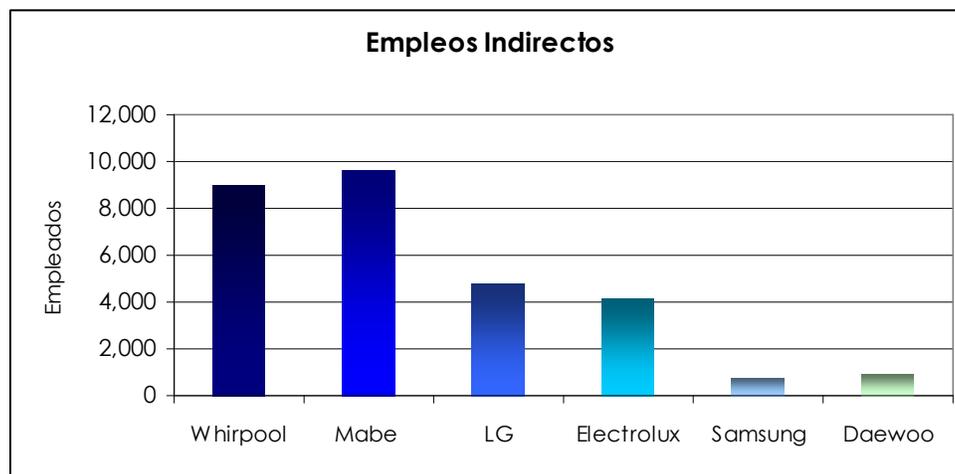
Compañía	Empleos Directos	%
Whirpool	3,000	30.70
Mabe	3,200	32.75
LG	1,600	16.37
Electrolux	1,386	14.18
Samsung	266	2.72
Daewoo	320	3.27
Total empleos directos	9,772	100

REFERENCIA: Investigación propia

2. Empleos Indirectos

Tomando en consideración el dato que aporta el Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación y en el que se establece que existe una relación de que por cada empleo directo se generan 3 empleos indirectos ⁸¹, a continuación se detallan los empleos indirectos del mercado de refrigeradores domésticos por marca.

Gráfica 6. Empleos indirectos que generó la industria de refrigeradores domésticos en México por compañía en el 2007



REFERENCIA: Investigación propia

⁸¹ Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación, Reto competitivo para el futuro, Consulta: 3 diciembre 2008, Lámina 14, 15, <www.cnimme.org.mx/Publicaciones/entorno.htm>

Tabla 11. Empleos indirectos que generó la industria de refrigeradores domésticos por compañía en el 2007

Compañía	Empleos Indirectos	%
Whirpool	9,000	30.70
Mabe	9,600	32.75
LG	4,800	16.37
Electrolux	4,158	14.18
Samsung	798	2.72
Daewoo	960	3.27
Total empleos indirectos	29,316	100.00

REFERENCIA: Investigación propia

3. Ingreso promedio anual pagado por empleo directo e indirecto

Asimismo, el Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación, establece una relación que en México se paga un promedio de 3 salarios mínimos por cada empleo directo e indirecto ⁸² generado en la industria de exportación, tal es el caso de los refrigeradores domésticos, por lo que el total de pago anual a trabajadores directos e indirectos asciende a \$2,089,644,480 pesos tal y como puede verse en la siguiente tabla:

Tabla 12. Ingresos anuales que generó en el 2007 la industria de refrigeradores domésticos en pesos mexicanos

Empleos	Ingreso anual generado (\$)
Directos	522,411,120
Indirectos	1,567,233,360
Total	2,089,644,480

Tomando como base un salario mínimo de \$49.50 pesos ⁸³

⁸² Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación, Reto competitivo para el futuro, Consulta: 3 diciembre 2008, Lámina 14, 15, <www.cnimme.org.mx/Publicaciones/entorno.htm>

⁸³ Servicio de Administración Tributaria, Salarios Mínimos 2008, Consulta: 3 diciembre 2008, <http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/salarios_minimos/>

Como puede apreciarse, para el sector industrial mexicano la producción de refrigeradores domésticos es de gran importancia, tanto por sus ventas a consumidores, el ingreso de divisas por exportaciones y la generación de empleos directos e indirectos.

CASO MABE PRODUCCIÓN NACIONAL DE REFRIGERADORES DOMÉSTICOS

Mabe es una empresa mexicana que se ha posicionado muy bien en el mercado internacional, es importante conocer un poco de la historia y sobre las ventas que representan en México, debido a sus raíces y el impacto que puede causar en una crisis económica.

1. Historia de Mabe⁸⁴

Esta es una empresa mexicana, la cual nace en la Ciudad de México en la década de los cuarenta. El nombre se debe a la alusión de las primeras letras de cada uno de los apellidos de las familias fundadoras (*Ma* de Mabardi y *Be* de Berrondo).

Comenzó en la fabricación de muebles para cocina, el primero fue la producción de estufas, ya para 1953 Mabe fabricaba 50 estufas diarias y contaba con 150 empleados.

Después de 1953 se comenzó a inaugurar centros de distribución fuera de la Ciudad de México, el primero fue en Monterrey, Nuevo León y siguió el de Mexicali.

Mabe con una gran visión inauguró un centro de ensamble en Venezuela y empezó a aumentar su línea de productos.

⁸⁴ Mabe México, consulta: 28 noviembre 2008, "Perfil Mabe,"
<http://www.mabe.cc/portal/main.aspx?idioma=143>

Fue en el año de 1964 cuando se comenzó a fabricar los primeros refrigeradores con interiores de plástico.

Siguió expandiéndose por el continente americano, llegando su red de distribución en 1966 a Centroamérica, El Caribe y parte de Sudamérica.

A partir de 1974 las ventas totales de Mabe sumaban 20 millones de dólares y contaban con 1000 empleados. Tres años después se inauguró la planta de refrigeradores ASTRAL en Querétaro.

Siguió creciendo y en los años ochenta fue adquiriendo alianzas entre sus competidores, una de las más importantes es en 1988 con GE, la cual ésta última empresa contaba con la planta Leisser en San Luis Potosí, convirtiendo esta alianza la planta de estufas más grande del mundo.

En 1996 nace Mabe Perú, éste distribuye en el país andino productos importados a las plantas de Ecuador, Colombia y México.

Mabe, interesado en la mejora continua, adopta en 1997 el método Seis Sigma (*Six Sigma*). Además siguió adquiriendo más alianzas y plantas en diferentes partes del continente. También fundó su planta en Celaya exclusiva para el desarrollo de refrigeradores para exportación.

Finalmente se puede ver el desarrollo que ha tenido Mabe, durante casi 70 años de trayectoria; como empresa líder en el mercado en México, ha tenido una visión muy amplia y es una empresa que se encuentra bien posicionada en todo el continente americano.

2. Estudio de Mabe

La importancia en el mercado de refrigeradores en México que representa Mabe es muy grande, como ya se mencionó al inicio del capítulo es una empresa mexicana, es por eso que se tomó como caso especial a analizar.

Se va a enfocar a Mabe sólo en la industria de Refrigeradores, se quitará de dicho estudio todo lo relacionado con otros productos diferentes a Refrigeradores Domésticos (Estufas, lava trastes, microondas y otros)

Mabe anualmente vende 1,850,000 unidades de refrigeradores lo cual sólo el 16% se va a exportación, sus plantas productoras de refrigeradores en México se encuentra en Celaya y Querétaro, contando con 3,000 empleados en total.

A continuación se muestra una fotografía de la Planta de Celaya, proporcionado por Mabe México

Figura 4. Fotografía panorámica de la planta de Celaya de Mabe México



REFERENCIA: Mabe México,. Planta Querétaro

Esta empresa de gran reconocimiento internacional, ha crecido a lo largo de casi 70 años, cuenta con 4 plantas de refrigeradores en el continente, dando empleo a 19,604 personas.

Conociendo dichos datos, la importancia que tiene la industria de refrigeración en México es que Mabe ocupa 10.5% de su personal sólo para la producción de refrigeradores en México.

En la siguiente ilustración proporcionado por Mabe México, se muestra la representación que tiene esta empresa mexicana en el continente Americano:

Figura 5. Mapa de distribución de las plantas de Mabe México



REFERENCIA: Mabe México. Planta Querétaro

En esta ilustración, se observan las plantas que tiene Mabe en el continente: Brasil, Argentina, Colombia, México (2 plantas), donde se investigó que el 47% de las unidades producidas las hacen las plantas de México.

Las ventas totales de Mabe son de 800 millones de dólares, de las cuales México representa el 26.67% de las ventas totales de Mabe, esto es contando todos los aparatos electrodomésticos que se producen (3,838,000 unidades).

Sabiendo cuántas unidades totales se producen en México, se sabe entonces que el 48.2% de producción de aparatos electrodomésticos en México son refrigeradores domésticos.

Esto representa unas ventas anuales de refrigeradores en México de USD \$385,617,509, representando éste número en las ventas totales de Mabe, es aproximadamente el 12.86% de sus ventas anuales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se cumplió con el objetivo de la Tesis al presentar el estudio, definición, aplicaciones y procesos del poliuretano; su aplicación dentro de la Industria de Refrigeradores domésticos, el impacto de la producción de refrigeradores dentro de la economía mexicana y la presentación de un estudio formal de mercado de refrigeradores domésticos en México.

En este estudio se encuentra que los polímeros sustituyeron en algunos campos a los materiales naturales por falta de suministro y dentro de las resinas reactivas ha destacado el uso de los poliuretanos. Y que los procesos de producción de espuma de poliuretano están influenciados entre otros por el adecuado mezclado, la formulación de sus componentes, el control de la reacción y las fugas del material en el proceso.

En el desarrollo de esta tesis se encontró que la industria de la refrigeración doméstica ha crecido mucho en los últimos años, siendo que el poliuretano tiene una gran importancia en la industria de los refrigeradores domésticos debido a las características físicas y termodinámicas que brinda a este aparato, pues por una parte le da estabilidad dimensional y resistencia mecánica; y por otra parte es el material que aísla térmicamente el refrigerador con el medio ambiente.

La industria de refrigeración doméstica, como está en crecimiento, busca la mejora de sus materiales, y el poliuretano tiene entre sus componentes agentes espumantes hechos a base de clorofluorcarbonos, mismos que son dañinos a la capa de ozono. Existe una interacción entre el hombre y su medio ambiente, así como el hidrofurocarbono daña a la capa de ozono, al desechar un refrigerador estamos contaminando.

México es un país altamente productor de unidades de refrigeradores domésticos, siendo en Latino América el país productor número uno. Sin embargo sus ventas se ven un poco afectadas con un 35.09% por debajo de Brasil, ya que los refrigeradores vendidos en México su precio promedio es mucho menor, por ser las unidades vendidas inferiores en características y presentaciones.

En esta tesis se pudo ver la importancia que tiene la industria de refrigeradores domésticos en México, tanto por los empleos directos que genera esta industria como los empleos indirectos. La relación de éstos es que por cada empleo directo se generan 3 empleos indirectos.

Asimismo, la proyección del poliuretano en el mercado es con una tendencia de crecimiento, debido a que una de sus aplicaciones es la que se presenta en esta tesis que es la industria de refrigeradores domésticos, la cual se mantiene un consumo y producción a la alta. A pesar de que es muy difícil medir la cantidad utilizada de poliuretano en un refrigerador doméstico, ya que estos varían de tamaño, según la marca, se tiene una medida estándar que para los refrigeradores pequeños se utiliza aproximadamente 5 kg de poliuretano y para los grandes máximo 12 kg.

Por las conclusiones anteriores se recomienda lo siguiente:

Se deben buscar mejoras donde se pueda reemplazar el agente espumante HFC143 por uno menos dañino y que mantenga las mismas o mejores propiedades físicas y químicas que el que se utiliza actualmente en la industria de refrigeradores en México.

Es necesario impulsar como un proyecto de vital importancia, el reciclado de los refrigeradores domésticos, en el cual se obtenga como beneficio, no sólo reutilizar los materiales y componentes de los mismos, sino que también se tendría un impacto directo para lograr mantener los precios competitivos a través de “bonos” al consumidor, al tomarse a cuenta su refrigerador usado por uno de tecnología más avanzada y menos contaminante.

Destaca la responsabilidad de nuestras autoridades de cuidar e incentivar la Industria de Refrigeradores Domésticos a través de estímulos económicos fiscales por región, facilidades para el establecimiento de nuevas plantas, financiamiento a industrias PYMES relacionadas, que permitan fortalecer a las empresas actualmente presentes en el mercado mexicano y atraer nuevas marcas.

Los nuevos tiempos presentan grandes retos que pueden ser superados a través de un análisis profundo de nuestras industrias, que como la de los refrigeradores domésticos. pues son y serán parte fundamental del crecimiento económico de nuestro país; permitiéndonos garantizar, a través de recomendaciones concretas como las propuestas en esta tesis, el desarrollo y bienestar por el que todos trabajamos.

REFERENCIAS

1. Apuntes: Marketing Academy Forging Dow's Future. "*Global Appliance Market Opportunity Analysis*". Diciembre 2007 pp 44
2. Apuntes: Julia Castro, *Análisis de un sector industrial . Aditivos para poliuretano*. pp 1
3. Association of Home Appliance Manufacturers, The Story of Refrigerator, consulta: 21 enero 2009, <<http://www.aham.org/consumer/ht/a/GetDocumentAction/id/1409>>
4. Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación, Reto competitivo para el futuro, Consulta: 3 diciembre 2008, Lámina 14, 15, <www.cnimme.org.mx/Publicaciones/entorno.htm>
5. Diario oficial: NORMA Oficial Mexicana NOM-015-ENER-2002, Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores y electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado, México, pp7
6. Dow Chemical Company. "*Refrigerators and TV's in Latin America*". LA Marketing Research. Marzo 2008. Lámina 7
7. Dow Química Mexicana, Documento "Protocolo Montreal"
8. Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica, La Industria de la Refrigeración en México, establece con el FIDE su compromiso de ahorrar energía eléctrica en sus equipos, Consulta: 22 noviembre 2008, <<http://www.fide.org.mx/Noticias/2007/noticia175.html>>

9. García, L., (2008), *PU basics and appliance processing HACEB*, PU Thecnology Center
10. Dow Chemical Company, Estados Unidos de Norteamérica, Lámina 37, 71-77
11. Geoffrey, R., (2003), *Principios de Marketing*, (2ª Edición), Paraninfo, pp120
12. History Channel, *The History of Household Wonders "History of Refrigerator"*, consulta: 21 enero 2009, <<http://www.history.com/exhibits/modern/fridge.html>>
13. IAL Consultants, (2004) *Polyurethane products and Chemicals in South America & Mexico*, pp 83-115
14. Instituto Mexicano del Plástico Industrial, (1998), *Tomo I en Enciclopedia del Plástico*, (3ª Edición), Academia Press, México, pp 3-53
15. Jennings, R. "*Control Urethane Reaction For Quality Parts*"; *Plast. Tech.* 1969, 15/3, 43-46.
16. King, J.; Latham I.; Irwin, Phillip., (2001), *Tailor Made HFC-245fa Foam for Appliance Applications*, The Dow Chemical company, USA, pp 2, 3, 4
17. King, J.; Latham I.; Martin C., (2001), *HFC-134ª: The other HCF*, The Dow Chemical company, USA, pp 2, 3, 4

18. Kotler, p., et.al, (2004), *El Marketing de Servicios Profesionales*,. Ediciones Paidós Ibérica SA, Barcelona, pp98
19. Mabe México, consulta: 28 noviembre 2008, "Perfil Mabe,", <http://www.mabe.cc/portal/main.aspx?idioma=143>
20. Malhotra, K. (1997), *Investigación de Mercados un enfoque práctico*, (2ª Edición), Prentice Hall Hispanoamericana, pp 90-92
21. Nicholson, John W; (2006), *The Chemistry of Polymers*, (3a Edición), RSC Paperback, UK, pp 2-4
22. Organización del poliuretano, Learning Center, Consulta: 26 noviembre 2008, http://www.polyurethane.org/s_api/sec.asp?CID=853&DID=3487
23. Rincón Córcoles, A.; Lokensgard, E.; Richardson T., (2000), "*Procesos de Moldeo*", en *La Industria del Plástico. Plástico Industrial*, Richardson & Lokensgard, México, pp. 230-357.
24. Schlueter, K. "*Process Regulation for Polyurethane Machines*"; *J. Cell. Plast.* 1981, 17/1, 51
25. Secretaría de Economía, consulta 13 octubre 2008, www.economia.gob.mx/
26. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Implementación del Protocolo de Montreal en México, Consulta: 22 noviembre 2008, <http://portal.semarnat.gob.mx/gestionambiental/calidaddelaire/Documents/implementacion_protocolo.pdf>

27. Servicio de Administración Tributaria, Salarios Mínimos 2008, Consulta: 3 diciembre 2008, <http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/salarios_minimos/>

28. Walter, M., (1995), *"Tomo VII"*, en *Ingeniería del Plástico*, (2ª Edición), Mc Millan, Nueva York, pp 225-234.