

7  
24, 12

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**



**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA  
FABRICACION DE DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS  
QUIRURGICOS ELABORADOS CON MATERIALES  
PLASTICOS**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A N**

**CARLOS AYALA AYALA  
DANIEL MONROY GONZALEZ  
LAURO DELGADO TERRON  
MOISES ARISTA VILLAFÑA**

Director de Tesis: Ing. F. Agustín Lovera Hidalgo

México, D. F.

1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**O B J E T I V O**

**LA SUSTITUCION DE IMPORTACIONES DE DICHS ARTICULOS POR OTROS  
DE FABRICACION NACIONAL CON CALIDAD DE EXPORTACION.**



# T E M A R I O

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

### I. ANTECEDENTES.

### II. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

#### II.1 Estudio de Mercado.

#### II.2 Estudio Técnico.

#### II.3 Estudio Económico.

### III. CONCLUSIONES.

## APENDICES.

## GLOSARIO.

## BIBLIOGRAFIA.

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

# C O N T E N I D O

## INTRODUCCION.

### I. ANTECEDENTES

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Definición de Plástico                | 10 |
| Tipos de Reacción                     | 13 |
| Desarrollo Historico de los Plásticos | 15 |
| Materiales Plásticos:                 |    |
| Clasificación                         | 21 |
| Manejo General                        | 23 |
| Propiedades                           | 25 |
| Tabla General                         | 31 |
| Reconocimiento                        | 41 |
| Temperatura de Trabajo                | 46 |
| Estabilidad ante Productos Químicos   | 48 |
| Métodos de Esterilización             | 49 |

### II. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

#### II.1. ESTUDIO DE MERCADO

|  |     |
|--|-----|
| Situación Actual                             | 55  |
| Procesos de Fabricación                      | 65  |
| Productos Plásticos en la Medicina           | 94  |
| Estudio Detallado de Plásticos Seleccionados | 105 |

#### II.2. ESTUDIO TECNICO

##### Maquinaria y Equipo:

|  |     |
|--|-----|
| Precios y Características Principales          | 158 |
| Especificaciones Técnicas                      | 166 |
| Artículos Médicos en la Planificación Familiar | 198 |

|   |     |
|---|-----|
| Dispositivos Intrauterinos                | 213 |
| Factores de Diseño de los DIUs            | 237 |
| Características Técnico-Médicas           | 239 |
| Análisis Técnico-Económico Preliminar     | 256 |
| Fabricantes de Dispositivos Intrauterinos | 257 |

### II.3 ESTUDIO ECONOMICO

|  |     |
|--|-----|
| Costo de Materia Prima para la Fabricación de los Dispositivos Intrauterinos | 262 |
| Costo de Materia Prima para la Fabricación de los Productos Secundarios      | 266 |
| Tiempo de Fabricación  | 270 |
| Procesos de Fabricación  | 272 |
| Balaneo de Linea   | 275 |
| Localización de Planta   | 278 |
| Distribución de Planta   | 283 |
| Traza de Recorrido de un Producto o Proceso                                  | 288 |
| Programa de Producción   | 293 |
| Análisis Económico   | 297 |

### III. CONCLUSIONES

#### APENDICES

|   |     |
|---|-----|
| A. Directorio de Fabricantes de Plásticos         | 319 |
| B. Directorio de Fabricantes de Equipo Médico     | 321 |
| C. Listado del Programa                           | 323 |
| D. Programas de Investigación Actuales sobre DIUs | 326 |

#### GLOSARIO

#### BIBLIOGRAFIA

Los plásticos han encontrado por sus múltiples y peculiares --  
 cualidades grandes y diversas aplicaciones, sustituyendo en al  
 gunas ocasiones a materiales convencionales, siendo sus venta-  
 jas más sobresalientes:

- a) Bajo peso
- b) Buen aislamiento eléctrico
- c) Agradable al tacto (tersura)
- d) Gran variedad en color y apariencia
- e) Resistencia a la corrosión
- f) Transparencia
- g) Posibilidad de ser metalizados
- h) Higiénicos y no alergénicos. \*(1)
- i) Resistencia a la humedad y al desarrollo de hongos
- j) Facilidad de transformación
- k) Adaptabilidad para cualquier aplicación

Así también:

- Resistencia y rigidez específicas, superiores a las de meta-  
 les y sus aleaciones.
- Facilidad en dar forma a las piezas en los mismos lugares de  
 instalación, lo que permite economía de costos también respec-  
 to a materiales de costo inicial más bajo.

Así como otras propiedades las cuales se tratarán ampliamente  
 en los capítulos siguientes de este trabajo.

Ahora bien, por estas y otras razones, el consumo de plásticos  
 per-capita en el mundo ha tenido un alto incremento en la ac-  
 tualidad, además de tener un enorme potencial en los mercados  
 actuales, así como en nuevas aplicaciones.

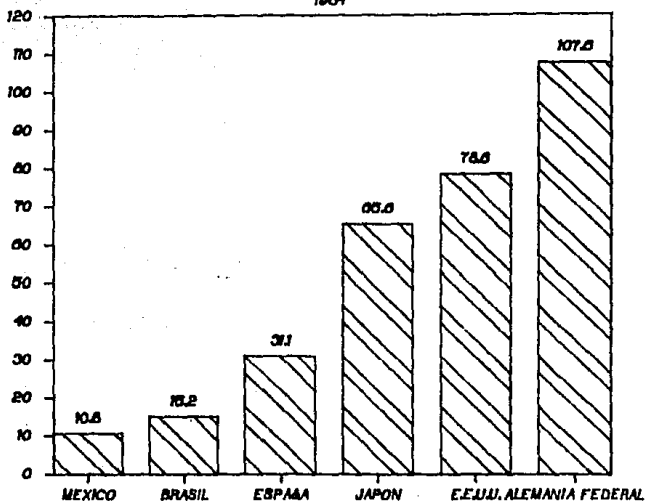
\*(1) Que no produce alergias (de cualquier tipo).

EN LAS SIGUIENTES GRAFICAS SE TIENE EL CONSUMO PER CAPITA DE PLASTICOS EN DIFERENTES PAISES, OBSERVANDOSE UN INCREMENTO - MUY MARCADO DE 1984 A 1990(Preliminar), INCLUYENDO A MEXICO.

# CONSUMO PERCAPITA DE PLASTICOS

1964

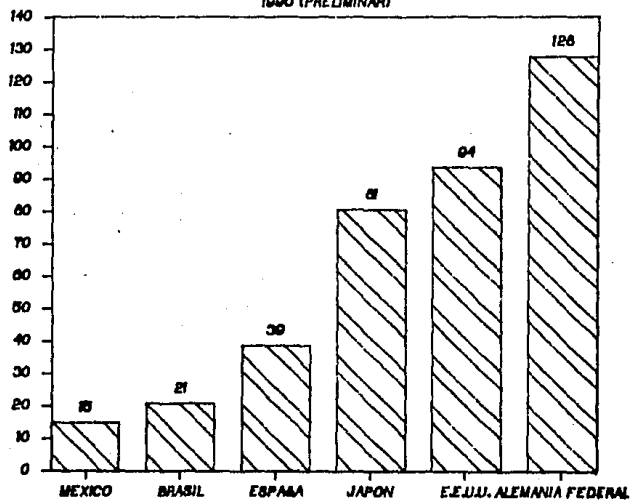
KG. POR HABITANTE



**CONSUMO PERCAPITA DE PLASTICOS**

1990 (PRELIMINAR)

KG POR HABITANTE





Sin embargo, como se observa en la tabla I, en países de economía similar como son España, Brasil y México, el porcentaje de crecimiento ha sido más espectacular. Es interesante observar que el consumo por habitante en México, prácticamente se duplicó en los últimos diez años por lo que se espera un incremento del orden del 30% en lo que resta de la década.

Por otra parte, siendo la industria médica una de las empresas que han obtenido un acelerado desarrollo en los últimos tiempos por el amplio crecimiento de los polímeros, afectando de tal forma la sustitución de infinidad de materiales convencionales por elementos plásticos (jeringas, espejos vaginales, dispositivos intrauterinos, equipos para aplicación de sueros, sondas, prótesis, endocats, materiales quirúrgicos desechables, sillas de ruedas, carcasas para equipo electrónico, cámaras hiperbáricas, etc.) Por lo que se ha convertido en material insustituible para esta área, siendo ahora los plásticos protagonistas principales de operaciones de alto nivel bioingenieril. Para confirmar tales afirmaciones es menester ilustrarlo con la siguiente tabla:

T A B L A II <sup>\*(3)</sup>

M A T E R I A L

A P L I C A C I O N E S

ACRILICO

Agentes hemostáticos, reemplazo de huesos, corneas.

ACETATO DE CELULOSA

Regeneración de nervios, materiales de empaque.

FLUOROCARBONES

Vaso de sangre, cirugía reconstructiva.

\* (3) Perspectivas técnico-económicas para los plásticos reforzados, OBRZUT, J. IRON AGE vol. 223, número 22, páginas 29-32, 37. junio 9 de 1980.

## T A B L A II

## ( C O N T I N U A C I O N )

|   |   |
|---|---|
| POLICARBONATOS                              | Jeringas, contenedores.   |
| POLIESTIRENO                                | Tubería, jeringas, válvulas -<br>del corazón, dius.   |
| POLIPROPILENO                               | Jeringas, dius.   |
| POLIURETANOS                                | Cirugía plástica.   |
| CLORURO DE POLIVINILO                       | Tuberías quirúrgicas, colecto-<br>res de sangre.  |
| SILICONAS                                   | Tuberías, cateters, lubrican-<br>tes, sustitución de tejidos.   |
| DESARROLLOS RECIENTES: *(4)                 |   |
| METILMETACRILATO                            | Lentes intraoculares para ---<br>reemplazo natural.   |
| POLIETILENO, SILICONAS                      |   |
| FLUOROCARBONOS                              | Implantaciones ocológicas.  |
| SAN, POLIPROPILENO, UHMWPE,<br>NILON.       | Implantación de entablillado<br>interno para estabilización -<br>de fracturas de huesos y jun-<br>turas artificiales. |
| PLASTICO REFORZADO CON FI-<br>BRA DE VIDRIO | Cámaras presurizadas o tanques<br>de oxigenación hiperbárica --<br>(para esclerosis múltiple).                        |
| POLIESTER, FIBRA DE VIDRIO                  | Partes para autoclaves.   |
| PLASTICO REFORZADO                          | Triciclos para minusválidos.  |

\*(4) Para mayor información consultar el apéndice.

## T A B L A II

## ( C O N T I N U A C I O N )

|  |  |
|--|--|
| RESINA EPOXICA Y FIBRA DE CARBONO        | Sillas de ruedas.                              |
| PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO   | Rampas de plástico, para <u>mi</u> nusválidos. |
| POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE CARBONO | Ligamentos para rodillas.                      |
| POLIPROPILENO                            | Férulas de plástico, fibra de vidrio.          |
| PROPILENO                                | Manguito interior, malla.                      |

Podemos mencionar de acuerdo a los elementos antes mencionados que tanto el consumo de plástico por habitante (ver tabla I) - como el desarrollo tecnológico en la medicina tienden a incrementarse notablemente, por lo que podemos decir que existe un gran mercado médico-plástico dentro de los niveles de desarrollo humano, por lo que la realización del presente estudio surge de las inquietudes arriba planteadas, así como de contribuir a la implementación de una infraestructura necesaria para lograr satisfacer la demanda interna de los mencionados artículos con producciones nacionales, ya que tradicionalmente se ha dependido de las importaciones de otros productos de manera considerable, tales como los siguientes:

|                 |   |
|-----------------|---|
| ENDOSCOPIO      | Sirve para observar el interior de una víscera hueca, son duros o flexibles.  |
| ESPEJO VAGINAL  | Sirve para observar el interior de vagina y cervix. Hecho a base de plástico transparente.  |
| CANULAS DE RUSH | Sirve como tubo conector para tráquea. Elaborado con caucho semirígido.   |
| CATETER CENTRAL | Tubo intravenoso cuyo extremo sale de una vena del brazo, y el otro extremo llega al corazón, sus usos son para la medición de oxígeno y para aplicar soluciones. Elaborado con plástico. |
| AMBU            | Bolsa para insuflar aire, con válvula de una vía. Hecha a base de caucho la bolsa y válvulas de acrílico.   |

Por mencionar sólo algunos (se ampliarán las características de los productos como el número de éstos en capítulos subsecuentes) por lo que se prevee que posibles retrasos en nuestra infraestructura médica industrial harán mayor la dependencia hacia el exterior, así como de los problemas subsecuentes para la disponibilidad oportuna de materiales y equipos médicos importados, (Como pueden ser la sujeción a los precios cambiantes de los productos destinados a la exportación de los países productores, provocando de esta manera serias dificultades en las

negociaciones, así como los retrasos normales de la transportación internacional, la dependencia tecnológica, fuga de divisas, etc. por lo que la problemática de las industrias y mercados afines a los intereses de este trabajo son de considerable importancia).

La demanda se encuentra muy por arriba de la producción nacional y con tendencia a incrementarse, por lo que es necesario el aumento y la expansión de las inversiones con el fin de aumentar la capacidad productiva y la infraestructura suficiente para cubrir la demanda interna, de tal manera que permita la sustitución de importación de materiales y equipos por otros de fabricación nacional con las normas y especificaciones afines a las establecidas por la AISIF, para lograr competir con mercados internacionales (es decir con calidad de exportación), procurando alcanzar niveles de producción adecuados a nuestras necesidades, siendo éstos nuestros principales objetivos.

#### DEFINICION DE PLASTICO

Podemos definir a un plástico como el material que se obtiene sintéticamente por la industria con substancias químico-orgánicas; siendo el plástico una macromolécula constituida por moléculas gigantes originadas a su vez por multitud de pequeñas -- partículas.

#### OTRA DEFINICION PUEDE SER:

El plástico es un material sintético de alto peso molecular, que es sólido en su estado definitivo; pero que en alguna etapa del proceso de fabricación es suficientemente fluido para mol

dearlo por presión y calor.

ASI TAMBIEN:

Un plástico es un compuesto químico genéricamente conocido como Polímero y que no existe en la naturaleza como tal, por lo cual es producido total o parcialmente por el hombre.

¿ QUE ES UN POLIMERO ?

Del griego poli = muchos y meros= unidad, se concluye que un polímero es un compuesto formado por muchas unidades respectivas llamadas monómeros (monos =uno y meros= unidad).

NATURALEZA DE LOS POLIMEROS

Atendiendo a su origen, los polímeros pueden ser:

1.- Naturales:

Cuando ocurren en la naturaleza. Son compuestos orgánicos, éstos es, pertenecen o pertenecieron a organismos vivos y forman parte de la infraestructura de tales organismos.

E j e m p l o s :

La celulosa: Constituyente principal de las fibras vegetales (madera, algodón, lino). Las proteínas animales y vegetales ( albúmina, caseína). Las fibras de origen animal como la seda y la lana. El látex o caucho, de origen vegetal, etc.

2.- Artificiales:

Son polímeros que no ocurren en la naturaleza como tales, pero

que están compuestos a partir de polímeros naturales y han sido modificados artificialmente.

Ejemplos:

La nitrocelulosa a partir de la nitración de la celulosa de algodón, el papel a través de la modificación de la celulosa de madera, el rayón o seda artificial también a partir de celulosa, el acetato de celulosa, etc.

3.- Sintéticos:

Son polímeros totalmente creados por el hombre a partir de diferentes monómeros.

Ejemplos:

Polietileno a partir del monómero de etileno, poliestireno, a partir del monómero de estireno, poliacetal a partir del monómero de acetaldehído, etc.

Los polímeros sintéticos pueden estar formados por una o más unidades repetitivas diferentes. Cuando sólo interviene una unidad, se llaman homopolímeros. Cuando intervienen en su formación más de una unidad, se llaman genéricamente copolímeros. Para el caso de tres monómeros se llaman específicamente terpolímeros, para cuatro, tetrapolímeros, etc.

La reunión de las moléculas de los materiales plásticos puede realizarse fundamentalmente por tres tipos de reacción:

- Polimerización

- Polícondensación

- Políadición

mismas que se describen a continuación:

#### TIPOS DE REACCIÓN

##### Polimerización:

Además del sentido general con que se viene utilizando la palabra polimerización para cualquier tipo de formación de macromoléculas, se emplea para otro tipo de reacción especial cuya característica esencial puede ser el "desdoblamiento" de los dobles enlaces entre dos átomos de carbono.

Los monómeros son compuestos químicos no saturados, en los dos átomos de carbono están unidos por un doble enlace. En la polimerización se rompen los dobles enlaces de los monómeros, que se unen entre sí formando una cadena, sin que se separen productos secundarios. Una polimerización puede tener también lugar entre dos o más moléculas de diferente tipo (bipolímero - multipolímero). Si las cadenas que se originan son lineales tenemos un "copolímero" termoplástico.

Mediante la copolimerización se consigue en muchas ocasiones - una combinación o mejora de las propiedades del polimerizado - puro. Cuando productos intermedios lineales polimerizados o polícondensados con más de dos grupos capaces de reaccionar en el eslabón de la cadena, se reúnen con un monómero susceptible de polimerizarse la reacción a un entrelazado, originándose un plástico endurecible.



### Policondensación:

En tanto que la polimerización mediante el desdoblamiento de los dobles enlaces únicamente hay una "reorganización" de la estructura molecular, siendo igual la composición química elemental de la sustancia antes y después de la reacción, en la policondensación acontece una modificación química. En esta última se unen unidades de la misma y distinta naturaleza para formar macromoléculas, pero el proceso químico no consiste sencillamente en un desdoblamiento de dobles enlaces CC, sino en una unión química de varios grupos capaces de reaccionar, con separación de productos secundarios como agua, amoniaco, ácido clorhídrico, etc.

Los policondensados lineales son termoplásticos al igual que los polimerizados lineales. Ellos son, bien los productos previos el entrelazado y por lo tanto constituyen los primeros estados de la policondensación, que se entrelazarán en un paso siguiente, o bien se mantienen termoplásticos ( termoplásticos permanentes).

### Poliadición:

Además de la polimerización ( desdoblamiento de dobles enlaces CC) y de la policondensación ( separación de subproductos) se conoce todavía una reacción de formación denominada poliadición. Los productos resultantes de esta reacción se llaman poliaductos ( aducir = añadir ) o también productos de poliadición, siendo precisamente muchos los plásticos modernos que tiene su origen en estas reacciones de adición.

Las macromoléculas se constituyen en este caso por adición de gru

pos químicos de diferente naturaleza entre sí. Ya los propios productos iniciales pueden estar constituidos por moléculas superiores originadas en reacciones previas pero que aún poseen grupos capaces de reaccionar. Si en cada molécula del producto previo hay dos dichos grupos reaccionables, se forman en la adición cadenas largas, siendo por tanto el poliaducto de estructura lineal y termoplástico. En cambio, si las moléculas del producto contienen más de dos de estos grupos, se origina mediante la adición plástica termoestables entrelazados.

Al igual que en la formación de plásticos entrelazados por policondensación, la última etapa del entrecruzamiento puede efectuarse durante la transformación en producto final (pieza acabada, pieza moldeada) en muchas ocasiones los componentes individuales son reunidos sólo durante la transformación o sea, que la reacción de adición no se inicia y completa hasta que se fabrica el producto plástico definitivo.

El entretejido originado por poliadición puede ser de malla estrecha o amplia, teniéndose como la posibilidad de obtener plásticos duros y totalmente entrelazados (termoestables) o bien materiales grumosos y elásticos como el caucho.

#### DESARROLLO HISTORICO DE LOS PLASTICOS

Desde un punto de vista cronológico los plásticos empezaron a emplearse cuando se encontró que las resinas naturales (betún, goma, laca, el ámbar, etc.) Podían servir para elaborar diversos

objetos de uso práctico, como las telas impermeables, cestos, pelotas y gomas de borrar.

Sin embargo, los orígenes del estudio científico y el desarrollo industrial de los polímeros se remontan a la primera mitad del siglo XIX, con el trabajo de C. GOODYEAR ( 1839 ) en Estados Unidos y HANCOCK ( 1843 ) en Inglaterra, quienes independientemente vulcanizaron el hule natural con la introducción de azufre, mejorando así sus propiedades elásticas considerablemente. Los trabajos que siguieron a este descubrimiento se centraron en mejorar algunas propiedades de los polímeros naturales. No fué sino hasta 1910 que el belga LEO BAKELAND sintetizó una resina conocida hoy en día como " Baquelita", que abrió el camino al desarrollo de los polímeros sintéticos. En 1917 a causa de la primera guerra mundial, se logró un avance considerable en la síntesis de un hule metílico a partir de Dimetil-Butadieno. Por lo que la presencia de los plásticos en el siglo XX representa, se le considera como " La edad de los plásticos"; pues la obtención y la comercialización de los plásticos sintéticos ha ido en constante crecimiento.

Poco antes de la segunda guerra mundial se comercializó uno de los plásticos de mayor importancia. El poliestireno, que en 1930 empezó a producirse industrialmente a través de la I. G. FABER INDUSTRIE en Alemania. Otro plástico importante

es el cloruro de polivinilo (pvc), producido por primera vez a nivel industrial en 1937, también en Alemania.

La relación industrial ciencia es notoria en esta época, por ejemplo, el polietileno se descubrió alrededor de 1932, por ICI. En 1934, en Dupont, sintetizaron por primera vez el nylon, a finales de los treinta se utilizó y comenzó a molderse en 1941 en ICI. Obtuvieron el poli meta-metacrilato y tanto el polivinilo como el poliestileno mencionados anteriormente, se producían a escala comercial. En 1941 se descubrió accidentalmente el politetrafluoroetileno, llamado después "Teflón" el cual se industrializó en 1945. Después de la segunda guerra mundial, la investigación y comercialización de los plásticos se incrementó considerablemente, al igual que sus aplicaciones siendo durante los años cincuenta cuando se asentaron las bases de la ciencia moderna de los polímeros. Algunos de los investigadores que se distinguieron a lo largo de este proceso fueron entre otros DEBYE, KUHN, KRAMERS, MARK, CAROTHERS, FLORY<sup>\*(1)</sup>, y MEYER.

A continuación se presenta en orden cronológico el descubrimiento y/o industrialización de los principales plásticos:

\*<sup>(1)</sup>. PAUL FLORY, recibió el Premio Nobel de Química en 1974.

## DESARROLLO HISTORICO DE ALGUNOS MATERIALES PLASTICOS

| TIPO DE PLASTICO                 | FORMA                 | AÑO  |
|----------------------------------|-----------------------|------|
| Hule vulcanizado                 |                       | 1839 |
| Parkasina                        |                       | 1862 |
| Nitrato de Celulosa              | Lámina, varilla, tubo | 1870 |
| Goma, Laca                       | Compuesto moldeable   | 1895 |
| Bitumen                          | Compuesto moldeable   | 1909 |
| Fenólico                         | Compuesto moldeable   | 1910 |
|                                  | Laminado              | 1912 |
|                                  | Moldes                | 1928 |
| Acetato de Celulosa              | Película              | 1912 |
|                                  | Lámina, varilla, tubo | 1927 |
|                                  | Compuesto moldeable   | 1929 |
| Celulosa regenerada<br>(Celofán) |                       | 1915 |
| Caseína                          | Lámina, varilla, tubo | 1919 |
| Indeno-cumarona                  | Compuesto moldeable   | 1919 |
| Anilina                          | Compuesto moldeable   | 1926 |
|                                  | Laminado              | 1926 |
| Alcídicas                        |                       | 1926 |
| Aminoplásticos                   |                       | 1928 |
| Urea                             | Compuesto moldeable   | 1929 |
| Poliestireno                     |                       | 1930 |
| Cloruro Acetato Viní<br>lico.    | Lámina, varilla, tubo | 1929 |
|                                  | Compuesto moldeable   | 1929 |
| Esteres acrílicos                | Moldes                | 1931 |
| Esteres metacrílicos             | Moldes                | 1932 |
| Metacrilato de Metilo            | Lámina                | 1936 |
|                                  | Compuesto moldeable   | 1937 |

| TIPO DE PLASTICO                           | FORMA                 | AÑO  |
|--|-----------------------|------|
| Políamida G G (nylon)                      |                       | 1934 |
|  |                       | 1937 |
| Celulosa etflica                           | Lámina, varilla, tubo | 1936 |
|  | Compuesto moldeable   | 1936 |
| Polietileno baja densidad.                 |                       | 1936 |
| Butiral vinílico                           | Lámina                | 1937 |
| Estireno                                   | Compuesto moldeable   | 1937 |
| Acetato butirato de celulosa               |                       |      |
|  | Compuesto moldeable   | 1938 |
| Cloruro de vinilide <u>no</u> .            | Compuesto moldeable   | 1939 |
| Melamina                                   | Compuesto moldeable   | 1940 |
| De alilo                                   | Moldes                | 1941 |
| Cloruro vinílico                           | Compuesto moldeable   | 1940 |
| De polietileno                             | Compuesto moldeable   | 1941 |
|  | Irradiado             | 1953 |
| De poliesteres                             | Moldes                | 1942 |
|  | Laminados             | 1943 |
|  | Compuesto moldeable   | 1948 |
| De tetrafluoretileno                       | Lámina, varilla, tubo | 1945 |
|  | Compuesto moldeable   |      |
| Silicona                                   | Laminado              | 1946 |
| Acrilonitrilo-butadie <u>no</u> -estireno  |                       | 1946 |
| Poliamida (rilsan)                         |                       | 1946 |
| Epoxi                                      | Compuesto moldeable   | 1947 |
|  | Molde                 | 1949 |
|  | Laminado              | 1952 |
| Monoclorofluoretileno                      | Lámina, varilla, tubo | 1948 |
|  | Compuesto moldeable   | 1948 |
| Poliestireno expan <u>dible</u> (stiropon) |                       | 1951 |

| TIPO DE PLASTICO              | FORMA               | AÑO  |
|-------------------------------|---------------------|------|
| Isocianato                    | Lámina              | 1953 |
| Poliacetal (Delrin)           |                     | 1953 |
| Uretano                       | Compuesto moldeable | 1955 |
| Polietileno alta densidad     |                     | 1955 |
| Polipropileno                 |                     | 1957 |
| Policarbonato                 |                     | 1957 |
| Polioxifenileno               |                     | 1954 |
| Poliamida                     |                     | 1964 |
| Polisulfona                   |                     | 1965 |
| Jonomero (surlin)             |                     | 1965 |
| Polibutilen tereftalato (PBT) |                     | 1969 |
| Polietileno tereftalado (PET) |                     | 1970 |

\* Los datos fueron compilados del "Anuario del Plástico 1985" 15-17 pp y la revista Ciencias, "Los Polimeros" 18-21 pp.

## CLASIFICACION DE LOS MATERIALES PLASTICOS

En general los plásticos se clasifican en dos grandes grupos:

### Termoestables o Termofijos:

Son los que sometidos al calor y a la presión se endurecen y no se funden. Una vez enfriados ya no se ablandan por un nuevo calentamiento. No son solubles en disolventes. Estos materiales poseen una alta temperatura de deformación bajo carga (HDT) - Solo pueden moldearse una sola vez y no permiten retroceso.

Los más representativos de estos materiales son:

Las resinas de fenolformaldehído por ejemplo: La baquelita, mouldrite,

Las resinas de ureaformaldehído, las resinas de melamina. Ejemplo: El mouldrite, Scarab.

Las resinas alcídicas. Ejemplo: El Beckasite, Paralac.

En todos se produce una reacción química específica en el proceso de calentamiento.

### Termoplásticos:

Estos materiales al contrario de los termoestables o termofijos se ablandan al someterlos al calor y a la presión, y una vez enfriados se endurecen otra vez. Estos procesos pueden repetirse indefinidamente. No hay reacción durante el calentamiento y no se produce por tanto ningún cambio permanente. Tales materiales son los acetatos celulósicos, el poliestireno, etc. Hay una ter



cera clase de plásticos que no encajan en los grupos anteriores, algunos de los cuales pueden ser termoplásticos o termofijos según su condición de obtención.

### CLASIFICACION DE LOS MATERIALES PLASTICOS

#### TERMOESTABLES

Fenol-Formaldehído  
 Fenol-Furfural  
 Urea-Formaldehído  
 Melamina-Formaldehído  
 Caseína-Formaldehído

#### TERMOPLASTICOS CELULOSICOS

Nitrato de Celulosa  
 Acetato de Celulosa  
 Acetobutirato de Celulosa  
 Etilcelulosa

#### TERMOPLASTICOS VINILICOS

Polietileno  
 Poliestireno  
 Policloruro de Vinilo  
 Policloruro de Vinidileno  
 Poliacetato de Vinilo  
 Polialcohol de Vinilo  
 Acetal, Formal y Butiral  
 de Polivinilo  
 Polimetacrilato de Metilo

#### OTROS PLASTICOS

Poliamidas  
 Poliurato  
 Poliesteres  
 Resinas Alcídicas  
 Cumarona-Indeno  
 Siliconas  
 Polipropileno  
 Politetrafluoretileno  
 Epoxi  
 Policarbonatos.

## MANEJO GENERAL DE LOS PLASTICOS

### Presentación:

Puede ser en pellets, polvo, grano, hoja extruída, etc.

### Pigmentación:

Los plásticos pueden pigmentarse en diferentes etapas de fabricación:

1.- Reactores: Añadir tintes que eviten amarillamiento..

2.- Extrusión:

Pigmentos y colorantes.

3.- Inyección:

Los pigmentos únicamente se mezclan, produciendo colores opacos o traslúcidos.

Los colorantes forman una solución con el polímero y a bajas concentraciones producen colores transparentes.

Puede haber pigmentos orgánicos degradables.. Ejemplos: Anilinas, etc., y pigmentos inorgánicos no degradables. Ejemplo: Oxidos inorgánicos de titanio, Bario, Cadmio, etc.

### Contaminación:

Se debe evitar cualquier fuente de contaminación; polvos de otros materiales, papel, metales, etc. La contaminación afecta negativamente las propiedades de los polímeros, su apariencia, resistencia, etc. Además puede llegar a dañar las máquinas.

### Secado:

Los plásticos son en mayor o menor grado higroscópicos (absorben humedad del ambiente) se deben secar hasta que pierdan la

humedad de equilibrio.

No todos los plásticos necesitan secado, en algunos su humedad de equilibrio es muy baja y no afecta ni sus propiedades ni su apariencia; Ejemplo: Poliestireno cristal.

Algunos pierden sus propiedades si no se secan, ejemplos de estos son el policarbonato, el nylon, etc.

R e m o l i d o :

Los termoplásticos se pueden reprocesar, pero todo depende del trato que se les haya dado, pues pueden llegar a perder propiedades. El remolido es una fuente potencial de contaminación, - se recomienda manejar como máximo el 20% en material virgen.

M e z c l a s :

En general no se recomiendan, puesto que es difícil homogeneizar correctamente; la diferencia de propiedades y puntos de fusión provoca delaminación.

Manejo a granel o en sacos:

Dependiendo del volumen de producción se puede utilizar el sistema neumático de manejo a granel con silos y tolvas de alimentación continua a las máquinas y con secado continuo. Para pequeñas producciones se pueden usar secadores u hornos de charolas con aire caliente y seco. El circular aire seco ayuda a la eliminación de humedad.

## PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PLASTICOS

## Propiedades Comunes:

Todos los materiales plásticos, sean resinas sintéticas o de otra clase, presentan ciertas propiedades comunes. La principal es que todos ellos son termoplásticos en determinado grado; sólo después del proceso de calentamiento es cuando se diferencian en sus propiedades.

Las resinas termoestables conocidas también como termofijas, (fenolformaldehído, o de ureaformaldehído) se ablandan por el calor igual que todas las demás, pero si se continúa calentándolas por suficiente tiempo, se transforman en productos de dureza cristalina y no pueden ablandarse de nuevo.

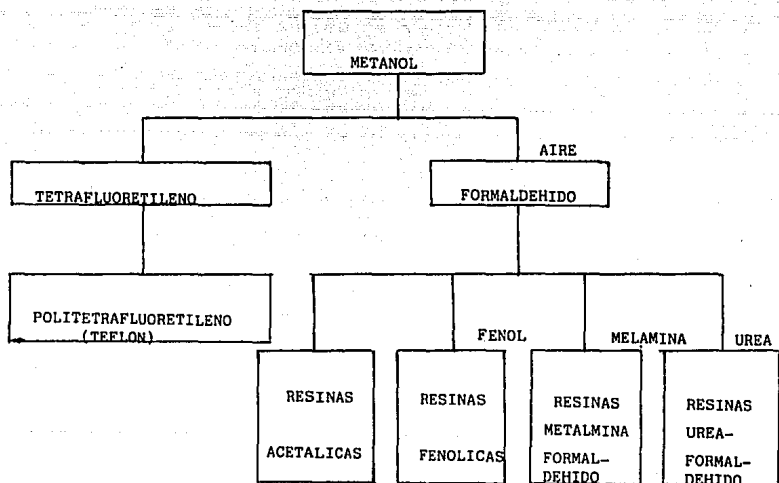
Contrariamente los otros materiales se endurecen sólo al enfriarse, pero pueden ablandarse otra vez.

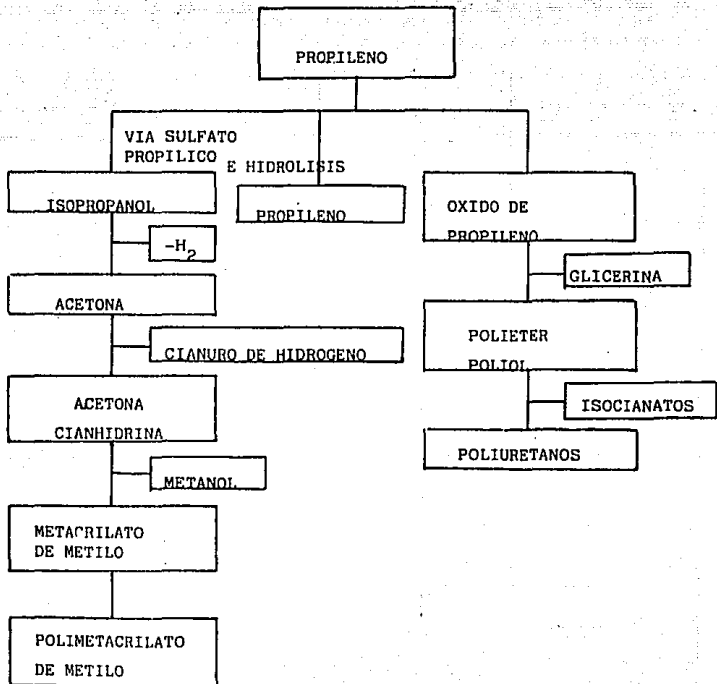
En las resinas solidificables, el estado de dureza puede lograrse a voluntad en pocos segundos.

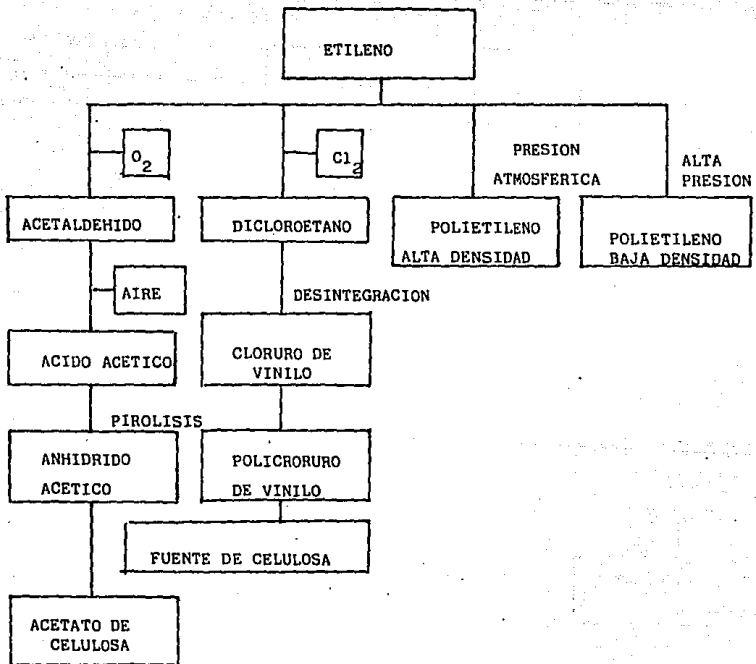
Otra de las propiedades consiste en que cada uno de los tipos de plásticos posee una large y compleja estructura molecular.

Otro rasgo común a todos los plásticos es la facultad de formar películas resistentes sea mediante soluciones en disolventes o por procedimientos mecánicos.

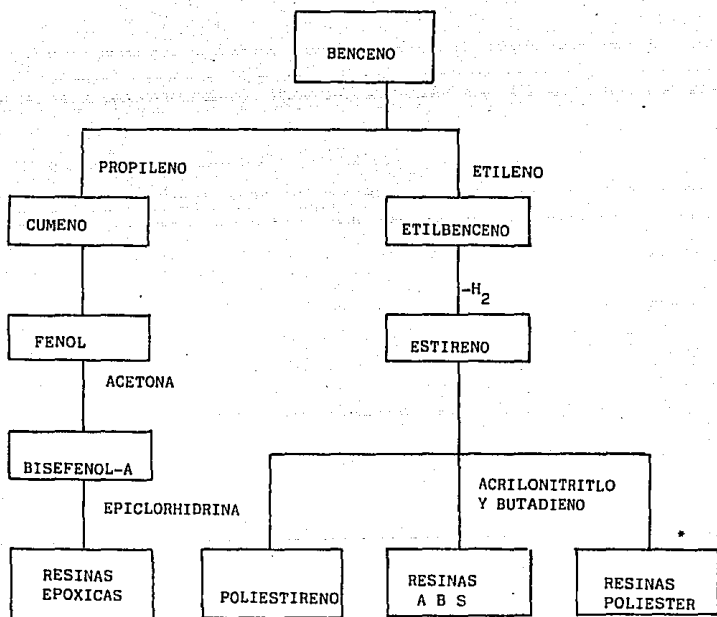
A CONTINUACION SE PRESENTAN ALGUNOS ORGANIGRAMAS EN LOS QUE SE PUEDE OBSERVAR LA OBTENCION DE DIFERENTES SUSTANCIAS A PARTIR DE UNA BASE COMUN, GENERANDOSE FAMILIAS COMO LA DEL METANOL, - PROPILENO, ETILENO Y BENCENO.











\* PROPILENGLICOL, ANHIDRIDO FTALICO O ISOFTALICO Y ANHIDRIDO MALEICO --- O ACIDO FUMARICO.

A CONTINUACION PRESENTAMOS UNA TABLA GENERAL DE LOS MATERIALES PLASTICOS DONDE SE ENCUENTRAN LA MAYORIA DE ESTOS, Y SUS PROPIEDADES- MAS IMPORTANTES.

| Nombre                    | Densidad<br>g/cm <sup>3</sup> | Índice de<br>refracción | Absorción de<br>agua % | Calor específico<br>en cal/°C/g | Coefficiente de<br>dilatación<br>X 10 <sup>-5</sup> /°C | Resistencia a la<br>compresión<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|---|--|
| Acetato de celulosa.....  | 1.27-1.33                     | 1.46-1.5                | 1.9-3.3                | 0.3-0.4                         | 8-16  | 910-2,500  |
| Acetobutirato de celulosa | 1.15-1.22                     | 1.47-1.48               | 1-2                    | 0.3-0.4                         | 11-16   | 500-1,500  |
| Alcídicas                 | 1.25-1.41                     | 1.57-1.61               | 0.2-0.6                | ---                             | ---   | 1,400-2,100  |
| Anilina-formaldehído      | 1.25-1.35                     | 1.7                     | 0.01-0.1               | 0.4                             | 5-6   | 1,400-1,900  |
| Caseína-formaldehído      | 1.3-1.4                       | 1.5-1.6                 | 7-15                   | 0.36                            | 4-8   | 700-1,200  |
| Cumarona-indeno           | 1.07-1.30                     | 1.60-1.65               | 0                      | ---                             | ---   | ---  |
| Epoxi                     | 1.1-2                         | 1.47-1.52               | 0.15-0.75              | ---                             | 4.5-9.5   | 1,000-1,200  |
| Etil-celulosa             | 1.1-1.2                       | 1.47                    | 1.2                    | 0.25-0.40                       | 10-14   | 700-840  |
| Fenol-formaldehído        | 1.25-1.36                     | 1.50-1.70               | 0.1-0.2                | 0.3-0.4                         | 2.0-5.5   | 1,050-2,100  |
| Fenol-furfural            | 1.32-2                        | ---                     | 0.002-1                | 0.25-0.4                        | 1.5-1.6   | 700-2,500  |
| Melanina-formaldehído     | 1.45-1.6                      | 1.5-1.6                 | 0.1-0.6                | 0.4                             | 4-6   | 2,800-3,000  |
| Nitrato de celulosa       | 1.35-1.65                     | 1.46-1.50               | 0.6-3                  | 0.34-0.38                       | 12-16   | 1,400-2,100  |

| Resistencia<br>a la tracción<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Alargamiento | Constante<br>dieléctrica | Temperatura<br>límite<br>de empleo | Temperatura<br>de reblande<br>cimiento °C |
|--|--------------|--------------------------|------------------------------------|---|
| 220-560  | 12-50        | 5.3-5.8                  | 40-60                              | 49-190                                    |
| 150-500  | 8-80         | 3.5-6.5                  | 40-60                              | 60-120                                    |
| 550-735  | ---          | 4-7.5                    | ---                                | ---                                       |
| 600-800  | 2.5-3        | 3-4                      | 150                                | 100-160                                   |
| 700-900  | 25           | 3-4                      | 120                                | 93  |
| ---  | ---          | 3                        | ---                                | 120-160                                   |
| 300-900  | ---          | 3.7-4.5                  | 70-150                             | ---                                       |
| 420-600  | 10-40        | ---                      | ---                                | 100-130                                   |
| 420-700  | 1-1.5        | 5-6.5                    | 100-150                            | 100-170                                   |
| 280-600  | ---          | 5-20                     | ---                                | 110-160                                   |
| 420-500  | 1-1.2        | 7-10                     | 100-130                            | 150-165                                   |
| 340-700  | 20           | 6.5-9                    | ---                                | 150-165                                   |

| Contracción de molde cm/cm | Características generales  | Campos de aplicación  | Nombre comercial   |
|----------------------------|--|---|--|
| 0.002-0.007                | Masas de moldeo transparentes y tenaces. Tiene el inconveniente de ser ligeramente higroscópico.   | Guarniciones decorativas y piezas transparentes para muebles. Película de aislamiento eléctrico, material de dibujo, claraboyas, publicidad exterior. | Bexoid<br>Celastoid<br>Cellomold<br>Tenite               |
| 0.002-0.007                | Masas de moldeo transparentes y tenaces. Menos higroscópico que el ant. 50%  | Las mismas que el acetato de celulosa, piezas de automoviles como volantes.   | Tenite<br>Cellidor                                       |
| ---                        |  | Fabricación de pinturas   | Paralac<br>Beckacite                                     |
| 0.2-0.3                    | Gran rigidez dieléctrica y bajas pérdidas de corriente de alta frecuencia  | Aislantes eléctricos, Soportes para tubos de televisión   | Panilax,<br>Plaskon                                      |
| ---                        | Color negro, pulida adquiere un brillo notable y admite muy bellas coloraciones. Es muy higroscópica.  |   |  |
| ---                        | Rosina termoplástica de un color entre marrón y negro  | Fabricación de botones  | Galalita   |
| 0.5-2                      | Fundibles o colables en líquido, suministrado frecuentemente en dos componentes previamente mezclados.   | Impregnaciones, sellados revestimientos, revoques industriales, soportes para circuitos eléctricos.   | Epoxin<br>Epikote<br>Araldit<br>Hostapox<br>Eurepox      |
| 0.004-0.007                | Conserva íntegramente sus propiedades mecánicas, elasticidad y resistencia al choque a temp. de 50°C bajo cero. Muy ligero                               | Fabricación de refacciones aeronáuticas.  | Ethocel<br>Hércules                                      |
| 0.009-0.011                | Sólido soluble en alcohol, líquido diluible limitadamente en agua.   | Ligantes para materiales de madera, colas en caliente, cola especial de montaje, aislamiento de alta tensión, electrotécnia.                          | Alresen<br>Bakelite<br>Imprenal<br>Resinol<br>Supraplast |
| 0.005-0.01                 | Tiene menor contracción que el fenol-formaldehído, pocas deformaciones por el calor.   | Planchas tipográficas, tapas para distribuidores  |  |
| ---                        | Con frecuencia soluciones acuosas, sólido como fragmentos o en polvo   | Cola en caliente Pressal Melocol. Piezas eléctricas resistentes a corrientes de fuga. Electrotécnia   | Melmac   |
| 1                          | Es un material muy tenaz, de gran resistencia a los choques y a la tracción. Se moldea fácilmente a temp. comprendidas entre 80° y 130°C. Muy inflamable | Como material de revestimiento de mangos, de depósitos, fabricación de películas fotográficas y cinematográficas.                                     | Celuloide<br>Xilonita                                    |

| Nombre                    | Densidad<br>g/cm <sup>3</sup> | Índice de<br>refracción | Absorción de<br>agua % | Calor específico<br>en cal/°C/g | Coefficiente de<br>dilatación<br>x 10 <sup>-5</sup> /°C | Resistencia a la<br>compresión<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|---|--|
| Acetato de polivinilo     | 1.18-1.20                     | 1.46                    | 2                      | ---                             | ---   | ---  |
| Alcohol de polivinilo     | 1.2-1.3                       | 1.51                    | >30                    | ---                             | 7-12  | ---  |
| Poliámida                 | 1.06-1.19                     | 1.53                    | 0.5-3.5                | 0.43-0.45                       | 1.0-1.4   | 1000-1300  |
| Policarbonatos            | 1.2                           | 1.6                     | 0.3-0.4                | 0.28                            | 6   | 790-840  |
| Cloruro de polivinilideno | 1.6-1.7                       | 1.6                     | <1                     | 19                              | 19  | 500-600  |
| Cloruro de polivinilo     | 1.20-1.60                     | 1.54                    | 0.02-0.05              | 0.32-0.51                       | ---   | 800  |
| Poliéster                 | 1.6-2.0                       | 1.5                     | 0.2-0.5                | ---                             | ---   | 2000-4800  |
| Poliestireno              | 1.05-1.07                     | 1.5-1.6                 | 0.05                   | 0.3                             | 6-8   | 800-1100   |

| Resistencia a la tracción<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Alargamiento | Constante dielectrica | Temperatura límite de empleo | Temperatura de reblandecimiento °C |
|---|--------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 350   | ---          | 2.7-6.1               | 70-95                        | 45-125                             |
| 150-500   | 300-600      | ---                   |                              | 90-150                             |
| 320-740   | 50           | 4.1                   | 250-400                      | 232                                |
| 630-740   | 60-100       | 3.1                   | 90-160                       | 150                                |
| 250-280   | 10-40        | 4-6                   |                              | 38-163                             |
| 350-630   | 200-500      | 6.5-12                | 50-60                        | 150-200                            |
| 1700-3800                                       | ---          | 3.8-6                 |                              | 100-270                            |
| 350-600   | 1-5          | ---                   | 60-80                        | 88-110                             |

| Contracción de molde cm/cm | Características generales   | Campos de aplicación   | Nombre comercial  |
|----------------------------|---|--|---|
| ---                        | Material muy elástico resiste alargamientos hasta de 500%   | Cola para madera, ligantes para pigmentos, aditivo para mortero, adhesivo  | Mowilith<br>Vinnapas  |
| ---                        | Extraordinariamente resistente a los aceites, grasas y a la mayoría de los solventes.   | Fabricación de membranas para la industria automotriz, tubos flexibles para el transporte de petróleo  | ---   |
| ---                        | Excelentes propiedades eléctricas, mecánicas y resistencia a la corrosión.  | Fabricación de cuerdas, tejidos de gran resistencia al desgaste, aislamiento de cables eléctricos, elementos de apoyo y deslizamiento, fibras químicas de gran resistencia.                                  | Nylon<br>Igemide<br>Vestamid<br>Rilsan  |
| ---                        | Transparente, inodoro e insípido, inalterable al calor, a la luz, rayos ultravioleta, oxígeno y ozono. Muy tenaz hasta -100°C                           | Vidrieras exter. antichoque revest. para faroles, película de aislamiento eléctrico  | Makrolon<br>Lexan   |
| 0.5-2                      | Resistente a agentes químicos y solventes, incompatible con los plastificantes corrientes. Elevada temp. de reblandecimiento con poco margen de trabajo | Fabricación de cuerdas, tejidos gruesos, tejidos filtrantes, correas e incluso para reemplazar piezas mecánicas en la industria del rayón  | Sarán   |
| 0.001                      | Resistente a la corrosión, fácil de moldear y soldar en caliente. Resistente al choque incluso en frío.   | Tubos para sum. de agua potable y gas, desag. domest., canales, drenaje, ventilación aisl. eléctrico. Perfiles, Películas para chapeado, bandas para juntas y cubiertas, revestimiento de albercas y suelos. | Corvic<br>Koron<br>PVC<br>Hostalit<br>Solvic<br>Vinnol<br>Nombre de productos |
| ---                        | Se emplea laminado y reforzado con fibra de vidrio. Se mezcla también con otras fibras para la fabricación de tejidos como el tergal, el terylene.      | Fabricación de carrocerías de automóviles, cascos de embarcaciones ligeras, estuches de aparatos, bandejas para usos domésticos.   | ---   |
| 0.002-0.008                | Rígido, transparente, algo frágil   | Espuma para aislamiento térmico y del ruido de pisadas, aditivo en hormigón mejora de suelos. Embalajes  | Hostyren<br>Polystyrol<br>Vestyron  |



| Nombre                    | Densidad<br>g/cm <sup>3</sup> | Indice de<br>refracción | Absorción de<br>agua % | Calor específico<br>en cal/°C/g | Coefficiente de<br>dilatación<br>x10 <sup>-5</sup> °C | Resistencia a la<br>compresión<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|---|--|
| Poliétileno               | 0.92-0.96                     | 1.52                    | 0.01-0.02              | 0.53-0.55                       | 17-20   | 100-200  |
| Polimetacrilato de metilo | 1.16-1.20                     | 1.49-1.51               | 0.2-0.4                | 0.35                            | 7-9   | 700-1000   |
| Polipropileno             | 0.90-0.91                     | ---                     | 0                      | 0.46                            | 11  | 600-700  |
| Politetrafluoretileno     | 2.1-2.3                       | ---                     | 0                      | 0.25                            | 5.5   | 100-200  |
| Poliuretatos              | 1.77-1.21                     | 1.50                    | 0.3-1.0                | ---                             | 11  | ---  |
| Siliconas                 | 0.6-1.2                       | ---                     | 0                      | ---                             | 0.9-1.6   | ---  |
| Urea-formaldehido         | 1.45-1.55                     | 1.54-1.56               | 0.4-0.8                | 0.4                             | 3   | 1700-2100  |
| Oxido de polifenileno     | 1.76                          |                         |                        |                                 |   |  |

Resistencia  
a la tracción  
Kg/cm<sup>2</sup>

Alargamiento

Constante  
dieléctrica

Temperatura  
límite  
de empleo

Temperatura  
de reblande  
cimiento °C

110-375

300-500

2.2-2.3

60-100

105-132

500-800

2-10

3-4.5

70-95

60-100

500

400-700

2-2.1

100-130

100-110

140-320

100-400

2

150-260

370

400-650

9

3-4,2

80-130

160-180

---

70-115

3-3.5

170-300

---

350-500

0.5-1

7-10

100-130

126-138

1.06

± 100

| Contracción de moldeo cm/cm | Características generales  | Campos de aplicación   | Nombre comercial   |
|-----------------------------|--|--|--|
| 12.5                        | Flexible hasta rígido, resistente a la corrosión, resistente al frío $-40^{\circ}\text{C}$ , inatacable por los ácidos y alcalis                               | Películas de protec. frente a la intemperie y sellado de obras tub. presión, desagués y gas, tanques de combustible, espuma semirrígida, tuberías de agua, calefacción de suelo.       | Baylon<br>Hostalen<br>Lupolen<br>Vestolen                            |
| 0.2-0.6                     | Dispersiones y soluciones "vidrio acrílico", gran valor óptico, duro y tenaz, fácil de moldear y trabajar con sierra y taladro.                                | Sustitución del vidrio en cabinas de los pilotos de aviones, vitrinas, piezas de óptica, lentes, claraboyas, paredes translúcidas, publicidad exterior, etc.                           | Plexidur<br>Acronal<br>Plextol<br>Degalan<br>Flexiglas<br>Resartglas |
| 2                           | Más duro y resistente al calor y menos al frío que el polietileno, por lo demás es semejante   | Tubos de desagüe doméstico y piezas moldeadas, componentes para lavadoras y similares.   | Hostalen PP<br>Novolen<br>Vestolen P.                                |
| 2.5                         | Muy resistente a la corrosión, sólo limitadamente moldeable por sinterizado.   | Apoyos deslizantes, juntas técnica eléctrica.  | Hostaflon<br>Teflon  |
| ---                         | Nuchos productos diversos, para colar en mezcla o proyectar con dispositivos especiales.   | Adhesivos, lacas y masas para revestimiento de uno y dos componentes, masas y perfiles para juntas. Piezas rígidas de decoración. Acolchonados de espuma flexible, planchas aislantes. | Desmophone<br>Lupranole<br>Desmodure<br>Lupranate                    |
| ---                         | Resinas para lacas. Tejidos duros de seda de vidrio. Insolubles en todos los solventes corrientes, gran resistencia a los ácidos. Estable al calor y a la luz. | Lacas para aislamiento eléctrico y chimeneas. Estratificados técnicos. Aislamiento eléctrico, juntas, masas de moldeo  | Baysilon<br>Wacker-Silison<br>Silastic<br>Hgw 2572<br>Silopren       |
| 0.6-1.4                     | Incoloro e inodoro, muy duro y tenaz, buen aislante de la electricidad. Con frecuencia soluciones acuosas, sólido como fragmentos o polvo.                     | Ligantes para planchas aglomeradas, espuma, Kauryt, colas barnices, lacas, vasos, platos, material eléctrico, pantallas transparentes para alumbrado                                   | Beetle<br>Mouldrite<br>Scarab  |
|                             | Rígido independientemente de la temperatura entre $-55^{\circ}\text{C}$ y $\rightarrow$  | Piezas eléctricas y de aparatos resistentes al calor   | Noryl  |

## RECONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES PLASTICOS

### M a t e r i a l

Color y Aspecto del Material Corriente en el Mercado.

Comportamiento y olor al Aplicar la flama.

Acetato de Celulosa

Masa granulada con diverso contenido en plastificante, transparente incoloro y coloreado en todas las tonalidades. Aspecto córneo.

Sigue ardiendo al separarla, llama verde-amarillenta, chisporrotea y gotea.  
Olor: Acido Acético (picante) y a papel quemado.

Acetobutirato de Celulosa

En granos transparente y opaco en todas las tonalidades. Aspecto córneo.

Sigue ardiendo tras separarla. Llama de tono amarillo, gotea.  
Olor: Acido Butirico (rancio) y a papel quemado.

Etil-Celulosa.

Masas granuladas en colores opacos y claros. Aspecto Córneo.

Sigue ardiendo. Llama amarilla.  
Olor : Principalmente a papel quemado.

Poliestireno Normal.

Masas granuladas uniformes (forma cilíndrica prismática o esférica) transparente y coloreado hasta opaco.

Sigue ardiendo, llama brillante, fuerte formación de hollín.  
Olor: Típicamente dulzaino (estireno).

Poliestireno Anti  
calórico.

Granza transparente y opaca, en cualquier tonalidad, color natural generalmente amarillento.

Sigue ardiendo, llama luminosa, fuerte formación de hollín.  
Olor: Dulzaino, similar al de la goma.

Poliestireno Anti  
choque.

Granza en colores opacos.

Sigue ardiendo, llama luminosa, fuerte formación de hollín.  
Olor: Dulzaino, también parecido a la goma o aspero.

Masas SAN Copolif  
mero-Estireno --  
Acrilonitrilo

Granulado incoloro, tonos transparentes y opacos.

Sigue ardiendo, llama con mucho hollín.  
Olor: Aspero, similar al caucho.

Masas ABS Acrilo  
nitrilo-Butadie  
no-Estireno.

Granza en tonos opacos (color natural: amarillo-cremoso, opaco)

Sigue ardiendo, llama brillante con mucho hollín.  
Olor: Dulzaino, también similar a la goma, o áspero.

Polimetil Meta--  
crlato.

Masas granuladas. transparentes y en todas las tonalidades.

Sigue ardiendo. Llama luminosa, con chisporroteo.  
Olor: Típico a frutas.

|   |   |   |
|---|---|---|
| Poliuretano                                       | Masas granuladas, en granza incoloro y -- opaco y coloreado.  | Sigue ardiendo tras separarla, llama azulada con borde amarillo, gotea con burbujas y forma hilos.<br>Olor: Desagradablemente irri-- tante. |
| Polietileno ---<br>baja presión<br>(High Density) | Masas granuladas, en granza. Incoloro -- opaco (lácteo) en todas las tonalidades- transparentes y opacas, tacto semejante- a la cera.       | Sigue ardiendo tras separarla, llama luminosa con núcleo azul, gotea.<br>Olor: A parafinas, velas de <u>es</u> tearina.                     |
| Polietileno Al-<br>ta presión (Low<br>Density)    | Masas granuladas, en granza. Incoloro -- opaco ( lechoso) y en todos los tonos, - color transparente y opaco, tacto seme-- jante a la cera. | Sigue ardiendo, llama luminosa con núcleo azul, gotea.<br>Olor: A parafina, velas de es- tearina.   |
| Poli(tri)fluorclo-<br>roetileno.                  | Granulado en diversas tonalidades, inco- loro hasta oscuro.   | No arde, no se carboniza.<br>Olor: En incandescencia HCL -- (irritante).  |
| Polipropileno                                     | Masa granulada, incolora opaca y teñida, transparente y oscura.   | Sigue ardiendo en la llama y - al separarla, llama luminosa - con núcleo azul, gotea.<br>Olor: Débil a parafina y resina.                   |

Polivinil Carba-  
zol.

Masa granulada, granza, colores naturales, .  
gris, verde oliva, opaco.

Policarbonato

Granza de grano uniforme, colores natura--  
les (transparente incoloro a ligeramente -  
amarillenta) y coloreado.

Arde en presencia de la lla-  
ma y se extingue al separar-  
la, se carboniza. Llama lumi  
nosa, formación de hollín.  
Olor: Semejante al fenol.

Cloruro de Po-  
livinilo (PVC-  
rígido)

Polvo fino o granza, colores verde transpa  
rente claro hasta opaco.

Arde con llama colorífica, --  
luminosa y chispeante, con --  
olor irritante a ácido clorhí  
drico; se extingue fuera de -  
la llama.

Cloruro de Poli-  
vinilo flexible

Plaquitas cilíndricas o cubos (de unos tres  
mm) y coloreados e incoloros en forma trans  
parente u opaca.

Sigue ardiendo en parte al se  
parar de la llama (según ----  
plastificante) llama luminosa  
Olor: HCL irritante.

Poliamida

Masas granuladas en colores naturales (blan  
co amarillento) opaco y coloreado. Aspecto-  
córneo.

Sigue ardiendo tras separarlo,  
llama azulada con borde amari-  
llo, gotea con burbujas y for-  
ma hilos.  
Olor: Similar al cuerno quema-  
do.

Oxido de Polife-  
lileno

Masa granulada, color propio beige.

Arde en la llama, se extingue-  
fuera de ella.



TEMPERATURAS DE TRABAJO DE LOS MATERIALES PLASTICOS<sup>2</sup>

| Material                                    | Temperatura de uso permanente sin deterioro máxima °C | Rango de temperaturas recomendables para su elaboración °C | Temperatura del molde de inyección °C |
|---|---|--|---------------------------------------|
| Acetato de celulosa                         | 60-85   | 180-190  | 10-50                                 |
| Acetobutirato de celulosa                   | 66-70   |  |                                       |
| Etilcelulosa                                | 66  |  |                                       |
| Poliestireno normal                         | 60-75   | 170-280  | 15-65                                 |
| Poliestireno anticalórico                   | 70-95   | 180-250  | 15-60                                 |
| Poliestireno antichoque                     | 60-70   | 185-265  | 30-80                                 |
| Masas SAN copolimero-estireno-acrilonitrilo | 85  | 200-250  | 15-65                                 |
| Masas ABS acrilonitrilo-butadieno estireno  | 60-80   | 190-250  | 15-70                                 |
| Polimetil-metacrilato                       | 70-90   | 180-240  | 40-100                                |
| Polivinil carbazol                          | 170   |  |                                       |

|   |         |         |        |
|---|---------|---------|--------|
| Policarbonato                                 | 110-135 | 290-300 | 85-120 |
| Cloruro de Polivinilo PVC-rígido.             | 60-70   | 180-200 | 10-60  |
| Cloruro de Polivinilo post-clorado            | 80-90   | 180-205 | 45-75  |
| Cloruro de Polivinilo flexible                | 40-70   | 165-190 | 15-45  |
| Poliamida                                     | 90-100  | 230-275 | 30-120 |
| Poliuretano                                   | 88      |         |        |
| Polietileno de baja presión -- (High density) | 85-95   | 180-260 | 10-60  |
| Politrifluorocloroetileno.                    | 190-200 |         |        |
| Polipropileno                                 | 120-130 | 200-305 | 20-95  |
| Oxido de polietileno                          | 175     |         |        |

## ESTABILIDAD DE ALGUNOS MATERIALES PLÁSTICOS FRENTE A PRODUCTOS QUÍMICOS

| MATERIAL                                   | ESTABLE FRENTE A  | CONDICIONALMENTE ESTABLE A                                | INESTABLE FRENTE A   |
|--|---|---|--|
| Acetato de celulosa                        | Bencina, aceites, grasas y éteres.  | Alcoholes, bencol, carburantes y ácidos                   | Ácidos, álcalis, éteres, cetonas, etc.   |
| Acetobutirato de celulosa.                 | Ácidos y álcalis débiles, bencina, aceites y grasas   | Alcoholes, ácidos y álcalis concentrados.                 | Ácidos y álcalis muy concentrados, éteres, bencina, cetonas, etc.                      |
| Etilcelulosa                               | Ácidos y álcalis débiles, aceites minerales, aceites y grasas.  | Alcohol   | Ácidos y álcalis concentrados, éteres, bencina, bencol y carburantes.                  |
| Poliestireno normal                        | Ácidos, álcalis, alcohol, aceites y grasas, aceite mineral.   | Aceites y grasas, animales y vegetales                    | Ésteres, cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, bencol, bencina y carburantes.       |
| Poliestireno anticorrosivo                 | Ácidos y álcalis débiles, bencina, aceites y grasas.  | Alcalis concentrados, éteres y alcohol                    | Ácidos concentrados, éteres, hidrocarburos, bencol.                                    |
| Poliestireno anticloque                    | Ácidos y álcalis débiles.   | Ácidos y álcalis concentrados, alcohol, aceites y grasas. | Ésteres, cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, bencol, bencina, carburantes.        |
| Masas SAN copolímero estireno acrílico     | Agua caliente, disolventes orgánicos, álcalis débiles, ácidos, aceites y grasas.  |   | Ácidos concentrados, hidrocarburos clorados, ésteres, éteres.                          |
| Masas ABS                                  | Alcalis, ácidos débiles, bencina, aceites y grasas.   |   | Ácidos concentrados, hidrocarburos clorados, ésteres, éteres y cetonas.                |
| Polimetacrilato                            | Ácidos y álcalis débiles, bencol, aceites y grasas.   | Alcohol, éteres.  | Ácidos y álcalis concentrados, ésteres, cetonas.                                       |
| Polivinil carbazol                         | Ácidos, álcalis, alcohol, éter y bencina.   |   | Bencol.  |
| Policarbonato                              | Ácidos débiles, alcohol, bencina y aceites.   | Ácidos concentrados, álcalis débiles y bencol.            | Alcalis concentrados, cetonas, éteres, hidrocarburos.                                  |
| Cloruro de polivinilo (PVC rígido)         | Ácidos y álcalis, alcohol, bencina, aceites y grasas.   |   | Ésteres, cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, bencol, carburantes.                 |
| Cloruro de polivinilo (PVC pastoso)        | Ácidos y álcalis, alcoholes bencinas y aceites.   |   | Éteres, bencol, hidrocarburos clorados, éteres y cetonas.                              |
| Cloruro de polivinilo (PVC flexible)       | Ácidos y álcalis débiles.   | Ácidos y álcalis concentrados, aceites y grasas.          | Alcohol, éter, cetonas, éteres hidrocarburos.  |
| Poliánido                                  | Alcalis débiles, alcohol, ésteres, éter, hidrocarburos clorados, cetonas, aceites y grasas, bencol y bencina.   |   | Ácidos y álcalis concentrados, cetonas.  |
| Poliuretano                                | Alcalis y ácidos débiles.   |   | Ácidos y álcalis concentrados.   |
| Propionato de celulosa                     | Bencina, aceite mineral, aceites y grasas.  | Ácidos débiles.   | Ácidos concentrados, álcalis, alcoholes, ésteres, cetonas, éteres y bencol.            |
| Celuloide                                  | Aceite mineral, aceites y grasas.   | Ácidos débiles y álcalis débiles.                         | Ácidos y álcalis fuertes, alcoholes, ésteres, éteres, ácidos halogenados.              |
| Resinas epoxi                              | Ácidos, halógenos secos, alcoholes, éteres, bencol, bencina, mezcla de carburantes, aceites y grasas.   | Ésteres y algunos halógenos                               | Ácidos oxidantes.  |
| Resinas de urea                            | Alcalis débiles, alcoholes, ésteres, éteres, cetonas, algunos halógenos, bencol, bencina, mezcla de carburantes, aceite mineral, aceites y grasas.        | Ácidos débiles y álcalis concentrados.                    | Ácidos fuertes.  |
| Resinas fenólicas                          | Ácidos débiles, álcalis débiles, alcoholes, éteres, ésteres, cetonas, algunos halógenos, bencol, bencina, aceites y grasas.                               |   | Ácidos y álcalis fuertes.  |
| Poliacetales                               | Alcalis, alcoholes, éteres, ésteres, cetonas, algunos halógenos, bencol, bencina, aceites y grasas.   |   | Ácidos y halógenos secos.  |
| Poliéter clorado                           | Ácidos, álcalis, halógenos secos, alcoholes, éteres, ésteres, cetonas, bencol, bencina, carburantes, algunos halógenos, aceite mineral, aceites y grasas. | Ácidos oxidantes  |  |
| Poliétileno de baja presión (high density) | Ácidos, álcalis, alcoholes, ésteres, cetonas, aceites y grasas.   | Éteres, bencol y bencina                                  | Ácidos oxidantes, halógenos secos.   |
| Poliétileno de alta presión (low density)  | Ácidos, álcalis, etc.   | Alcoholes, ésteres, cetonas y aceite mineral.             | Halógenos secos, éteres, bencol, algunos halógenos y carburantes.                      |
| Resinas políester                          | Ácidos débiles, bencina, aceite mineral, aceites y grasas.  | Ácidos fuertes y álcalis débiles.                         | Cetonas, éteres y algunos halógenos.   |
| Poliisobutidieno                           | Ácidos y álcalis, alcoholes.  | Halógenos secos y cetonas                                 | Ésteres, éteres, bencol, carburantes, bencina y algunos halógenos.                     |
| Polipropileno                              | Ácidos y álcalis, alcoholes, aceite mineral, aceites y grasas.  | Éteres y mezcla de carburantes                            | Ácidos oxidantes.  |
| Poli tetrafluoretieno                      | Ácidos, álcalis, halógenos secos, alcoholes, ésteres, cetonas, éteres, bencol, bencina, algunos halógenos, mezcla de carburantes, aceites y grasas.       |   |  |
| Poli trifluoroacetileno                    | Ácidos, álcalis, alcoholes, halógenos secos, cetonas, bencina, carburantes, aceite mineral, aceites y grasas.   | Algunos halógenos   | Ésteres y éteres.  |
| Vulkollan                                  | Ácidos débiles, bencina, aceites y grasas.  | Ácidos fuertes, álcalis y mezcla de carburantes.          | Ácidos oxidantes y fluorhidratos, halógenos secos, éteres, cetonas, algunos halógenos. |

FALLA DE ORIGEN

**MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN DE LOS PLÁSTICOS**

### Radiación Ionizante:

El tipo ionizante puede ser de radiación por partículas o electromagnética. Las radiaciones por partículas son por rayos catódicos con electrones de alta energía, producidos por generadores de alto voltaje (es decir, aceleradores lineales) como los usados en el tratamiento de los cánceres.

Las radiaciones ionizantes electromagnéticas son de corta longitud de onda, tales como los rayos X, gamma y cósmicas. Son altamente letales y actúan ionizando moléculas a su paso. Su poder de penetración es extremadamente alto y los operadores deben ser protegidos con blindajes especiales (de plomo).

La acción letal de la radiación ionizante se cree que sea debido a su efecto sobre el ácido desoxirribonucleico (DNA) del núcleo y de los componentes vitales de la célula. No hay aumento apreciable en la llama al método "esterilización en frío".

Ambos tipos de radiación ionizante se miden en rads (una unidad arbitraria que corresponde a la absorción de 100 ergios de energía por gramo de materia irradiada) y 2.5 megarads (Mrad) es la dosis que se considera necesaria para llevar a cabo la esterilización en condiciones bajo control.

### Esterilización con Oxido de Etileno:

Este es un líquido incoloro ( $\text{CH}_2\text{-O-CH}_2$ ) con punto de ebullición de  $10.7^\circ\text{C}$  y a temperaturas y presiones normales es un gas

muy penetrante con un dulce olor etereo. Es muy inflamable y - cuando su concentración en el aire es mayor que el 3%, es alta mente explosivo. Es muy soluble en solventes orgánicos en to-- das proporciones y en el agua forma un compuesto estable no ex plosivo: el etilén-glicol. La tendencia explosiva del gas se - puede eliminar mezclándolo con uno de los gases inertes, como el bióxido de carbono, el nitrógeno a concentraciones de 10% - de óxido de etileno.

Esta mezcla es sólo ligeramente tóxica y el gas se detecta con facilidad por su olor. La exposición a altas concentraciones - puede causar irritación de las mucosas, los ojos y la nariz, - semejante a la causada por los vapores de amoniaco. Puede ser seguida de náuseas y vómitos que desaparecen rápidamente cuando cesa la exposición. La concentración máxima segura en aire recomendada se señala como diez partes por millón en volumen y se aconseja que la esterilización con óxido de etileno sólo de be realizarse en cuartos bien ventilados.

La acción del gas sobre los microorganismos se atribuye a su - poder de aniquilar los grupos: sulfhidrilo amino, carboxilo e hidroxilo de la molécula protéica. Es efectivo contra todo tipo de microorganismos, incluyendo a los virus y a las esporas bacterianas, estas son sólo diez veces más resistentes que las formas vegetativas.

Los factores que influyen sobre la acción esterilizante del óxido de etileno son: tiempo, temperatura, humedad, presión del gas, la naturaleza del material que se esta esterilizando y el

grado de contaminación.

La gama de temperaturas que se usan van de la temperatura ambiente, a los 56°C, el tiempo efectivo de esterilización se reduce a medida que se aumenta la temperatura. Las concentraciones bióxidas del gas están entre 400 y 1000 mg/litro a la temperatura del cuarto en una atmósfera con 30% de humedad relativa.

Para una esterilización satisfactoria es deseable una humedad relativa del 30%. Dentro de los edificios el nivel promedio es 10% más bajo.

La presencia de proteínas reduce la eficiencia esterilizante del gas y cualquier aparato que vaya a ser esterilizado deberá lavarse cuidadosamente de antemano para asegurarse de que toda proteína haya sido eliminada.

El óxido de etileno se difunde a través de muchos tipos de materiales porosos y con facilidad penetra algunos plásticos. Es en particular útil para esterilizar equipos de circulación extracorpórea, respiradores, suturas y equipos dentales. Se puede llevar a cabo la desinfección de libros o vestimentas; pero debido a sus propiedades explosivas y a su volatilidad no resulta adecuado para esterilizar habitaciones.

## METODOS DE ESTERILIZACION DE LOS PLASTICOS

| Tipo de resina             | Propiedades mecánicas habituales y apariencia | Temperatura máxima de trabajo aprox. en °C. | Esterilización |                |                  |                  |
|----------------------------|---|---|----------------|----------------|------------------|------------------|
|                            |   |   | Aire a 160°C   | Vapor a 121°C  | Ion/rad 2.5 Mrad | Oxido de etileno |
| Poliétileno baja densidad  | flexible opaca                                | 80  | No             | No             | Bueno            | Si               |
| Poliétileno alta densidad  | Semirígida opaca                              | 110   | No             | No             | Bueno            | Si               |
| Polipropileno              | Rígida Traslúcida                             | 140   | No             | Si             | Malo             | Si               |
| TPX (Polimetilpenteno)     | Rígida, clara o pigmentada                    | 180   | Si             | Si             | ?                | Si               |
| PVC, rígido (vinilo)       | Rígida, pigmentada                            | 80 a 130                                    | No             | Algunos grados | Malo             | Si               |
| PVC, plastificado (vinilo) | Muy flexible, clara o pigmentada              | 80 a 130                                    | No             | Algunos grados | Malo             | Si               |
| Poliestireno               | Frágil, clara                                 | 85  | No             | No             | Bueno            | Si               |
| Acrílico (perpex, PMM)     | Rígida, frágil, clara                         | 70  | No             | No             | Malo             | ?                |
| Policarbonato              | Rígida, clara                                 | 130   | No             | Si             | Regular          | Si               |
| Nylon                      | Rígida, opaca                                 | 190   | Si             | Si             | Bueno            | ?                |
| PTFE                       | Rígida opaca                                  | 260   | Si             | Si             | Malo             | Si               |



## II. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

## II.1. ESTUDIO DE MERCADO

**SITUACION ACTUAL DEL MERCADO**

EN EL SIGUIENTE ESTUDIO, SE PRESENTAN CARACTERISTICAS DEL MERCADO DE PLASTICOS CORRESPONDIENTE A LAS RESINAS SINTETICAS, EL CONSUMO NACIONAL Y SU PARTICIPACION EN EL PRODUCTO INTERNO BRUTO, ASI COMO EL VOLUMEN DE IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE ALGUNOS DE ESTOS MATERIALES.

El ramo industrial nacional, fabricante de resinas sintéticas y fibras artificiales, durante 1982 tuvo una disminución del 1.4% en su PIB con respecto a 1981. Sin embargo, es muy significativo el gran esfuerzo que realizó el sector, aprovechando en gran parte su capacidad instalada para dirigir parte de su producción al Comercio Exterior, logrando con ello una tasa de recuperación del 11.9% y 3.5% en su PIB durante 1983 y 1984 -- respectivamente.

En contra parte, el sector Transformador de plástico, el cual difícilmente puede penetrar y competir por el momento, en los mercados internacionales tuvo una disminución muy importante - en 1983, llegando a un 17% menos en su PIB con respecto a 1982.

Con respecto a la incidencia del Sector plástico en la economía nacional ésta representó el 0.99% en 1975, el 1.17% en 1982 y 1.22% durante 1983 y 1984 del PIB. Participando en menor medida el Sector Transformador de Plásticos.

#### EVOLUCION DE LA INCIDENCIA DEL SECTOR PLASTICO

##### EN EL PIB NACIONAL

| %/PIB/año  | 1975   | 1980   | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| N A C I O N A L                                    | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| RESINAS SINTETI<br>CAS Y FIBRAS --<br>ARTIFICIALES | 0.64   | 0.74   | 0.69   | 0.69   | 0.80   | 0.80   |
| TRANSFORMACION<br>DE PLASTICOS                     | 0.35   | 0.46   | 0.47   | 0.48   | 0.42   | 0.42   |

COMPORTAMIENTO DEL PIB  
INDUSTRIA DEL PLASTICO NACIONAL  
(TASA ANUAL DE CRECIMIENTO)

| VARIACION ANUAL                             | 1981 | 1982  | 1983  | 1984 |
|---|------|-------|-------|------|
| NACIONAL                                    | 7.9  | (0.5) | (4.7) | 3.5  |
| MANUFACTURERO                               | 7.0  | (2.9) | (7.3) | 4.0  |
| IND. QUIMICA                                | 8.0  | 2.7   | 0.3   | 4.0  |
| RESINAS SINTETICAS Y<br>FIBRAS ARTIFICIALES | 1.4  | (1.4) | 11.9  | 3.5  |
| TRANSFORMACION DE<br>PLASTICOS              | 9.7  | 2.2   | 17.0  | 3.9  |

P. A R T I C I P A C I O N   E C O N O M I C A  
 I N D U S T R I A   D E L   P L A S T I C O   R E S P E C T O   A   L A   E C O N O M I A   N A C I O N A L  
 ( M I L L O N E S   D E   P É S O S   D E   1 9 7 0 )

| PIB/año                                     | 1975    | 1976    | 1977    | 1978    | 1979    | 1980    | 1981    | 1982    |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| N A C I O N A L                             | 609 676 | 635 831 | 657 772 | 711 982 | 777 163 | 841 855 | 908 358 | 903 838 |
| MANUFACTURERO                               | 148 058 | 155 517 | 161 037 | 176 817 | 195 614 | 209 682 | 224 326 | 217 852 |
| IND. QUIMICA                                | 24 161  | 26 636  | 28 182  | 30 759  | 33 747  | 36 758  | 39 698  | 40 777  |
| RESINAS SINTETICAS<br>Y FIBRAS ARTIFICIALES | 3 946   | 4 356   | 4 805   | 5 141   | 5 800   | 6 203   | 6 289   | 6 200   |
| TRANSFORMACION DE<br>PLASTICOS              | 2 126   | 2 445   | 2 666   | 2 976   | 3 280   | 3 868   | 4 243   | 4 337   |

FUENTES: Banco de México, CONCAMIN, SPP .

En México, más del 80% del mercado de plástico corresponde a las resinas sintéticas y de éstas las más importantes son:

- a) Polietileno de baja densidad.
- b) Cloruro de Polivinilo
- c) Polietileno de Alta Densidad
- d) Poliestireno
- e) Polipropileno
- f) Poliuretanos

La capacidad instalada de las resinas sintéticas más importantes, creció a una tasa promedio del 15.0% anual durante el período 1970-1980, alcanzando el orden de las 525 000 toneladas en 1980.

Para 1984, la capacidad de ellas había aumentado a 781 000 toneladas significando un aumento de aproximadamente 49% en tan sólo 4 años.

No contribuyendo en este aspecto el polipropileno por no producirse aún en el país. De las resinas en cuestión, las que contribuyeron en mayor medida al crecimiento en capacidad instalada fueron: el cloruro de polivinilo y el polietileno de baja densidad, los cuales pasaron de 146 000 a 311 000 toneladas y de 99 000 a 179 000 toneladas respectivamente. (A finales de 1984 arrancaron las dos etapas restantes de una planta de PEBD, sin embargo esas 160 000 toneladas adicionales de capacidad se consideran hasta 1985).

La producción de resinas sintéticas creció a una tasa media --

del 14.3% anual en el período 1975-1980 pasando de 294 000 a 574 000 toneladas, mientras que durante el período 1980-1984, su incremento fué a una tasa media del 5,6% anual, llegando a las 720 000 toneladas.

A nivel de producto, el PVC mantuvo una producción dominante durante todo el período analizado. En 1975 su contribución fué de: 18%, en 1980 del 21% y en 1984 llegó al 34.5% de la producción total de resinas sintéticas en México. Así mismo en 1984 el Polietileno de Baja Densidad participó con el 18.5%, el Polietileno de Alta Densidad con 10.6% y los poliuretanos con el 3.4% aproximadamente.

Las importaciones de la rama crecieron a una tasa promedio anual del 17.4% durante la década de los 70s., significando una parte muy importante en el abastecimiento del Mercado Interno. Sin embargo, a partir de 1980 las importaciones han sufrido al tibajos dando como resultado una tasa promedio anual de disminución en los volúmenes importados del 9.0% principalmente debido al decrecimiento en 1984 de los polietilenos tanto en la fabricación como en su uso.

En 1975 la participación de las importaciones con respecto al consumo interno fué del 26%, aumentando al 38% en 1980 y dismi nuyendo al 24.8% en 1984.



EVOLUCION DE LAS IMPORTACIONES  
(MILES DE TONELADAS)

|               | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PEBD          | 125.4 | 167.8 | 161.8 | 178.8 | 90.8  |
| POLIPROPILENO | 68.9  | 102.6 | 65.2  | 55.7  | 60.9  |
| PEAD          | 26.0  | 18.7  | 25.7  | 63.7  | 26.7  |
| PVC           | 4.9   | 5.7   | 3.6   | 3.0   | 1.2   |
| POLIESTIRENO  | 3.9   | 2.0   | 1.9   | 0.5   | 0.8   |
| POLIURETANOS  | 0.6   | 0.6   | 0.4   | 0.3   | 0.5   |
| OTROS         | 8.3   | 12.6  | 6.4   | 4.0   | 18.8  |
| TOTAL :       | 238.0 | 310.0 | 265.0 | 306.0 | 199.7 |

En el rubro de exportaciones, prácticamente las resinas que participaron durante el período 1981-1984, fueron el Cloruro de Polivinilo y el Poliestireno. A continuación se muestra dicho comportamiento:

EVOLUCION DE LAS EXPORTACIONES  
(MILES DE TONELADAS)

|              | 1982  | 1983 | 1984  |
|--------------|-------|------|-------|
| PVC          | 17.5  | 67.0 | 119.0 |
| POLIESTIRENO | ----- | 6.2  | 10.9  |
| OTRAS        | 1.0   | 4.2  | 12.1  |
| TOTAL :      | 18.5  | 77.4 | 142.0 |

El polietileno de Baja Densidad fué el producto de mayor demanda llegando a representarán en 1984 el 27.4% del consumo total de Resinas Sintéticas; le siguieron el Polietileno de Alta Densidad con 16.8%, el PVC con 16.1% y el poliestireno con 8.8%.

Además de las resinas analizadas con detalle anteriormente, -- existen otras resinas con un pequeño volumen de consumo, pero de uso más especializado, conocidos como plásticos de Ingeniería.

Estos plásticos poseen un conjunto de propiedades necesarias -- en aplicaciones en donde la resistencia y precisión son importantes. Las resinas base para la producción de estos plásticos de mayor consumo en México, son los poliacetales, el nylon, -- los policarbonatos, el poliestireno, las polisulfonas, el poli butilen tereftalato, el polietilen tereftalato y el polióxido de fenileno. En mercados más maduros, la tendencia hacia la especialización ha abierto campo para éstos plásticos. En Méxi co han comenzado a introducirse aunque en pequeños volúmenes, esperándose que en el mediano plazo tengan un rápido desarrollo.

SITUACION DE LAS PRINCIPALES RESINAS SINTETICAS EN MEXICO  
1984  
(TONELADAS)

| RESINA        | CAPACIDAD<br>INSTALADA | PRODUCCION | IMPORTACION | EXPORTACION | CONSUMO<br>APARENTE |
|---------------|------------------------|------------|-------------|-------------|---------------------|
| ACRILICAS     | 26 000                 | 14 640     | 50          | 100         | 14 590              |
| A B S         | 9 800                  | 7 440      | 1 380       | 920         | 7 900               |
| EPOXICAS      | 13 700                 | 3 900      | 810         | --          | 4 710               |
| FENOLICAS     | 61 507                 | 12 460     | 25          | 20          | 12 465              |
| MELAMINICAS   | 11 700                 | 6 190      | 15          | --          | 6 205               |
| P V C         | 311 000                | 248 700    | 1 200       | 119 000     | 130 900             |
| POLIESTER     | 35 000                 | 15 500     | n.d*        | n.d.*       | 17 700              |
| POLIESTIRENO  | 153 340                | 81 870     | 800         | 10 950      | 71 720              |
| PEAD          | 100 000                | 76 289     | 26 733      | --          | 136 652**           |
| PEBD          | 339 000                | 133 520    | 90 780      | --          | 222 238**           |
| POLIPROPILENO | --                     | --         | 60 900      | --          | 60 900              |

|              |           |         |         |         |         |
|--------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| POLIURETANOS | 66 500    | 24 800  | 560     | - -     | 25 360  |
| TEFLON       | - -       | - -     | 220     | - -     | 220     |
| UREICAS      | 67 820    | 37 500  | 4       | - -     | 37 504  |
| TOTAL :      | 1 195 347 | 662 809 | 183 477 | 130 990 | 749 064 |

\* n.d. : No disponible.

\*\* Se refiere a ventas realizadas por Petróleos Mexicanos.

E S T U D I O   T E C N I C O  
P R O C E S O S   D E   F A B R I C A C I O N

Los más utilizados para la transformación del plástico son los siguientes:

Extrusión

Inyección

Moldeo por compresión

Moldeo por transferencia

Moldeo por soplado

Moldeo por vacío

R I M

Calandreo

Rotomoldeo

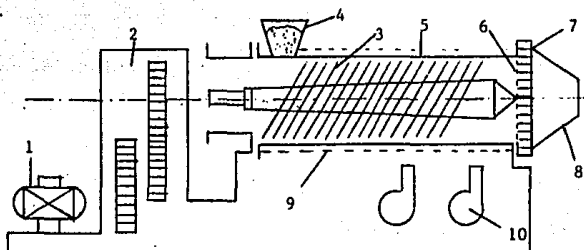
Colada

E x t r u s i ó n :

Por extrusión de plásticos se entiende el estirado continuo o periódico de artículos perfilados de longitud limitada, a través de una cabeza de sección limitada.

Se emplea para la granulación de materiales termoplásticos, aplicación de revestimientos delgados, en papel, tela, cartón, para formar la envoltura aislante de cables eléctricos; también en la fabricación de películas, láminas, mangueras, tubos y artículos laminados de materiales con y sin sustancias de re

lleno espumosos o no espumosos.



Máquina de extrusión de un husillo para transformar materiales termoplásticos.

En la figura se puede observar esquemáticamente una máquina de extrusión de un husillo.

En la figura se puede ver el motor eléctrico I, el cual transmite el movimiento de giro por medio del reductor 2 (variador mecánico o caja de cambio), el husillo 3, el cual recoge el material de la tolva de carga 4 en forma de gránulos, polvo, cinta o masa caliente y lo mezcla, plastifica, comprime y lo desplaza por el canal helicoidal a lo largo del cilindro 5.

Por medio del husillo se consigue la homogeneización del termoplástico fundido y su extrusión a través de las mallas filtrantes 6, rejilla 7 y cabezal o hilera perfiladora 8. El cilindro está dividido en varias zonas autónomas donde la temperatura se controla y regula automáticamente. Cada una de éstas zonas va conectada independientemente a los sistemas de calentamiento y refrigeración. Para evitar accidentes los calentadores es-

tán protegidos por una cubierta 9. Generalmente para refrigerar las zonas calientes del cilindro, se emplean los ventiladores: 10.

La acción impelente del husillo depende de la velocidad del giro, ángulo de hélice de la espiral y del coeficiente de fricción, que surge como consecuencia del roce del material con las paredes del cilindro y la superficie del husillo. Los coeficientes de fricción dependen principalmente de las temperaturas de la superficie del cilindro y el husillo.

El material será empujado con mayor efectividad por el husillo cuanto mayor sea la fricción entre el material y las paredes del cilindro y cuanto menor sea en la superficie del husillo. Para reducir la fricción entre el material y el husillo éste último se suele refrigerar con agua; sin embargo una refrigeración excesiva tiene consecuencias contraproducentes puesto que baja la temperatura del material y disminuye la presión desarrollada por el husillo.

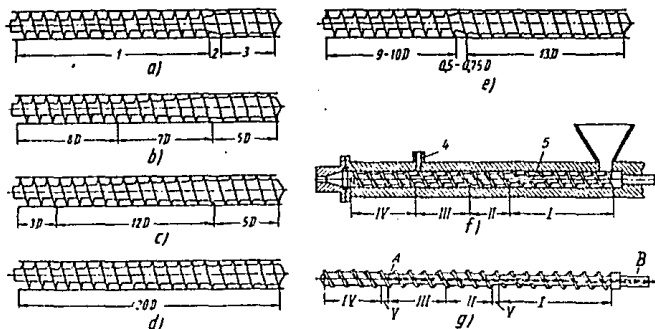
El calentamiento excesivo del cilindro entorpece considerablemente el proceso de extrusión, debido a la destrucción térmica de las capas de material cercanas a su superficie; además la elevación de la temperatura en la zona de carga del cilindro puede ocasionar la fusión del material, disminuyendo al mismo tiempo la capacidad de adhesión y en consecuencia el arrastre del material por los primeros filetes del husillo. Debido a esta razón la zona de carga del cilindro generalmente se suele refrigerar con agua en circulación. El proceso de extrusión --

propiamente dicho, depende de la temperatura del cilindro en las diferentes zonas y de la temperatura del husillo.

El husillo es el órgano fundamental de trabajo de una extrusora.

Según el material a transformar y en parte según la forma y finalidad de artículos a fabricar, los husillos se construyen de uno o varios canales, con peso y profundidad del canal constante o variable. Sin embargo, por su mayor capacidad de producción y su facilidad de fabricación generalmente se emplean los husillos de peso constante y profundidad del canal variable.

La configuración geométrica del husillo depende fundamentalmente del material a transformar. Variando las dimensiones de las tres zonas básicas: alimentación, compresión y zona de extrusión dosificadora.



Husillos generalmente empleados en la transformación de diversos materiales termoplásticos:

a, husillo con zona de alimentación larga y zona de compresión corta; b y c, husillos con zona de compresión larga; d, husillo con una zona de compresión creciente para transformar cloruro de polivinilo; e, husillo con zona de compresión corta para la transformación de polietileno; f, husillo de dos etapas con zona de descompresión; g, husillo con zona de descompresión y canal de succión por vacío.

Savgorodny: Transformación de plásticos.



## Moldeo por Inyección.

Este proceso se puede distinguir ya que es intermitente y la maquinaria utilizada es especial. Consiste en la introducción de un volumen de materia prima en forma granular o en polvo, en un cilindro de inyección, donde es plastificado y que más tarde es inyectado en un molde de características especiales para darle forma y acabado al producto final.

En general los pasos que sigue el proceso de inyección son los siguientes:

- 1) Temperatura y cantidad del material que admite el cilindro de inyección.
- 2) Carga del cilindro de inyección.
- 3) Plastificación del material.
- 4) Cierre del molde.
- 5) Acercamiento del mecanismo de inyección.
- 6) Maduración bajo presión (después de la inyección del material plastificado).
- 7) Retorno del émbolo y del mecanismo de inyección a sus posiciones iniciales.
- 8) Enfriamiento del artículo en el molde, apertura de éste y expulsión del artículo y el bebedero.

Para llevar a cabo el proceso de inyección se deben hacer muchas consideraciones en los parámetros de operación de la máquina.

El proceso se determina por los parámetros siguientes:

Temperatura y cantidad del material que admite el cilindro de inyección.

Presión y velocidad de inyección.

Duración del ciclo.

Temperatura del molde.

Rendimiento térmico del cilindro de inyección (y plastificación).

Índice de pérdidas en el cilindro de inyección y capacidad ---  
plastificadora de la máquina.

Los materiales termoplásticos se convierten de granular a líquido para ser inyectados en el molde, donde se solidifican. Este material puede ser a menudo cambiado de sólido a líquido sin ningún cambio químico, haciéndolo ideal para un proceso rápido.

Para asegurar una buena calidad de los artículos, la masa fundida homogeneizada se inyecta en el molde a la máxima velocidad posible.

Clasificación de las máquinas de inyección:

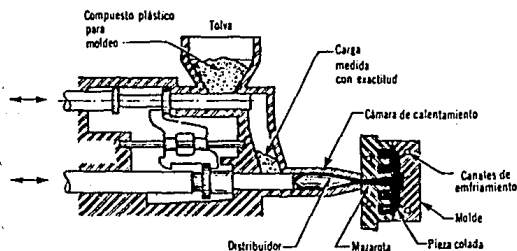
Para clasificar estas máquinas, en primer término se toma en cuenta la disposición de los ejes de separación del molde y del mecanismo de inyección, ésto nos lleva a que existen horizontales, verticales y angulares; por el sistema de accionamiento pueden ser: mecánicas, hidráulicas, hidromecánicas y ---

neumáticas (o neumohidráulicas). También se clasifican en máquinas de émbolo y de husillo, con plastificación previa (máquina mixta) y sin plastificación previa.

Existen otras máquinas que forman grupos independientes:

Rotatorias de varias posiciones, para el moldeado de artículos a dos o más colores, con dispositivo para la eliminación de los elementos volátiles del compuesto del material, de ciclo autoajustable, para procedimientos especiales de moldeo por inyección.

Las máquinas de moldeo por inyección se describen por la presión en newtons, con la cual son aseguradas las matríces, así como la cantidad de material inyectado por el ciclo. La mayoría de las máquinas de éste tipo, tienen una capacidad de sujeción de los moldes de 0.4 a 35 MN, y la capacidad de moldeo por cada inyección varía de menos de un gramo hasta alrededor de 9 Kg., con los cuales se pueden fabricar desde el tapón del pivote de una llanta, hasta la llanta misma.

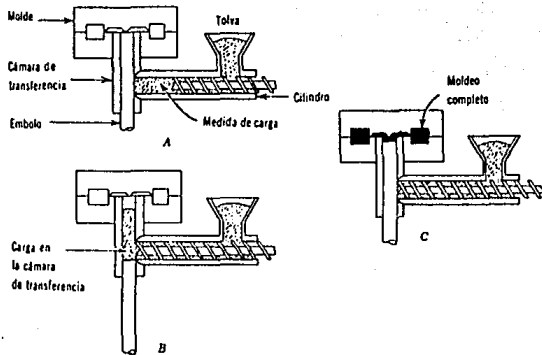


Esquema de una máquina de moldeo por inyección.

Si se toma en cuenta la gran capacidad plastificadora, el poco tiempo que permanece el material en el cilindro calentador y - la elevada calidad de plastificación, actualmente se emplean - máquinas de inyección de husillo, que prácticamente sustituyen a las máquinas sencillas y muy seguras, aún se construyen de - éste tipo, rápidas, con accionamiento mecánico, hidráulico, - neumático, etc.

Actualmente se utilizan con mayor efectividad las máquinas de husillo capaz de desplazarse axialmente.

Enseguida se presenta un esquema sencillo de la inyección con máquina de husillo.

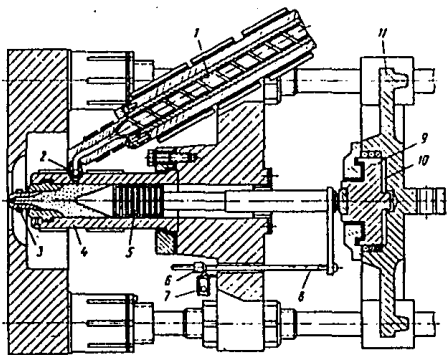


Ciclo de moldeo por inyección con tornillo. A, El tornillo se retrae girando mientras el material es alimentado dentro del cilindro por gravedad. B, Entre tanto el tornillo sin girar fuerza al material a entrar a la cámara vertical. C, El émbolo hidráulico fuerza el material plastificado a entrar al molde.

Begeman, Myron; procesos de manufactura versión SI.

Por otro lado, con el fin de aumentar la producción y mejorar la maquinaria utilizada, al mecanismo de inyección del émbolo se le acopla un mecanismo de husillo para plastificar previamente el material que aumenta el volumen de la carga a tres veces y la producción en 50%.

Es por esto que las máquinas mixtas, combinan la capacidad de plastificación elevada de las máquinas de husillo, con la gran presión de inyección que permiten las de émbolo.



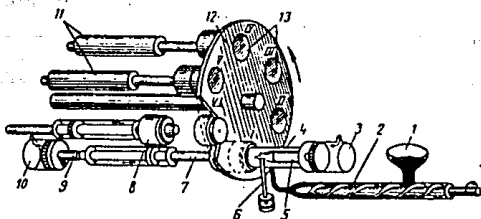
Mecanismo de inyección de émbolo con dispositivo de husillo para la plastificación previa del material.

#### Máquinas revólver y rotatoria:

Las máquinas revólver y rotatorias de inyección, en las que un solo mecanismo de plastificación e inyección abastece varios moldes dispuestos sobre una mesa o plato giratorio, aumentan considerablemente la producción en forma simultánea de artículos

de un mismo tipo o análogos.

Anteriormente se utilizaban solamente en la fabricación de artículos de pared gruesa que requieren una refrigeración larga en el molde. En la actualidad se emplean máquinas rotatorias - rápidas para el moldeo de artículos delgados de un enfriamiento corto.



Esquema de trabajo de una máquina de inyección revólver.

IBID

Moldeo por compresión:

Se emplea principalmente para materiales termoendurecibles aun que también puede emplearse con materiales termoplásticos y elastómeros.

En este proceso, la cantidad de material necesario para la fabricación de la pieza se coloca (en forma de polvo, gránulos o pastillas) en un molde abierto y caliente; al cerrarse el molde se aplica a presión y temperatura sobre el material que se moldea.

En el moldeo por compresión, la prensa está cerrada mientras se aplica gradualmente la presión. Durante el proceso de moldeo, bajo la acción del calor y presión, tiene lugar un "cambio químico" del material.

El tiempo de curado es el tiempo mínimo necesario para que este cambio tenga lugar totalmente o, al menos, que sea prácticamente total; el tiempo de curado depende de la diferencia de temperatura entre el polvo de moldeo y el molde y del espesor de las paredes del artículo moldeado. Si el polvo o compuesto de moldeo se calienta inmediatamente antes del moldeo, se ahorra tiempo necesario para moldear, se aumenta el flujo del material al principio del moldeo y se necesita menos presión para moldear. Esta técnica se conoce con el nombre de moldeo por precalentamiento.

El tiempo medio necesario para el curado de un polvo de moldeo inicialmente a la temperatura ambiente y con el molde a  $170^{\circ}\text{C}$  es de unos 60 a 90 segundos por cada 3mm de espesor de la pieza moldeada.

Es importante que se pueda extraer del molde la pieza moldeada con facilidad, pues un exceso de fuerza durante la extracción puede deformar la pieza o, incluso, romperla. La contracción de dicha pieza inmediatamente después del moldeo puede, a veces, aprovecharse para realizar la extracción, sobre todo en aquellos casos en los que no es posible el uso de medios mecánicos de extracción, tales como espigas extractoras, platos de expulsión o aire comprimido.

El aspecto más importante del moldeo por compresión de los termostables es el precalentamiento del polvo de moldeo, pues el flujo de los materiales, su plasticidad y la presión son función de la temperatura, y la cantidad de artículos producidos por unidad de tiempo viene, principalmente, determinada por el tiempo necesario para el curado que, a su vez, constituye un problema de transmisión de calor a una presión determinada.

El flujo del material en el interior del molde aumenta cuando lo hace la temperatura del molde, hasta que ésta alcanza unos 120°C; el flujo del material aumenta, también, cuando aumenta la presión de moldeo y cuando más pulida y mejor acabada está la superficie del molde en contacto con el material que fluye.

La industria transformadora de plásticos utiliza el moldeo por compresión para moldear materiales termoestables tales como -- las resinas fenólicas, de urea, de melamina, alquícidas, de poliéster, epoxi y siliconas, combinadas o no con cargas de refuerzo o relleno.

El ciclo de moldeo por compresión puede considerarse que comienza con la apertura del molde, a continuación se realiza la extracción de las piezas moldeadas en el ciclo anterior y se limpia el molde para eliminar rebabas y materias extrañas, para lo cual generalmente se emplea un chorro de aire; Después se lubrica el molde si es necesario para ayudar al desmoldeo o extracción posterior de las piezas; a continuación se colocan en el molde las inserciones metálicas, si las hubiere, y el compuesto de moldeo, viene en forma de polvos o en forma de



pastillas, se cierra el molde caliente y se aplica presión; en ocasiones se abre después un instante el molde para dejarle -- "respirar" y permitir la salida de humedad y materias volátiles que pudieran haber quedado atrapadas en el molde; finalmente se aplica toda la presión al molde caliente y se mantiene el tiempo necesario hasta que el material ha curado totalmente. La temperatura del molde y la presión son factores muy importantes en el proceso. Las cinco variables fundamentales de este proceso son: El diseño de la pieza que debe moldearse, la veracidad de cierre de la prensa que se utiliza, la plasticidad del material, la temperatura del molde y las condiciones en que se halla la superficie de la cavidad de moldeo. Es importante poner en la cavidad de moldeo la cantidad exacta de material que se necesita, pues una cantidad en defecto puede dar lugar a piezas porosas con baja densidad y con malas propiedades mecánicas, mientras que una cantidad en exceso puede dar lugar a excesivas rebabas y además, constituye un derroche inútil de material y dinero.

Las ventajas del moldeo por compresión sobre el moldeo por, --- transferencia se pueden resumir como sigue:

No hay pérdida de material en bebederos, canales de alimentación, etc.

No hay problemas de desgaste del molde, debido al flujo de material por canales y entradas a las cavidades.

El flujo de material en las cavidades es muy corto y tiene lugar en todas direcciones, por lo que las tensiones internas en

la pieza moldada quedan reducidas a un mínimo.

Los costos de acabados son menores, al no tener que eliminar las entradas a las cavidades.

Toda la sección disponible del molde se puede aprovechar para colocar el máximo número de cavidades.

Por otro lado, el moldeo por compresión tiene algunas limitaciones, y no es muy aconsejable cuando se trata de moldear artículos muy complicados con resaltes, entrantes o pequeños talladores laterales. Tampoco es aconsejable para moldear artículos de paredes gruesas, con 1.0 cm. o más de espesor.

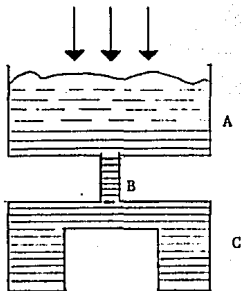
#### Moldeo por transferencia:

En el moldeo por transferencia el polvo de moldeo se coloca en una "cavidad de transferencia" que forma parte integral de la prensa o del propio molde; desde esta cavidad de transferencia, el material plástico es forzado por la acción de un pistón, al pasar en estado fluido a la cavidad de moldeo. La temperatura de la cavidad de transferencia hace fundir el material de moldeo, y en estado fluido es empujado por la presión del pistón de transferencia a través del "bebedero" y los "canales de alimentación" hasta llegar a la cavidad de moldeo. El curado final tiene lugar en la propia cavidad de moldeo.

La presión necesaria para la transferencia del polvo de moldeo de una a otra cavidad depende, para un polvo determinado de la temperatura y de la resistencia al flujo que presente el molde

utilizado. Una desventaja del moldeo por transferencia es que los artículos moldeados con materiales resistentes al impacto, tienen menor resistencia mecánica que los mismos artículos moldeados por compresión.

Conceptualmente, podemos comentar esta técnica con el esquema de la siguiente figura:



MOLDEO POR TRANSFERENCIA

• Anguita, Delgado, Moldeo por compresión y transferencia.

A.- Es una cámara o "cavidad de transferencia" que se llena con el polvo de moldeo o las preformas y dotada de un adecuado sistema de calefacción.

B.- Es un sistema de canales de distribución que comunican "A" con las cavidades de moldeo.

C.- Son las cavidades de moldeo, dos en nuestra figura. El material de moldeo queda sometido en "A" a los efectos del calor y la presión, con lo que sufre cambios análogos a los que tienen lugar

en las primeras etapas del moldeo por compresión. El material es después transferido a través de "B" a las cavidades "C". En "C" tiene lugar el proceso final de curado en condiciones parecidas a las que se presentan en la fase del moldeo por compresión. Las variables de moldeo que se deben tener en cuenta son el tiempo, la presión y la temperatura.

El tiempo que el material debe permanecer en "A" no ha de exceder de un valor máximo ( de 30 a 90 segundos) para que no llegue a un grado tan avanzado de curado que se dificulte, o impida totalmente su paso hacia las cavidades de moldeo. En este tiempo el émbolo de transferencia debe completar su carrera.

La temperatura es otra variable importante del proceso; su aumento hace disminuir la viscosidad del material fundido, pero - al mismo tiempo, hace disminuir el tiempo de curado, con lo que se reduce el tiempo crítico máximo disponible para realizar la transferencia.

En el moldeo por transferencia el calentamiento del material de moldeo se consigue:

Por conducción, mientras está en la cavidad de transferencia.  
 Por convección forzada y fricción interna, cuando el material pasa a través del sistema "B" de conducciones y atraviesa las --- "entradas" a las cavidades; el material fluye en capas delgadas a través de todo este sistema, y toma calor de las paredes de los canales, al mismo tiempo que parte del trabajo consumido para ha-

cerlo pasar por los canales se convierte en calor por "fricción interna" en el seno del material que fluye; este efecto de fricción es más acusado en las entradas a las cavidades donde es mínima la sección transversal disponible para el paso del material.

Otra vez por conducción en las cavidades por moldeo, para alcanzar el curado total de la pieza.

El coeficiente global de transmisión de calor al material plástico en el moldeo por transferencia es mayor que en el moldeo por compresión.

Comparación entre ambos métodos de moldeo:

En la tabla que sigue se resumen comparativamente las notas más características del moldeo por compresión y del moldeo por transferencia:

#### COMPRESION

#### TRANSFERENCIA

Evita pérdidas de material en bebederos, canales, etc.

El molde está ya cerrado al aplicar la presión (vertaja)

No hay problemas de desgaste en las entradas por donde fluye el material.

Menos costos de acabado por rebabas.

Las tensiones internas quedan reducidas a un mínimo, pues el flujo es más corto y homogéneo en todas direcciones.

Menos rebabas en las piezas moldeadas.

No hay entradas a las cavidades, por lo

que los postes de acadado de las piezas son menores ( en los que a este punto se refiere)

Se pueden colocar en cada molde el máximo número de cavidades sin necesidad de dejar sitio para el bebedero y los canales de alimentación.

Con precalentamiento A.F se pueden moldear piezas gruesas.

No es aconsejable para piezas de diseño complicado ( entrantes, orificios laterales pequeños).

Es más lento que el moldeo por transferencia.

Permite usar inserciones metálicas, frágiles, - pues el material fluye suavemente dentro de la cavidad.

Adecuado para piezas de pared gruesa sin necesidad de usar precalentamiento.

Proporciona piezas con dimensiones más exactas.

Las piezas moldeadas son más uniformes.

Permite moldear formas difíciles de diseño complicado.

Necesita mayores presiones para la transferencia.

Las piezas moldeadas por transferencia, tienen menor resistencia al impacto.

### Moldeo por Soplado:

Este proceso se usa principalmente en la fabricación de recipientes huecos de paredes delgadas de resinas termoplásticas. Un cilindro de material plástico, conocido como material soplado, es posicionado y extruído lo más rápido posible entre unas mordazas a partir del molde. Una vez cerrado este, presiona la parte exterior del plástico y el producto se completa por aire a presión -- forzando el material contra la superficie del molde.

Los moldes deben ser ventilados en una forma adecuada para evitar imperfecciones en el acabado superficial. Cuando la pieza se ha enfriado, es posible extraerla en el momento en que el molde se abre.

Dentro del proceso de soplado existen distintas formas de preparar el material plástico para la operación definitiva:

- A.- Obtención por extrusión de una pieza tubular bruta en caliente.
- B.- Preparación de una pieza en bruto por inyección en molde.
- C.- Obtención de una pieza bruta por inyección y moldeo del cuello del artículo.
- D.- Preparación de una pieza en bruto por medio de una plancha sobre una forma y calentado.
- E.- Moldeado por inyección de dos mitades de un artículo hueco seguido de un encolado o soldadura.

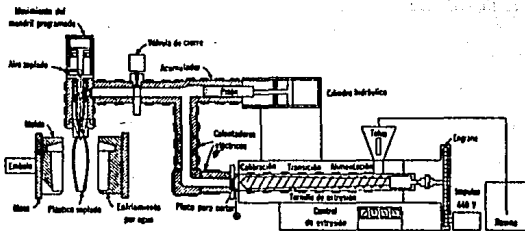
De estos métodos el más utilizado consiste en el soplado de artícu

los obtenidos por extrusión. El aire entra a presión inyectado a través de un mandril, una boquilla o unos canales especiales. En algunos casos el soplado se efectúa por medio del gas que se desprende al calentar unas pastillas colocadas previamente en la pieza en bruto.

Una instalación moderna que desarrolla este proceso de soplado de artículos por extrusión consta de tres grupos; los que desarrollan las tres operaciones fundamentales:

- 1.- Preparación de la pieza en bruto por extrusión.
- 2.- Gobierno del cabezal de los moldes.
- 3.- Moldeo por soplado.

Enseguida se muestra una máquina típica de moldeo por soplado:



Máquina típica por moldeo soplado.

Begeman, Myron; Procesos de manufactura Versión SI

La extrusión de la pieza en bruto se lleva a cabo por máquinas;



De Husillo giratorio, combinado de husillo y émbolo, con husillo provisto de movimiento longitudinal y de émbolo ( pueden ser varios).

Los cabezales destinados a la extrusión de piezas tubulares se clasifican en horizontales y verticales, unidireccionales y angulares, de chorro único y múltiples, de hilera anular regulable y fija. Sin embargo, al efectuar la clasificación, en primer lugar se tiene en cuenta la dirección de la alimentación, que puede ser lateral o central.

En la actualidad se emplean tres procedimientos para aplicar la presión del aire: A través del mandril del cabezal, a través de una boquilla que se introduce en la parte inferior de la pieza intermedia, o a través de una aguja hueca que penetra en la pared lateral de la misma.

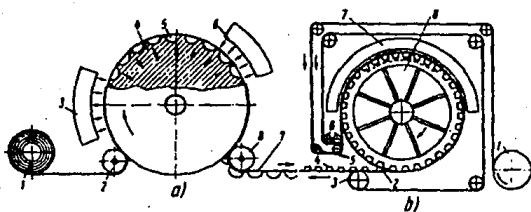
La mayoría de las máquinas de moldeo por soplado consisten en una prensa horizontal accionada indistintamente por medios hidráulicos, neumáticos, mecánicos o combinados. Para abrir, cerrar y desplazar los moldes se emplean mecanismos de cadenas, de rotor y otros.

Estas máquinas suelen llevar unos mandriles móviles o fijos, destinados a calibrar el cuello y la garganta del artículo moldeado para aplicar la presión del aire. Por lo general, el mandril de soplado se coloca de manera que pueda desplazarse en sentido vertical.

Moldeo por vacío.

Básicamente el moldeo por vacío consiste en hacer pasar una película a través de un tambor en el cual se encuentran los moldes; donde se calienta, y provocando un vacío en los moldes, el material toma la forma del mismo.

En la figura se ilustra el esquema de una máquina rotatoria para transformar película de material termoplástico, previamente enrollada en un tambor. 1).- La película pasa por un segundo rodillo. 2).- Y se calienta por la radiación del calentador infrarrojo. 3).- En la zona cuatro, donde se encuentran los moldes se aplica el vacío y la película adquiere la configuración de las cavidades cinco) del molde. A continuación la película se enfría con el ventilador seis) sin quitar el vacío; luego se quita el vacío y la cinta con los artículos moldeados siete, bordea un siguiente rodillo y sigue su trayecto hasta que se cortan los bordes sobrantes.



Esquemas de máquinas rotatorias para el moldeo por vacío:  
a, con película simple; b, con película doble.

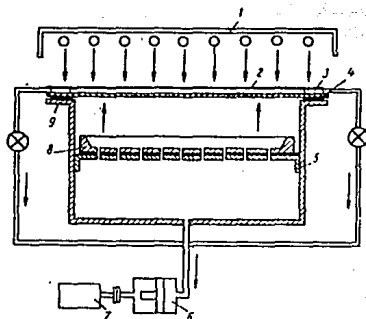
Transformación de plásticos V'K' Savgorodny.

También se pueden fabricar artículos de doble pared. La unión de ambas capas se efectúa sin emplear sustancias adherentes.

La maquinaria consta de un calentador infrarrojo 1, la cámara de moldeo 5 con su correspondiente sujetador superior, bomba de vacío 6 y el motor 7. En el interior de la cámara se instala la matriz 8 con varios canales para aplicar el vacío. En la brida 9 se coloca la plancha de material termoplástico poroso 4, sobre la cual se coloca el sujetador 3 provisto de varios canales, repartidos por todo el perímetro, que comunican con la bomba de vacío. A continuación se coloca la película 2 y sobre esta el sujetador que comprime todo el paquete.

De la aplicación del vacío entre 4 y 2, combinada con el calentamiento del material, resulta la unión sólida de ambas películas. A continuación asciende la matriz 8, se aplica el vacío y debido a la diferencia de presiones (atmosférica y residual en la cavidad del molde) se moldea el artículo.

De la misma manera se pueden fabricar artículos con mayor número de capas.



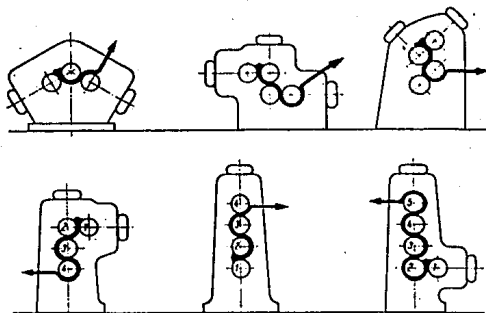
Esquema de una máquina de moldeo para fabricar artículos de pared doble

### Procedimiento de calandrado:

Para la fabricación de películas planas se dispone de los procedimientos de extrusión y calandrado. En la calandrada se fabrican especialmente películas de PVC rígido o blando, ya que este procedimiento proporciona aquí, sin duda, los mejores resultados.

Las películas calandradas se caracterizan por su buena uniformidad y elevada calidad superficial. Pueden embobinarse en rollos compactos, por lo que sirven muy bien para su aplicación en máquinas embaladoras.

Existen calandras de las más diversas formas. La siguiente figura presenta los tipos más usuales. Las calandras consisten en armazones estables en las que giran rodillos de acero pulido calefactados. La masa situada en las rejillas regulables formadas entre cada dos rodillos se lamina en estado plástico. Delante de cada rendija se origina un abultamiento de masa, a modo de rollo o cordón, que gira sobre su eje longitudinal.



Envases y embalajes de plástico G. Kuhne..

La homogeneización de la masa será tanto mejor cuando mayor sea el número de rendijas de que se dispone para el proceso de laminado.

Para la fabricación de películas de calidad se utilizan hoy casi siempre calandras con cuatro o cinco rodillos. La materia prima en forma de polvo o granulado no puede cargarse directamente sobre la calandra. Tiene que recibir una plastificación previa (recubrir un material determinado entre dos capas de plástico). Para ello pueden utilizarse diferentes tipos de máquinas (extrusoras, rodillos, etc.) la masa plástica procedente de estas máquinas pueden formar ya un cordón en la primera rendija de los rodillos. Cuando la película de PVC rígido abandona el último par de rodillos resulta muy fragil tras el enfriamiento, por lo que ha de procederse a otra operación. Tal es la llamada "luvitermización", un proceso en el que la película recorre brevemente otros rodillos de calandrado.

La "calandrette" representa una combinación de extrusión y calandrado. Se trata de una calandra de dos rodillos que se alimenta mediante una lámina gruesa fabricada con el extrusor por medio de una tobera de ancha rendija. Esta lámina plana llega a los rodillos en estado todavía plástico y forma allí el cordón necesario para el proceso de laminado. La ya suficiente plastificación previa de la masa en el extrusor permite fabricar una película útil con un sólo par de rodillos.

### Procedimiento de colada:

Por el procedimiento de colada pueden convertirse en películas los plásticos capaces de solución en un disolvente o que se presentan en forma de dispersión. Se entiende por dispersión una suspensión estable y lechosa en agua de resinas sintéticas con tamaño de partícula muy reducido.

Para la colada de películas se emplean principalmente soluciones de derivados celulósicos. La solución se cuele a partir de un recipiente de almacenaje y a través de una rejilla estrecha y larga sobre un cilindro de acero en rotación, pulido y brillante. Sobre este cilindro se forma una película uniforme. En posteriores estaciones calefactoras se alimenta por evaporación de disolventes contenidos en el recipiente correspondiente. --- Cuando se elaboran dispersiones ( latex) las estaciones calefactoras se emplean para extraer el agua de la película.

Las películas coladas con disolventes tienen muy buena transparencia y poseen una superficie lisa, brillante y de caras paralelas.

### Procedimiento de moldeo por rotación:

Consiste en el calentamiento de polvo termoplástico ( siempre que su peso molecular no sea excesivo) hasta alcanzar el intervalo de fusión, con lo que se forma una capa compacta incluso sin actuación de presión externa.

Se utilizan moldes huecos de dos o más piezas, que ajustan -

perfectamente. Los moldes se colocan en un bastidor que permite el giro simultáneo sobre dos ejes, por lo general perpendiculares entre sí, con velocidades iguales o diferentes. El movimiento de giro se inicia una vez dosificada y cargada la cantidad de polvo necesaria para la pieza, después de cerrar el molde. Se calienta entonces el molde desde el exterior; cuando la pared del mismo ha alcanzado el intervalo de fusión de plástico, una cierta cantidad de polvo queda adherida a la misma y al continuar la rotación va aumentando el espesor de esta capa todavía porosa, que en el curso del proceso se va haciendo compacta. Transcurrido el tiempo de calefacción y rotación determinado experimentalmente ( en general conservando en movimiento de rotación) se refrigera desde el exterior hasta que se abre el molde y se extrae la pieza.

Los moldes pueden ser relativamente pequeños y ligeros, ya que no han de soportar ninguna presión; por ejemplo: de metal ligero o de chapa incluso.

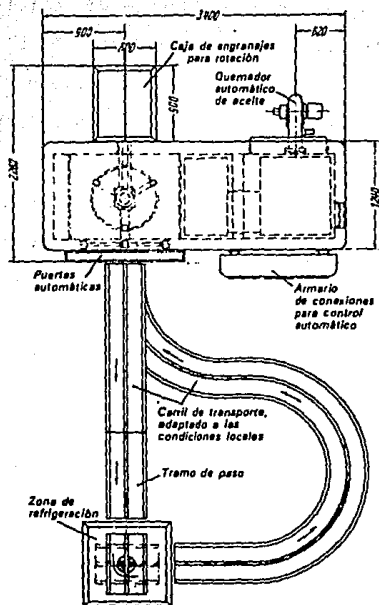
El calentamiento se efectúa en hornos, que pueden estar calentados por aceite ( siguiente figura). Cada horno trabaja conjuntamente con una estación de refrigeración, para permitir su aprovechamiento sin interrupciones; en instalaciones de gran rendimiento se han provisto estaciones especiales de llenado y extracción.

Existen también modelos que emplean moldes de doble pared; en la cámara formada por las dos paredes se introduce un agente de ---

transmisión térmica ( generalmente aceite) que será caliente durante el período de fusión y frío durante el de refrigeración. Como en estas instalaciones no hay que desplazar el molde de una estación a otra, no se precisan instalaciones especiales de refrigeración. El procedimiento de rotación tan sólo puede competir con el soplado a partir de un volumen del recipiente de unos cincuenta litros y únicamente para espesores superiores a unos 2.5 mm.. La inversión necesaria es menor que para el moldeo por soplado; pero el trabajo es más lento y tampoco es apropiado para todos los tipos de plástico, ya que por ejemplo: El PVC rígido no puede elaborarse sin el peligro de descomposición durante el período de fusión, relativamente largo. Tampoco es apropiado para el polietileno de alto peso molecular, debido a la excesiva viscosidad de la fusión, que no permite una distribución uniforme en las paredes interiores, a pesar del movimiento del tambaleo del molde al girar sobre los dos ejes.

Por estas razones, el moldeo por rotación se aplica más bien en recipientes de almacenaje y transporte, ( y no para envases sin devolución) con capacidades medianas y grandes ( hasta diez m<sup>3</sup>) y para series medianas y pequeñas.





Esquema de una instalación de moldeo por rotación (esquema de Spangler & Kaufmann KG, Nürnberg).

Para la fabricación de tubos se utiliza en ocasiones el procedimiento de bobinado, sobre todo cuando se desea una constitución de varias capas de película compuesta en interés de valores muy bajos de permeabilidad para la humedad, grasas y aromas.

### Aplicaciones de los plásticos en Medicina.

A continuación se enunciarán algunas aplicaciones de los plásticos con respecto a los avances logrados en la Industria Médica, así como sus principales fabricantes en el mundo:

WARMINSTER FIBERGLASS Co., Subsidiaria de Fisher and Porter Co., en Southampton Pennsylvania E.U. fábrica para Pfizer Medical Systems Ins. la cubierta exterior de una máquina de Tomografía - computarizada en el plástico reforzado. El excelente aspecto estético que adquiere el equipo con el uso del plástico reforzado ejerce un efecto tranquilizador en el paciente que a su vez promueve una actitud más pasiva por parte del mismo que facilita el llevar a cabo los estudios respectivos.

ASHTON DEVELOPMENT LTD DE ELY CAMBRIDGESHIRE, Inglaterra está construyendo cámaras presurizadas o sea tanques de oxigenación hiperbárica específicamente diseñados para auxiliar a las víctimas de esclerosis múltiple. La ventaja de construir estos cilindros de plástico reforzado con fibra de vidrio es que siendo el material translúcido, permite el paso de la luz en buena proporción, disminuyendo efectos claustrofóbicos y permitiendo al paciente el leer incluso dentro de la cámara.

IMED emplea una caja de plástico moldeada en prensa por PREMIX INC., de North Kingsville, Ohio, E.U., para contener su equipo de bombeo de infusión para medicamentos y alimentación por vía

intravenosa. La pieza tiene excelente estabilidad dimensional, resistencia a la flama propiedades dieléctricas y un excelente aspecto que en aplicaciones médicas produce una magnífica impresión en el paciente.

La cubierta de la unidad para pruebas de la presión arterial - por parte del mismo paciente que fabrica L. WITTMAN de COPIAGUE, N.Y. E.U., para ADVANCED LIFE SCIENCES proporciona excelente protección y muy buen aspecto a la unidad así como elevada resistencia al maltrato.

Una charola giratoria de plástico reforzado con compartimientos para medicinas que se instala por ejemplo en las salas de terapia intensiva de recién nacidos, está siendo fabricada por LAWRENCE WITTMAN Y Co. de Copiague N.Y. E. U.

#### Partes para autoclave:

En los autoclaves de SURGICAL EQUIPMENT SUPPLIERS de Gran Bretaña, se emplea Poliéster/ Fibra de Vidrio moldeada en prensa para los recubrimientos de las puertas y para los paneles de control a la tercera parte del costo que empleando metal.

El panel de control de 30 X 14 cms. es parte de un microprocesador que controla el ciclo de esterilización. La pieza permite la incorporación del circuito impreso, manómetro, termómetro digital y otros componentes. El fabricante es COIN PLASTIC INDUSTRIES.

En el uso de los plásticos en equipos médicos eléctricos y elec

trónicos un detalle importantísimo a cuidar es la utilización adecuada de filtros y escudos que permiten evitar la interferencia proveniente de otros aparatos, así como facilitar la disipación de corrientes que pueden dañar equipos, grabaciones, etc. Es el caso de gabinete para computadora de mesa que le fábrica LEIGH -- INDUSTRIES de Ashtabulu, Ohio, E.U. a DEACON SYSTEMS INC. proveedor de equipos de computación para el campo médico de la unidad de Columbus, Ohio, E.U. La conductividad eléctrica lo logran agregando un fieltro de fibra de vidrio metalizada al laminado normal de fibra/resina.

La empresa SPECIAL VEHICLE DESINGS LTD de Coalville Lencestershire, Inglaterra construye en plástico reforzado un triciclo plataforma provisto con rampa, a donde el minusválido sube con su silla de ruedas y toma el manubrio del vehículo donde están todos los controles. Este triciclo está provisto de un motor de 50 cm<sup>3</sup> y alcanza velocidades hasta de 40 Kg/hora.

Empleando una combinación de resina epóxica y fibra de carbón NITTO BOSFKI Co., construye una silla de ruedas con un 50% de ahorro en peso con respecto a las sillas convencionales, siendo mucho más rígidas que éstas. En efecto esta silla pesa solamente 10 Kgs. La estructura es de tubo de plástico embobinado de una pulgada de diámetro interior y de espesor de pared de 1.52 mm.

También para sillas de ruedas DARON MOLDING división de Broklin, N. Y., E.U. construye rampas de plástico reforzado con fibra de vidrio para el pesaje de minusválidos en la misma silla.

La plataforma se adapta sobre una báscula convencional.

Finalmente citémos que BUDD Co. fabricante de vagones de ferrocarril para pasajeros ha incorporado un sanitario que facilita su uso por parte de inválidos. El mueble, proporcionado por --- CHARLES PARKER Co. y por la FARON MOLDING división ya citada - tienen un asiento de transferencia que emplea el enfermo para - pasarse de la silla al W.C. y de ahí nuevamente a la silla.

En Inglaterra SUGERGRAFT LTD. de Redditch, Worcestershire junto con el instituto SHIRLEY está desarrollando ligamentos para rodilla de poliéster reforzado con fibra de carbono, el cual tiene la particularidad de proveer de una base para el crecimiento de nuevo tejido.

FERULAS DE RESINA/FIBRA DE VIDRIO MARCA LIGHTCAST II DE MERCK - AND Co. ( VITRO FIBRAS, S. A.)

Componentes:

Manguito interior de polipropileno

Malla de propileno.

Cinta de fibra de vidrio impregnada con resina de curado con luz.

Lámpara para endurecido ( polimerización)

Crema para las manos del ortopedista.

El manguito protege la piel. La malla proporciona un acojinamiento adicional. El ortopedista se pone la crema para evitar que la re -

sina se le pegue a las manos y coloca la cinta en el miembro roto en forma similar a como se emplean las vendas elásticas formando 3 a 5 capas y la va frotando para que se adhiera una capa con otra.

Con la lámpara de luz negra ( 3200 a 3900 °A) la resina de la cinta cura en 3 minutos sin calor ni ninguna otra molestia para el paciente quien inmediatamente puede aplicar peso sobre la férula.

El sistema incluye también un zapato especial que fácilmente se quita para dormir o bañarse.

El peso de la férula es de la mitad o de una tercera parte de su equivalente de yeso y tela. El LIGHTCAST II inmoviliza la extremidad no al paciente.

La facilidad de movimientos permite al paciente mantenerse activo y ésto le ayuda a conservar el tono muscular, el funcionamiento de las articulaciones y la correcta circulación sanguínea. Pueden hacerse ejercicios de rehabilitación con la prótesis plástica cubriendo el miembro roto. La férula de plástico/fibra de vidrio es más delgada que la convencional de yeso. En muchos casos no hay que abrir a lo largo la tela de la pierna del pantalón para poder usar esta prenda.

Estas férulas cuando se emplean en su espesor normal permanecen porosas habiendo buena ventilación que conserva el aspecto normal de la piel evitando la comezón y el mal olor.

Con la férula plástica el paciente se puede bañar en regadera o tina e incluso puede introducir la extremidad en baños medicinales o albercas de hidroterapia. Hasta se puede nadar si el doctor así lo aconseja pero no en el mar, por la arena. Esta prótesis seca en un par de horas o en menos tiempo usando un secador de pelo.

Se pueden sacar radiografías aunque la malla de fibra de vidrio se "retrata" en la misma.

Su acción alérgica es mínima.

Es ideal para niños activos y se ensucia mucho menos que el yeso.

Funciona muy bien en casos de recién nacidos con dislocación congénita de cadera pues se le puede mover y asear con mucho mayor facilidad.

Las férulas de yeso y las de plástico son ambas cómodas, fáciles de poner y quitar, no tienen olor y pueden engrosarse posteriormente si se hace necesario.

Las diferencias son las siguientes:

#### LIGHTCAST II

Permite la higiene personal sin problema.

Porosa: permite circulación de aire.

Pesa la tercera o la mitad de la de yeso.

#### YESO

Se destruye con el agua y la humedad por lo que no debe mojarse.

No porosa.

Más pesada

Su colocación es limpia, no hay polvo "volante" al cortarla para retirarla.

La piel de abajo se conserva limpia y sana

En 3 minutos endurece

Resiste a las roturas  
( Es 3 veces más resistente mecánicamente que el yeso)

Sucia en su aplicación. Mucho polvo al cortarla para retirarla.

La piel pierde su aspecto natural toma mal olor y da comezón.

Tarda 24 horas en curar completamente.

Se descascara, raja o rompe.



PRODUCTOS PLASTICOS DE LA MEDICINA

101

| PRODUCTO             | USO  | ORIGEN* | MATERIAL DE CONSTRUCCION         | PROCESO DE FABRICACION                             | PRECIO (M.N.) |               |
|----------------------|--|---------|----------------------------------|--|---------------|---------------|
| CANULA DE RUSH       | Se utiliza para asegurar que el aire llegue del medio ambiente a los pulmones.   |         | Latex y PVC                      | Extrusión<br>Pultrusión<br>Inyección<br>Rotomoldeo |               |               |
| 1                    | Se usa en pacientes incientes, en el quirófano durante una operación - con anestesia general, en salas de - terapia intensiva, en salas de <u>urgencia</u> .                         | I       |                                  |  | 5000 - 8000   | No desechable |
| CATETER CENTRAL      | Aplicación de soluciones al paciente que deben llevar al corazón rápidamente.  |         | Poliétileno<br>Teflón            | Inyección<br>Extrusión                             |               |               |
| 2                    | Toma de muestras de sangre en el corazón o medir presiones.<br>Es de uso médico.<br>Se utiliza en salas de hospitalización, quirófanos, salas de terapia - intensiva y de urgencias. | N/I     |                                  |  | 5,000         | Desechable    |
| CATETER EPIDURAL.    | Aplicación de anestesia (raquea) la cual se realiza por medio de una <u>punción</u> en la columna vertebral.   |         | Poliétileno<br>PVC<br>Teflón     | Extrusión<br>Inyección                             |               |               |
| 3                    | Es de uso Médico.<br>Se usa en quirófano, se usa frecuentemente en operaciones en <u>ginecobstetricia</u> .  | N       |                                  |  | 2,000         | Desechable    |
| CATETER INTRA VENOSO | Aplicación de soluciones intravenosas. (sueros)  |         | Teflón<br>Poliétileno<br>Acetato | Inyección<br>Extrusión                             |               |               |
| 4                    | Es de lo más utilizado generalmente<br>Se utiliza en hospitales, consultorios, etc.<br>Es de uso Médico.   | N       |                                  |  | 3,000         | Desechable    |

| PRODUCTO                             | USO   | ORIGEN | MATERIAL DE CONSTRUCCION    | PROCESO DE FABRICACION            | PRECIO (M.N.) |            |
|--------------------------------------|---|--------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------|------------|
| CATETER NASAL<br>5                   | Aplicación de oxígeno por vía nasal<br>Se utiliza en pacientes de urgencia respiratoria mediana, generalmente gente de edad avanzada.<br>Uso: paciente.                               | N      | Poliétileno<br>Plastisol    | Extrusión<br>Rotomoldeo           | 2,000         | Desechable |
| DISPOSITIVO INTRAUTERINO<br>DIU<br>6 | Anticoncepción<br>Uso: paciente.  | N/I    | Teflón<br>Poliétileno       | Inyección<br>Extrusión            | 10,000        | Desechable |
| PRESERVATIVOS<br>7                   | Anticoncepción<br>Uso: paciente   | N      | Látex                       | Rotomoldeo                        | 150           | Desechable |
| EQUIPO DE SUERO (Venoclisís)<br>8    | Aplicación de sueros. Es el conducto por medio del cual se lleva el suero del envase al catéter intravenoso.<br>Uso: médico<br>Se utiliza en salas de hospitalización y en urgencias. | N      | Poliétileno<br>Poliestireno | Inyección<br>Extrusión            | 800           | Desechable |
| EQUIPO DE SANGRE Y PLASMA<br>9       | Administración de sangre o plasma.<br>Uso: médico.  | N      |                             |                                   | 1,500 - 2,000 | Desechable |
| BOLSA DE SANGRE<br>10                | Almacenamiento, procesamiento y -- aplicación de sangre o de sus derivados.<br>Uso: médico.   | N      | Poliétileno                 | Inyección<br>Extrusión<br>Sellado | 2,000 - 3,000 | Desechable |
| EYECTOR<br>19                        | Succión de saliva y líquidos introrales.  | N      |                             |                                   | 15.00         | Desechable |
| DIQUE DE HULE<br>20                  | Aislar la pieza (diente) en la que se esta trabajando.  | N/I    |                             |                                   | 60.00         | Desechable |

| PRODUCTO                            | USO   | ORIGEN | MATERIAL DE CONSTRUCCION  | PROCESO DE FABRICACION                              | PRECIO (M.N.)   |               |
|-------------------------------------|---|--------|---------------------------|---|-----------------|---------------|
| BAUHANOMETRO<br>11                  | Medición de presión arterial periférica.<br>Uso: médico, paciente.  | N/I    | Hule caucho<br>Hule látex | Extrusión<br>Rotomoldado                            | 20,000 - 60,000 | No desechable |
| JERINGA<br>12                       | Aspirar o introducir un líquido en el cuerpo. Varios.<br>Uso: médico, paciente.   | N      | Poliétileno<br>Hule látex | Inyección   | 300             | Desechable    |
| SONDA DE FOLEY<br>13                | Sonda de drenaje urinario para períodos mayores de 12 hrs.<br>Drenar un absceso.<br>Detener hemorragias nasales<br>Uso: médico. | N      | Poliétileno<br>Látex      | Inyección<br>Rotomoldado                            | 3,000           | Desechable    |
| MARIPOSA<br>14                      | Equipo para punción de venas de diámetro pequeño. Realiza las mismas funciones que un catéter intravenoso.<br>Uso: médico.      | N      | Plastisol<br>Poliétileno  | Extrusión<br>Inyección                              | 300             | Desechable    |
| CATERER DE ALIMENTACION<br>15       | Alimentación de niños prematuros  | N      | Poliétileno<br>Plastisol  | Extrusión<br>Inyección                              |                 | Desechable    |
| SONDA DE NELATON<br>16              | Sonde de drenaje urinario para períodos menores a 12 hrs.   | N      | Poliétileno               | Rotomoldado<br>Inyección                            |                 | Desechable    |
| SONDA SENKSTAKEN<br>17              | Detener sangrados esofágicos y/o náusticos.<br>Lavados de estomago  |        | Látex<br>PVC              | Extrusión<br>Pultrusión<br>Inyección<br>Rotomoldado |                 | No desechable |
| SONDA PARA DRENAR<br>JE USEO.<br>18 | Drenar zonas infectadas en hueso  |        | Poliétileno               | Extrusión   |                 | No desechable |

| PRODUCTO                                      | USO   | ORIGEN | MATERIAL DE CONSTRUCCION | PROCESO DE FABRICACION | PRECIO (M.N.) |               |
|---|---|--------|--------------------------|------------------------|---------------|---------------|
| AGUJA PARA ANESTESIA DENTAL<br>21             | Inyectar anestesia.                               | N/I    |                          |                        | 80.00         | Desechable    |
| INSTRUMENTO DE PROFILAXIS<br>22               | Eliminación de sarro dental                       | N      |                          |                        |               | No desechable |
| ESPATULA DESECHABLE PARA MEZCLAR RESINA<br>23 | Aplicación de resina en la cavidad del diente.    | N      |                          |                        |               | Desechable    |
| PEANA<br>24                                   | Base para investimento (colada) e incrustaciones. | N      |                          |                        |               | No desechable |
| CARTUCHO DE ANESTESIA<br>25                   |   | N      |                          |                        | 140           | Desechable    |

## ESTUDIO DETALLADO DE LOS PLÁSTICOS SELECCIONADOS

De acuerdo con la gama de plásticos existentes, expuesta anteriormente, se observaron sus características y propiedades, con el fin de determinar cuál o cuáles de ellos será factible utilizar para cumplir con nuestros objetivos de manera óptima.

Haciendo un análisis de los productos plásticos utilizados en cirugía, y como mencionamos anteriormente analizando sus características principales hicimos una selección de éstos, de acuerdo a las siguientes normas:

Para llevar a cabo dicha selección, se observó cuáles eran los plásticos más utilizados para la fabricación de material quirúrgico.

Qué plásticos de nuestra gama, presentaban mayor flexibilidad para su manejo.

Y cuáles de ellos, no necesitaban la utilización de maquinaria compleja, difícil de conseguir y con precios elevados.

Bajo estas normas se llegó a la selección de los siguientes productos. De los cuales presentamos un estudio más profundo, en el cual nos apoyaremos más adelante para nuestra toma de decisiones dentro del estudio de factibilidad.

Los productos seleccionados son:

Acrílico

P.V.C. (Cloruro de Polivinilo)

Acetato de Celulosa

Polietileno de Alta Densidad

Polietileno de Baja Densidad

Polipropileno

Poliuretanos

Poliestireno

Policarbonato

Nylon

Respetando este orden, procederemos a hacer su descripción:

**Acrílico.**

El polimetacrilato es, en su forma de "vidrio acrílico"; el más importante y conocido de estos compuestos.

El polimetacrilato es en sí un mal conductor térmico, por lo que habrá acumulación de calor, al menos que se interrumpa la polimerización. El vidrio acrílico sufre un encogimiento importante -- (20 a 25% en la polimerización), que facilita la remoción del producto del molde.

Una propiedad muy útil del acrílico es el despolimerizarse cuando se alcanza una cierta temperatura, conocida como "techo o tope". Al llegar a esta temperatura, específica para cada caso, se descompone el polímero en el monómero de partida.

El escenario en el mercado nacional del acrílico es el siguiente:

| AÑO     | CAPACIDAD<br>INSTALADA | PRODUCCION | IMPORTA-<br>CION | EXPORTA-<br>CION | CONSUMO<br>APARENTE |
|---------|------------------------|------------|------------------|------------------|---------------------|
| 1975    | 7,000                  | 4,850      | 673              | --               | 5,523               |
| 1976    | 7,000                  | 6,350      | 1,085            | --               | 7,435               |
| 1977    | 11,500                 | 7,990      | 758              | 300              | 8,448               |
| 1978    | 11,500                 | 9,000      | --               | 80               | 8,920               |
| 1979    | 14,000                 | 9,936      | 620              | 636              | 9,920               |
| 1980    | 14,000                 | 9,330      | 991              | 334              | 9,987               |
| 1981    | 14,000                 | 9,352      | 1,319            | 230              | 10,441              |
| 1982    | 26,000                 | 15,625     | 599              | 323              | 15,901              |
| 1983    | 26,000                 | 13,906     | 204              | 362              | 13,748              |
| 1984(p) | 26,000                 | 14,640     | 50               | 100              | 14,490              |

#### Capacidad Instalada:

La capacidad instalada de esta resina es bastante flexible debido a que se pueden utilizar equipos de polimerización prácticamente de uso general. Dicha capacidad se incrementó en el período analizado un 370%. Con respecto a proyectos nuevos o de ampliación, se desconocen.

#### Producción:

La producción de esta resina se incrementó durante el período 1975-1981, a una tasa promedio anual del 12.3%.

Durante 1982 se tuvo un aumento sustancial, llegando al 67% con respecto al año anterior. Sin embargo disminuyó nuevamente en 1983 y los datos preliminares arrojan una nueva tendencia a aumentar.

### Importación.

Las importaciones realizadas durante el período analizado han sido menores del 10% de la producción nacional. Sobrepasando dicho porcentaje sólo en los años 1975, 1976 y 1981.

### Exportación.

En el ramo de exportaciones, las efectuadas durante 1975-1984, -- son poco significativas y sin ninguna tendencia marcada.

### Consumo Aparente.

El consumo de esta resina sigue prácticamente el comportamiento de la producción, mostrando una tendencia positiva año con año.

### Distribución del Consumo.

Dentro de los usos que tiene esta resina se tienen los siguientes: anuncios publicitarios, señales de tránsito iluminadas, ventanillas de aviones, cubiertas de protección para máquinas, luces traseras y reflectores de automóviles, artículos para el hogar, se utiliza también en prótesis dentales y para lentes de contacto y fibras ópticas.

En términos generales su distribución es aproximadamente la sig.:

|           |                            |
|-----------|----------------------------|
| 8         | APLICACION                 |
| 79        | Lámina                     |
| 11        | Lámina con fibra de vidrio |
| 8         | Grano acrílico             |
| 2         | Otros                      |
| <hr/> 100 |                            |



PRECIO El precio por Kg es de 2691.00 más IVA (hasta el 11 de Nov.-86)

Empresas Fabricantes.

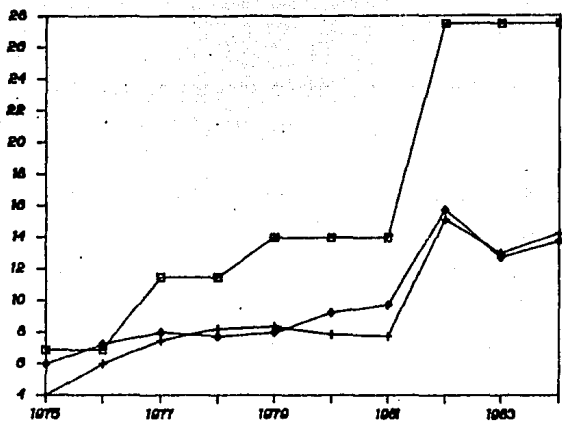
Entre las empresas fabricantes de resinas acrílicas se encuentran las siguientes:

- DUPONT, S.A. de C.V.
- INDUSTRIAS RESISTOL, S. A.
- PLASTIGLAS DE MEXICO, S.A.
- REICHHOLD QUIMICA DE MEXICO, S.A.
- ROHM AND HASS MEXICO, S. A. de C. V.
- STABILIT, S.A.

Pronóstico y Perspectivas del Mercado Nacional.

Considerando la tasa histórica del consumo interno y las nuevas aplicaciones en el mercado nacional, como son en etapas de colectores solares, en la electrónica doméstica y a la sustitución de varios usos del Poliestireno por esta resina, se estima que su consumo sea del orden de 30000 toneladas para 1990.

TONELADAS X 1000



FUENTE: IMPI AÑO 1984 ES PRELIMINAR

□ CAPACIDAD INSTALADA      + PRODUCCION  
 ◇ CONSUMO APARENTE

## Cloruro de Polivinilo PVC.

Es una paradoja interesante que uno de los polímeros menos estables de los existentes en el mercado, sea uno de los materiales plásticos más importantes por su consumo. Esta es la posición del PVC, un producto cuyo éxito comercial ha repercutido en un extenso uso, debido a la utilización de estabilizadores y otros aditivos que lo han hecho útil para elaborar compuestos termoplásticos.

Las propiedades de los compuestos de PVC, varían enormemente dependiendo de los plastificantes, estabilizadores, lubricantes, cargas, colorantes, modificadores de impacto, agentes antiestáticos, absorbedores de luz U.V. y antioxidantes que se le agreguen. Haciendo un análisis somero de las principales características que imparten estos aditivos al PVC tenemos las siguientes:

### Plastificantes

Se agregan para dar alto poder de solvatación, resistencia a la flama, compatibilidad al envejecimiento, flexibilidad a baja temperatura, disminución a la volatilidad, etc.

De entre los plastificantes hay una gran variedad ( como aceites epoxidados de soya y linaza).

### Cargas.

La adición de cargas a los compuestos de PVC es principalmente -

con el fin de reducir sus costos.

#### Pigmentos

Son aplicados para obtener diferentes tonalidades.

#### Lubricantes

Se añaden para facilitar el procesamiento y permitir un control del proceso de transformación.

#### Retardantes de Flama

Se utilizan este tipo de aditivos ya que el PVC es autoextinguible por su alto contenido de cloro. Las propiedades de no inflamabilidad son generalmente dadas, cuando se tiene más de un 25% de plastificante.

#### Procesamiento

Por su versatilidad de formulación, los procesos de transformación del PVC son muy diversos, mencionándose a continuación:

- Extrusión
- Inyección
- Soplado
- Prensado
- Calandreado
- Inmersión
- Rotomoldeo

## Escenario de Mercado

| AÑO  | CAPACIDAD<br>INSTALADA | PRODUC-<br>CION | IMPORTA-<br>CION | EXPORTA-<br>CION | CONSUMO<br>APARENTE |
|------|------------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------------|
| 1975 | 101,000                | 49,620          | 2,717            | 1,721            | 50,616              |
| 1976 | 101,000                | 67,000          | 7,538            | 7,011            | 67,527              |
| 1977 | 116,000                | 65,558          | 1,619            | 6,075            | 61,102              |
| 1978 | 125,000                | 97,634          | 1,628            | 16,272           | 82,990              |
| 1979 | 135,000                | 110,222         | 2,642            | 5,633            | 107,231             |
| 1980 | 146,000                | 122,541         | 4,893            | 148              | 127,286             |
| 1981 | 227,000                | 131,522         | 5,747            | 112              | 137,157             |
| 1982 | 269,000                | 142,532         | 3,584            | 17,484           | 128,632             |
| 1983 | 292,000                | 192,000         | 3,012            | 67,000           | 128,012             |
| 1984 | 311,000                | 248,700         | 1,200            | 119,000          | 130,900             |

## Capacidad Instalada.

La capacidad creció de 101000 toneladas en 1975 a 311000 en 1984, significando un aumento del 208% durante el período. Existen proyectos de ampliación y construcción por 187000 toneladas adicionales, de las cuales se estima inicien su operación 50000 Tons. - durante 87.

## Producción.

La producción de PVC pasó de 49620 toneladas en 1975 a aproximadamente 248700 toneladas en 1984, creciendo a una tasa promedio anual del 21%. Esta resina fué una de las pocas que se vió afectada por la situación del mercado interno ( el cual sí disminuyó su consumo) ya que se incrementó la producción para penetrar

en forma agresiva en los mercados de exportación.

#### Importación.

Las importaciones de PVC no son muy significativas, llegando a presentar en 1984 aproximadamente el 0.9 del consumo aparente. Siendo las menores durante el período analizado.

#### Exportación.

Como antes se mencionó, el PVC ha incrementado su exportación en forma muy importante a partir de 1982, año en que la mayoría de los sectores productivos se vio afectado en sus índices de producción. Actualmente el rubro de PVC ha llegado a significar hasta un 48% de la producción nacional.

#### Consumo Aparente.

El Consumo de PVC aumentó de 50616 toneladas en 1975 a 137157 en 1981, significando durante dicho período un crecimiento del 171%. Durante 1982 y 1983 la demanda se vio afectada llegando a una disminución del 5.7% con respecto a 1981. La información preliminar indica que 1984 fué un año de ligera reactivación de la demanda de esta resina recuperándose un 2.3%.

#### Distribución del Consumo.

El consumo de PVC se divide en cuatro segmentos de aplicación, flexibles, rígidos, flexibles emulsión y rígidos copolímeros. La distribución del consumo por uso es aproximadamente la siguiente:

|    |                      |
|----|----------------------|
| 5  | Aplicación           |
| 19 | Tubería y conexiones |

|     |                                      |
|-----|--------------------------------------|
| 16  | Botellas                             |
| 15  | Pelfcula flexible y rígida           |
| 12  | Calzado                              |
| 8   | Recubrimiento de cables              |
| 6   | Emulsión de PVC para telas plásticas |
| 5   | Emulsión de PVC para Plastisoles     |
| 5   | Discos fonográficos                  |
| 4   | Manguera y Perfiles                  |
| 10  | Otros                                |
| 100 |                                      |

## Precios

Los precios promedio fueron ( anual)

Base 1980/100

|            | 1980  | 1981  | 1982  | 1983   | 1984   |
|------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Precio XKg | 19.50 | 22.00 | 37.00 | 135.00 | 170.00 |
| Índice     | 100   | 112.8 | 190.0 | 692.3  | 871.8  |

El Precio Actual es: 1050.00 más IVA por Kg.

## Empresas Fabricantes

Se encuentran cinco empresas que producen PVC en México, las cuales cuentan con las mejores tecnologías del mundo. A continuación se menciona junto con su capacidad aproximada.

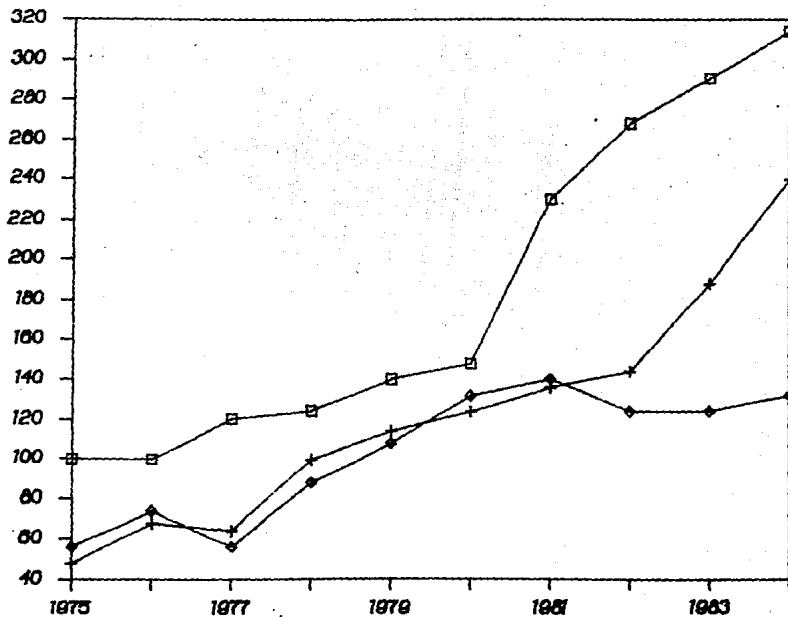
| Empresa                                     | Capacidad (ton/año) |
|---|---------------------|
| Altaresin,S.A. de C.V.                      | 13000               |
| Industrias Resistol,S.A.                    | 72000               |
| PLICYD, S.A.                                | 104000              |
| Polímeros de México,S.A.                    | 30000               |
| Promociones Industriales Mexicanas,<br>S.A. | <u>92000</u>        |
| Total                                       | 311000              |

CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCION Y CONSUMO APARENTE 1975-1984

CLORURO DE POLIVINILO

P.V.C.

TONELADAS X 1000



FUENTE: IMPI A&O 1984 ES PRELIMINAR  
 □ CAPACIDAD INSTALADA + PRODUCCION  
 ◇ CONSUMO APARENTE



### Pronósticos y Perspectiva del Mercado Nacional.

Se estima que la demanda interna de PVC aumentará a una TASA - anual promedio entre el 6 y 8%, llegando en 1990 a un consumo del orden de las 200000 a 215000 toneladas incluyendo sus copolímeros.

La producción para finales de la década, se estima será del orden de las 350000 toneladas por lo cual se continuará exportando cantidades importantes de esta Resina, ya que se contará - con capacidad instalada suficiente. Cabe hacer notar que para lograr dichos crecimientos será necesario que se siga importando el monómero de cloruro de vinilo durante todo el período, en volumen aproximado de 20 a 30% del consumo interno.

### Acetato de Celulosa.

#### Características y Propiedades Principales.

Las Resinas de Acetato de Celulosa, se obtienen a partir de materiales celulósicos de algodón y madera.

Presentan excelentes propiedades para extrusión, moldeo, soplado, etc. Se tiene un amplio rango de cualidades posibles al --- agregarle plastificantes, carga, estabilizadores, pigmentos, lubricantes, etcétera.

Dentro de las principales propiedades destacan:

#### Resistencia a la Tensión.

Las formulaciones más duras tienen mayor resistencia a la ten

sión, poseen propiedades mecánicas excepcionales.

#### Dureza y Rigidez.

Tiene un rango amplio de dureza, el cual varía desde 80 hasta 115 en la escala de dureza Rockwell, y de 70 a 83 en la escala de Shore.

En general, las resinas de Acetato de Celulosa son tan duras como las del derivado más duro de Celulosa.

#### Intemperismo.

El acetato de celulosa no es un material recomendable para ser expuesto a la intemperie, puesto que posee grandes desventajas en aplicaciones de este tipo.

#### Tenacidad y Resistencia al Impacto.

Esta resina ofrece valores altos para estas propiedades, lo que es una prueba de sus excelentes cualidades.

#### Color

Los " Pellets" de Acetato de Celulosa pueden adquirirse en prácticamente cualquier color que se desee, bien sea transparente, translucido, opaco, metálico nacarado. Sus posibilidades de coloración son ilimitadas.

#### Olor

Es inodoro, con lo cual se evita el uso de agentes enmascaran-

tes de olor, así como los consiguientes problemas de mezclado, exudación, etcétera.

#### Propiedades Eléctricas.

Son buenos aislantes, ya que poseen una constante dieléctrica elevada, alta Resistividad Volumétrica y factor de disipación alto.

#### Resistencia Química.

El acetato de celulosa es un poco menos resistente que la mayoría de las soluciones acuosas de la celulosa, pero es ligeramente más resistente a compuestos orgánicos. A continuación se da una lista de solventes en los cuales el Acetato es soluble e insoluble.

#### Insoluble en:

Aceites animales y minerales  
 Acetato de Butilo  
 Acido Priopónico  
 Acidos orgánicos diluidos  
 Agua  
 Eter  
 Gasolina  
 Keroseno  
 Tolueno  
 Xileno

#### Soluble en:

Acetato de Etilo  
 Acetato de Metilo  
 Acetona  
 Acido acético glacial  
 Benceno a 30° C  
 Cloruro de Metileno  
 Dicloruro de Etileno  
 Dioxano  
 Nitrometano  
 Piridina

## Escenario en el Mercado

| AÑO  | CAPACIDAD<br>INSTALADA | PRODUCCION | IMPOR-<br>TACION | EXPORTACION | CONSUMO<br>APARENTE |
|------|------------------------|------------|------------------|-------------|---------------------|
| 1975 | 18,500                 | 14,315     | 18               | 2,128       | 12,205              |
| 1976 | 18,500                 | 14,948     | 6                | 1,727       | 13,227              |
| 1977 | 18,500                 | 15,083     | 7                | 2,329       | 12,761              |
| 1978 | 20,000                 | 15,751     | 213              | 2,827       | 13,137              |
| 1979 | 20,000                 | 15,767     | 278              | 2,802       | 13,243              |
| 1980 | 20,000                 | 17,612     | —                | 2,692       | 14,920              |
| 1981 | 20,000                 | 16,988     | 55               | 2,054       | 14,987              |
| 1982 | 20,000                 | 14,053     | —                | 2,244       | 11,809              |
| 1983 | 20,000                 | 12,512     | —                | 1,765       | 10,747              |
| 1984 | 20,000                 | n.d        | —                | n.d         | n.d.                |

Durante 1982 se exportaron 222kg. Acetato de Celulosa en escama y en 1983 227 ton., durante el periodo Enero-Junio en 1984 dicha exportación alcanzó las 1602 toneladas.

## Capacidad instalada.

La capacidad instalada de esta resina se estancó a partir de -- 1978 debido principalmente al desplazamiento en la utilización mayor entre otras resinas en el mercado textil, como son el poliester, acrílicas, etc. y últimamente por las polipropilénicas.

## Producción.

La producción de Acetato de Celulosa creció a una tasa promedio

N.D.- No disponible

anual del 4.3% durante el período 1975-1980, disminuyendo posteriormente.

#### Importación.

Es prácticamente inexistente.

#### Exportación.

El mercado de exportación se ha mantenido entre un 10 a 20% de la producción como una política de la empresa fabricante para compensar la importación del insumo principal, la alfacelulosa. Cabe mencionar que la exportación que se realiza es básicamente hecha para cigarrillos.

#### Consumo aparente.

El consumo aparente ha decrecido considerablemente desde 1981 debido, principalmente a la crisis por la que atraviesa el -- MERCADO TEXTIL y de PLASTICOS.

#### Distribución del Consumo.

El Acetato de Celulosa se utiliza en México en múltiples aplicaciones como son juguetes, mangos de cepillo dental, mangos para herramientas, muebles o cuerpos de aparatos electrodomésticos, cubiertas o tapas transparentes de cajas.

También es utilizado para fabricar bases o carretes para cintas de audio y grabación, aislamientos eléctricos, cintas sen-

sibles a la presión usadas para máquinas de escribir, parabrisas protectores de motocicletas y lentes, armazones para lente ( ópticos y para microfilmes).

Se usa para obtener por extrusión y soplado, barras, tubos, espirales para cuaderno y perfiles diversos, así como recipientes finos para cosméticos.

De entre las máximas aplicaciones se encuentra la de filamento textil, fibra corta y mecha para cigarrillos.

La distribución del consumo es aproximadamente la siguiente:

- 50% Filamento Textil
- 30% Mecha para Filtros de Cigarros
- 20% Artículos de Plástico.

#### Precio.

Su precio por Kg. es de \$ 2477.00 pesos más IVA al 11 de noviembre de 1986.

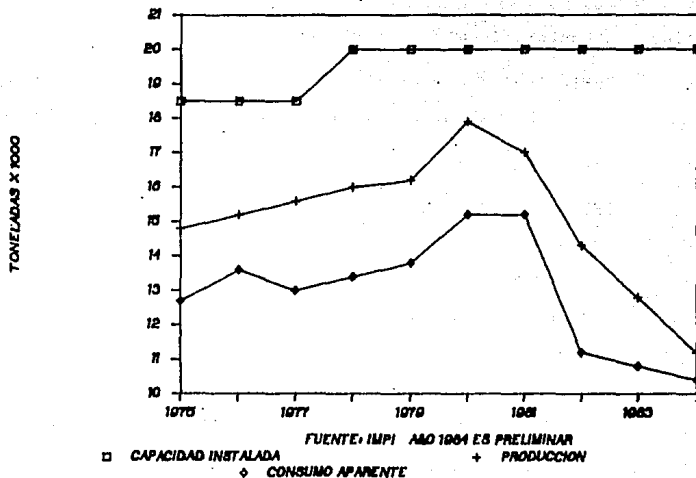
#### Empresa Fabricante.

La única empresa que produce Acetato de Celulosa es Celanese Mexicana, S.A. en su planta de Ocotlán, Jal.

#### Pronóstico y Perspectiva del Mercado Nacional.

Se estima el consumo nacional se recuperará en los próximos años lle-

gando entre 16000 y 18000 toneladas para 1990, para lo cual se cuenta con la capacidad suficiente.



### POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

#### Características y Propiedades.

Las características físicas dependen de sus peculiaridades moleculares básicas, como son su tamaño promedio y la distribución de las dimensiones de las moléculas de polietileno.

El Polietileno de Alta Densidad ( PEAD) es resistente al agua y a

soluciones acuosas. Por ello no se observan cambios en sus propiedades de aislante eléctrico u otras cualidades físicas en una atmósfera de gran humedad o inmersión.

Los ácidos oxidantes, lo atacan lentamente.

De entre sus principales características se encuentran las siguientes:

- Excelente Alargamiento (%): De 700 a 1000
- Densidad (G/Cm<sup>3</sup>): De 0.950 a 0.965
- Buena Dureza Shore D : De 65 a 72
- Indice de fluidez (g/10min): De 0.3 a 12.0
- Excelente módulo de flexión (kg/cm<sup>2</sup>): De 11000 a 17000
- Excelente resistencia al impacto (kg-cm/cm): De 7 a 25.
- Buena resistencia a la Tensión (kg/cm<sup>2</sup>): De 250 a 310
- Buena Temperatura de ablandamiento (°C): De 122 a 128
- Excelente Temperatura de Fragilidad(°C): De -70

#### Escenario del mercado

| AÑO  | CAPACIDAD<br>INSTALADA | PRODUCCION | -TONELADAS-      |             | CONSUMO<br>APARENTE |
|------|------------------------|------------|------------------|-------------|---------------------|
|      |                        |            | IMPORTA-<br>CION | EXPORIACION |                     |
| 1975 | -                      | -          | 36,086           | -           | 36,086              |
| 1976 | -                      | -          | 38,472           | -           | 38,472              |
| 1977 | -                      | -          | 46,054           | -           | 46,054              |
| 1978 | 100,000                | 3,266      | 54,327           | -           | 57,593              |
| 1979 | 100,000                | 58,432     | 14,097           | -           | 72,529              |
| 1980 | 100,000                | 66,853     | 26,043           | -           | 92,896              |
| 1981 | 100,000                | 78,058     | 18,689           | -           | 96,747              |
| 1982 | 100,000                | 78,327     | 25,738           | -           | 103,975             |
| 1983 | 100,000                | 82,202     | 63,735           | -           | 145,937             |
| 1984 | 100,000                | 76,289     | 26,733           | -           | 103,022             |

Fuente: PEMEX



### Capacidad Instalada.

La capacidad actual es de 100000 toneladas-Año en la planta de -  
Petróleos Mexicanos en Poza Rica, Ver. Existe en etapa de cons-  
trucción una planta con capacidad programada de 100000 tons. en  
Morelos Ver., estimándose su arranque para finales de la década.

### Producción.

El PEAD se ha colocado dentro de las principales resinas sintéti-  
cas en México. Lo anterior, debido a sus excelentes propiedades  
para moldearse por soplado e inyección.

Su producción iniciada en 1978, nunca ha sido suficiente para --  
abastecer la demanda creciente del mercado interno, la producción  
creció de 3226 ton., en 1978 a 82202 ton., en 1983, decreció du-  
rante 1984 un 7%, en que fué de 76289 tons.

### Importación.

A partir del arranque de la producción nacional de PEAD en 1978,  
sólo en 1979 y 1981 las importaciones realizadas significan me-  
nos del 25% con respecto a lo producido internamente. Durante --  
1984 se disminuyó la importación considerablemente, llegando a -  
significar un 58% menos que en 1983.

### Consumo Aparente.

Si analizamos los datos del consumo aparente estos nos indican -  
que la demanda creció de 36086 tons., en 1975 a 103022 tons., -  
en 1984 significando un incremento a una tasa anual promedio de  
19.7% durante el período 1975-83 y una disminución del 29.4% --

en 1984.

Sin embargo conviene analizar un parámetro más real, como lo son las ventas realizadas por Petróleros Mexicanos a los usuarios, - de esta resina, las cuales fueron las siguientes:

|         |        |         |         |         |         |
|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| AÑO     | 1975   | 1976    | 1977    | 1978    | 1979    |
| VOLUMEN |        |         |         |         |         |
| (TON)   | 36,086 | 38,472  | 46,054  | 57,593  | 63,113  |
| AÑO     | 1980   | 1981    | 1982    | 1983    | 1984    |
| VOLUMEN |        |         |         |         |         |
| (TON)   | 79,535 | 100,116 | 120,264 | 120,204 | 136,652 |

Fuente: PEMEX

Los volúmenes reportados, indican que durante el período 1975-84 - el consumo real de PEAD creció a una tasa promedio anual del 16.3%, mostrando crecimientos mayores al 20% durante 1977, 1978, 1980, - 1981 y 1982. Disminuyendo ligeramente en 1983 y recuperándose en - un 13.7% durante el último año.

Distribución del Consumo.

La PEAD es utilizado para fabricar artículos para el hogar, juguetes, botellas para detergentes y líquidos industriales, cajas para transportar envases de refresco, tarimas, tapas, filamentos y rafia.

Una distribución aproximada del consumo es la siguiente:

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| %  | Aplicación                        |
| 42 | Artículos para el hogar           |
| 27 | Botellas y envases                |
| 12 | Cajas para Envase                 |
| 10 | Perfiles, Tubería, Cables y Rafia |
| 8  | Juguetes                          |
| 1  | Otros                             |

Con respecto a la transformación, la distribución aproximada de los diferentes procesos es la siguiente:

|    |           |
|----|-----------|
| %  | Proceso   |
| 61 | Inyección |
| 30 | Soplado   |
| 9  | Extrusión |

**Precios e Índice de Precios.**

Base 1980 = 100

|                    | 1980  | 1981  | 1982  | 1983   | 1984   | 1985   |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Precios<br>(\$/Kg) | 17.82 | 20.73 | 38.78 | 108.72 | 150.89 | 189.95 |
| Índice             | 100   | 116   | 217   | 610    | 847    | 1065   |

El precio actual es de: \$ 502.00 pesos más IVA

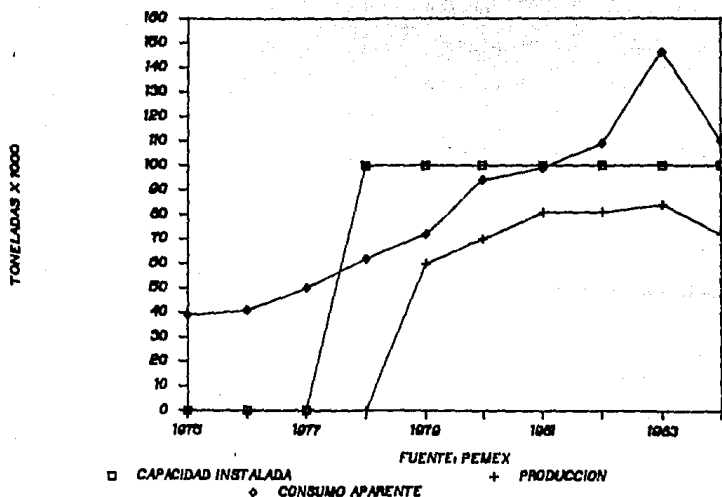
Al 11 de Noviembre de 1986

### Empresa Fabricante

El único fabricante e importador es Petróleos Mexicanos.

### Pronóstico y Perspectivas del Mercado Nacional

De seguirse la tendencia de la demanda actual, se estima un consumo de aproximadamente 230000 ton. para 1990. Para la cual la capacidad de Petróleos Mexicanos será insuficiente como hasta ahora, ya que para dicho año la capacidad total será de 200000 tons.



## POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

## Características y Propiedades Principales.

En este párrafo se analizarán tanto las propiedades del polietileno de baja densidad como las de alta densidad.

## Resistencia Química

Se considera en general, que el polietileno es resistente a los solventes comunes abajo de los 60°C. A temperaturas superiores a los 70°C es atacado con mayor intensidad por Hidrocarburos. El peso molecular y la densidad del plástico influyen en el grado de ataque de los hidrocarburos.

## Permeabilidad

El polietileno posee una baja permeabilidad al agua, pero es -- más bien absorbente de vapores y gases orgánicos. A continuación se relacionan las constantes de permeabilidad de dos polietilenos a diferentes fluidos.

## Constantes de Permeabilidad

| Fluidos            | Polietileno<br>Densidad 0.922 | Polietileno<br>Densidad 0.954 |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Agua               | 800                           | 180                           |
| Bióxido de Carbono | 280                           | 43                            |
| Nitrógeno          | 20                            | 3.3                           |
| Oxígeno            | 59                            | 11                            |

Esta propiedad es importante en aplicaciones como las de empaque, puesto que deberán buscarse las condiciones de permeabilidad que hagan viable la aplicación del producto para un uso determinado.

### Fragilidad

Cuando la densidad del polietileno disminuye, su fragilidad también se reduce.

Es por esto que un cambio pequeño en la densidad podrá tener repercusiones importantes en las propiedades de impacto más acentuadas en plásticos altamente cristalinos; esto es el polietileno con estructura lineal.

### Propiedades Térmicas

La conductividad térmica para el polietileno es directamente proporcional a la densidad del plástico. Para uno de baja densidad es de  $0.0008 \text{ cal/cm}^2 \text{ seg. } (^\circ\text{C/cm})$  y para el de alta densidad va de  $0.0011$  a  $0.0014$ .

La temperatura de ignición o flash del polietileno es de  $340^\circ\text{C}$  y la autoignición de  $349^\circ\text{C}$ .

### Propiedades Ópticas

La transparencia del polietileno disminuye al aumentar la estructura lineal y su cristalinidad. Para el mismo grado de crista-

linidad. Para el mismo grado de cristalinidad la transparencia tiende a aumentar con el peso.

### Propiedades Eléctricas

Las peculiaridades aislantes del polietileno se comparan favorablemente con las de cualquier otro material aislante eléctrico.

Sus características de este tipo varían ligeramente con la densidad del polímero y su peso molecular.

Un resumen de sus propiedades principales es el siguiente:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Buen alargamiento (%):  | De 570 a 900          |
| Densidad ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ):  | De 0.917 a 0.922      |
| Indice de Fluidez ( $\text{g}/10\text{min}$ ):                                    | De 0.4 a 45           |
| Buena resistencia al impacto ( $\text{g}\cdot\text{mm}/\text{mm}$ ):              | De 150 a 850          |
| Resistencia al rasgado longitudinal<br>( $\text{g}/\text{milésima de pulgada}$ ): | De 165 a mayor de 250 |
| Resistencia al rasgado transversal<br>( $\text{g}/\text{milésima de pulgada}$ ):  | De 140 a mayor de 250 |
| Resistencia a la tensión ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ):                             | De 93 a 120           |

### Escenario del Mercado

#### -TONELADAS-

| Año  | CAPACIDAD<br>INSTALADA | PRODUCCION | IMPORTACION | CONSUMO<br>APARENTE |
|------|------------------------|------------|-------------|---------------------|
| 1975 | 99,000                 | 99,827     | 5,936       | 105,223             |
| 1976 | 99,000                 | 93,705     | 13,649      | 107,354             |
| 1977 | 99,000                 | 95,043     | 50,342      | 145,385             |
| 1978 | 99,000                 | 96,411     | 52,671      | 149,082             |
| 1979 | 99,000                 | 95,646     | 71,658      | 167,304             |
| 1980 | 99,000                 | 91,424     | 125,429     | 216,853             |
| 1981 | 99,000                 | 91,243     | 167,794     | 259,037             |
| 1982 | 99,000                 | 93,344     | 161,794     | 255,138             |
| 1983 | 99,000                 | 88,294     | 178,833     | 267,127             |
| 1984 | 179,000                | 133,520    | 90,780      | 224,300             |

### Capacidad Instalada

La capacidad instalada pasó de 99000 ton. año en 1975 a 179000 en 1984. Cabe señalar que el aumento se realizó en el primer trimestre de 1984, por el arranque de la primera etapa de ---- 80000 ton. en la planta de PEBD de la Cangrejera, Ver. planta cuya capacidad nominal total es actualmente de 240000 toneladas al año.

### Producción

La producción llevada a cabo por Petróleos Mexicanos, no ha sido suficiente para satisfacer la demanda interna, siempre creciente de esta resina. Se tuvo un incremento en la producción del 51% durante 1984.

### Importación

Las importaciones de PEBD han aumentado en forma sostenida durante la última década, debido principalmente a la insuficiencia de la capacidad instalada y al creciente consumo de esta resina. Disminuyendo considerablemente durante 1984, por el arranque de la planta antes mencionada.

### Consumo Aparente

El PEBD sigue siendo la resina de mayor consumo en el mercado nacional, la demanda aparente se incrementó de 105223 en 1975 a 267127 en 1983; creciendo a una tasa anual promedio del 13%.



Sufriendo sólo un pequeño decremento del 1.5% en 1982 y una caída considerable del 16% en 1984.

Analizando por otra parte las ventas realizadas por Petr6leos Mexicanos a los usuarios de esta resina nos muestra el siguiente comportamiento.

|               |        |        |        |        |        |        |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Año           | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   | 1980   |
| Volumen (TON) | 96282  | 117094 | 137100 | 158316 | 170361 | 224312 |
| Año           | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   |        |        |
| Volumen(TON)  | 257501 | 261278 | 250949 | 222238 |        |        |

Fuente: PEMEX

El comportamiento durante 1975-82 fue de crecimiento a una tasa anual promedio del 15.7%, a partir de ese año la demanda se ha resentido, disminuyendo 4% y 14% durante 1983 y 1984.

#### Distribución del Consumo

El polietileno se transforma en diversos productos empleados en las industrias de empaque y embalaje, aparatos domésticos, industria de la construcción, comunicaciones, médica y otras.

Una aplicación como material de envase, se da en el campo del empaque especializado, que requiere soportar condiciones extremas en su manejo, como el caso de bolsas protectoras de humedad y productos alimenticios perecederos.

También se utiliza cada vez más en juguetes, usos eléctricos y

automotrices. Una distribución aproximada de su mercado es la siguiente:

|     |  |
|-----|--|
| -1- | Aplicación                                   |
| 82  | Película                                     |
| 6   | Recubrimiento de Envases y Empaque flexible. |
| 6   | Artículos para el Hogar y Juguetes.          |
| 5   | Tuberías.                                    |
| 1   | Otros  |

100%

Con respecto a su transformación, la distribución aproximada es la siguiente:

|    |           |
|----|-----------|
| 1  | Proceso   |
| 48 | Extrusión |
| 40 | Soplado   |
| 6  | Inyección |
| 6  | Laminado  |

Precio e Índice de Precios

Base 1980=100

|              | 1980  | 1981  | 1982  | 1983   | 1984   | 1985   |
|--------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Precio X kg. | 12.99 | 20.96 | 37.49 | 105.09 | 144.52 | 192.85 |
| Índice       | 100   | 161   | 288   | 809    | 1112   | 1484   |

El precio actual es de: \$ 507.00 pesos, más IVA por kg.

al 11 de Noviembre de 1986

Los precios reportados, incluyen flete ponderado y gastos de internación.

Cabe señalar que la actual Política de Petróleos Mexicanos en materia de incremento de precios de los Petroquímicos básicos, es en el sentido de actualizarlos trimestralmente de acuerdo a la devaluación progresiva de nuestra moneda.

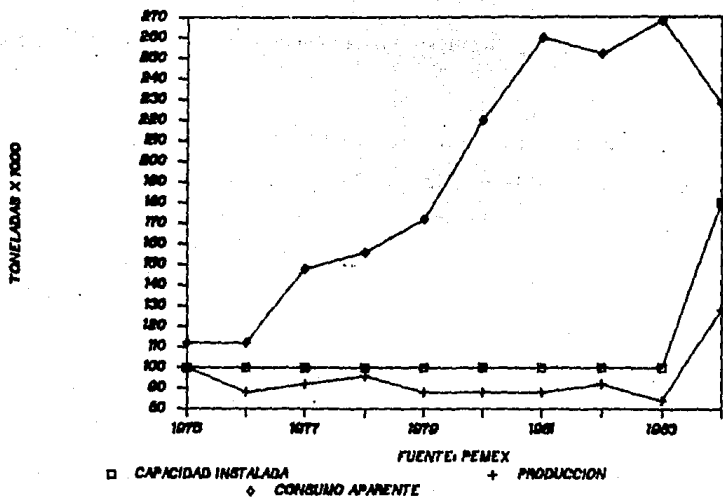
#### Empresa Fabricante

El único fabricante e importador es Petróleos Mexicanos.

#### Pronósticos y Perspectivas del Mercado Nacional

De seguirse la tendencia del consumo actual, se estima una demanda del orden de las 500000 tons., para 1990, por lo cual -- será insuficiente la producción nacional, con los implícitos - problemas de abastecimiento.

Sin embargo, se encuentra en la etapa de planeación un proyecto para fabricar en Lázaro Cárdenas, Mich., polietileno lineal. Dicha planta tendrá una capacidad de 240000 Ton-Año. Cuando en tre en operación dicha planta, una gran parte del PEBD consumido se canalizará hacia este polietileno.



Fuente: PEMEX

## POLIPROPILENO

### Características y Propiedades Principales

El polipropileno es un polímero cristalino con punto de fusión de 170°C.

Es el más ligero de los termoplásticos de alto volumen, con gravedad específica de 0.9 a 0.91.

El módulo de flexión o rigidez del homopolímero varía entre -

190000 y 220000 lb/in<sup>2</sup>.

El módulo de flexión del copolímero grado impacto y el polipropileno grado impacto varía entre 130000 y 190000 lb/in<sup>2</sup>, - cantidades que están relacionadas con el peso molecular y el contenido de etileno.

Este material se ofrece en una pluralidad de grados, que dependen de factores como el peso molecular, composición de aditivos, tipo y cantidad de cargas, etc.

A continuación se da un esquema global de algunas de las propiedades de estos plásticos.

| PROPIEDAD   | HOMOPO-<br>LIMERO     | MEDIO<br>IMPACTO                 | ALTO IMPACTO                  |
|---|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| INDICE DE FLUJO<br>230°C (g/10 min)                 | 2.0-8.0               | 4.0-12.0                         | 0.5-1.0                       |
| MODULO DE TENSION<br>(0.2 in/min) lb/in             | 160,000               | 120,000                          | 115,000                       |
| DUREZA SHORE  | 72                    | 70                               | 70                            |
| VELOCIDAD DE<br>FLAMABILIDAD                        | LENTA                 | LENTA                            | LENTA                         |
| ESFUERZO DE TENSION<br>(2in/min) lb/in <sup>2</sup> | 5,000                 | 3,900                            | 3,900                         |
| APLICACIONES  | MOLDEO                | MOLDEO                           | EXTRUSION                     |
|   | PELICULA<br>ORIENTADA | PELICULAS                        | MOLDEO POR<br>SOPLADO         |
|   | FIBRAS                | EXTRUSION<br>RECUBRI-<br>MIENTOS | RECUBRIMIENTOS<br>DE ALAMBRES |

Fuente: IMPC

## Escenario de Mercado

| AÑO  | IMPORTACION = CONSUMO APARENTE (TON) |
|------|--------------------------------------|
| 1975 | 26368                                |
| 1976 | 33728                                |
| 1977 | 37578                                |
| 1978 | 51197                                |
| 1979 | 70342                                |
| 1980 | 68894                                |
| 1981 | 102630                               |
| 1982 | 65241                                |
| 1983 | 55683                                |
| 1984 | 60900                                |

Fuente: ANIQ, IMCE, PEMEX

## Capacidad Instalada

No existe capacidad instalada en México.

Existen dos proyectos por parte de Petróleos Mexicanos, uno en etapa de construcción por 100000 Ton-Año a localizarse en Morelos, Ver. y estimado su arranque para 1988 y el segundo en etapa de planeación por 100000 toneladas a localizarse en la refinería de petroquímicos en Lázaro Cárdenas, Mich.

## Producción

No existe producción nacional

## Importación

El polipropileno había desplazado en algunos usos al PEAD, sin embargo al ser una resina totalmente importada, a partir de -- 1982 debido principalmente a la devaluación de nuestra moneda,

el precio del polipropileno obligó a reducir las importaciones llegando en 1984 a importar un 40% menos que en 1981.

#### Consumo Aparente

El consumo interno se ha desviado a otras resinas de menor precio y similares propiedades.

#### Distribución del Consumo

Moldeo por Inyección: Artículos domésticos y de servicio como son: gabinetes para televisión, bombas para lavadoras, charolas para cubos de hielo, ductos o tuberías, etc.

Película: La película de propileno, comercialmente disponible, puede ser obtenida por soplado o colado y puede ser orientada y recubierta o sin revestir.

Las aplicaciones en el empaque de artículos y comidas secas, donde se desean tener propiedades de conformación al paquete, resistencia, buen sellado, claridad y vida de anaquel prolongada, representa campos donde se ha alcanzado un importante éxito.

De esta forma, han llegado a empacarse productos de la industria alimenticia con una presentación novedosa, e incluso envases de alimentos que pueden ser preparados y hervidos en el mismo recipiente de polipropileno en el que son vendidos.

Fibras.-Las fibras de polipropileno se presentan en muchas formas:

Multifilamento continuo, hilo fibrado y monofilamentos espumados planos y redondeados. Los cuales se aplican en cuerdas, cordones, redes para pescar, cubiertas de asientos de automóvil, telas empleadas en tapicería, cepillos y cerdas, bolsas para ropa sucia y medios filtrante industriales.

Una distribución aproximada del consumo es la siguiente:

|            |                      |
|------------|----------------------|
| 8          | Aplicación           |
| 37         | Cintas ( Slit-Tape)  |
| 25         | Fibras Textiles      |
| 21         | Moldeo por Inyección |
| 17         | Otros                |
| <u>100</u> |                      |

#### PRECIO

|         | 1982  | 1983  | 1984  |
|---------|-------|-------|-------|
| (\$/Kg) | 140.0 | 147.0 | 157.0 |

El precio hasta el 11 de Noviembre de 1986, era de \$855.00 -- + IVA o \$ 1.00 U.S. Dlls.

#### Empresas Fabricantes

No existen fabricantes nacionales.

Se estima el consumo interno de esta resina, se recuperará - en los próximos años aunque no al ritmo de crecimiento que -



tenía en la pasada década, llegando aproximadamente a las 84000 toneladas cuando arranque la planta de Petróleos Mexicanos, y en el orden de las 96000 toneladas en 1990. Por lo cual se seguirá importando cantidades muy importantes de esta resina.

## POLIURETANO

### Características y Propiedades Principales

Estos compuestos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

-Termofijos

-Termoplásticos

Poliuretanos TERMOFIJOS.- Estos compuestos tienen un peso molecular alto, las cualidades que aumentan en su valor, conforme crece el peso molecular son:

Esfuerzo a la tensión, punto de fusión, elongación y elasticidad.

Con respecto a la solubilidad, ésta disminuye por lo general con el peso molecular.

Conforme las moléculas son más lineales y compactas, se tiene una reducción en propiedades como: Solubilidad, Elasticidad, Elongación, Flexibilidad. Y por otro lado, un aumento en el punto de fusión, esfuerzo a la tensión y dureza.

Poliuretanos TERMOPLASTICOS.- Pueden obtenerse una amplia --

gama de propiedades físicas, al cambiar la formación o las materias primas del sistema.

El esfuerzo de tensión generalmente se encuentra arriba de las 4000 lb/in<sup>2</sup>.

#### Escenario en el Mercado

| AÑO  | CAPACIDAD<br>INSTALADA | -TONELADAS- |             | CONSUMO<br>APARENTE |
|------|------------------------|-------------|-------------|---------------------|
|      |                        | PRODUCCION  | IMPORTACION |                     |
| 1975 | 29,000                 | 22,212      | 919         | 23,131              |
| 1976 | 37,500                 | 27,440      | 534         | 17,974              |
| 1977 | 37,500                 | 28,090      | 370         | 28,460              |
| 1978 | 40,000                 | 32,850      | 137         | 32,987              |
| 1979 | 53,500                 | 46,080      | 661         | 46,741              |
| 1980 | 66,500                 | 47,700      | 619         | 48,319              |
| 1981 | 66,500                 | 50,975      | 665         | 51,640              |
| 1982 | 66,500                 | 38,100      | 413         | 38,513              |
| 1983 | 66,500                 | 27,800      | 321         | 28,121              |
| 1984 | 66,500                 | 24,800      | 560         | 25,360              |

Fuente: IMPI

#### Capacidad Instalada

La capacidad instalada se estancó a partir de 1980, principalmente debido a que con ella se cubre perfectamente la demanda interna, se desconoce cuando se realicen expansiones o nuevos proyectos.

#### Producción

La producción de poliuretanos pasó de 22212 Tons. en 1975 a -

50975 en 1981, creciendo a una tasa anual promedio del 15.6%. Sin embargo a partir de 1982 con la afectación de los sectores de la Construcción automotriz y mueblera por la crisis económica nacional, la producción tuvo que disminuirse hasta niveles de 49% con respecto a 1981.

|                                     |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ESPUMAS FLEXIBLES                   | 13,500 | 17,800 | 24,000 | 23,100 | 17,600 | 15,400 |
| ESPUMAS RIGIDAS<br>Y<br>SEMIRIGIDAS | 4,800  | 4,200  | 8,900  | 6,700  | 4,700  | 4,200  |
| ELASTOMEROS<br>MICROCELULARES       | 6,900  | 9,000  | 11,300 | 6,000  | 2,800  | 2,400  |
| OTROS NO CELULARES                  | 2,240  | 1,850  | 3,500  | 2,300  | 2,700  | 2,800  |
| PRODUCCION TOTAL                    | 17,440 | 32,850 | 47,700 | 38,100 | 17,800 | 24,800 |

Fuente: ANIQ.

De los poliuretanos producidos las espumas flexibles son las más importantes, significando en 1983 el 62% del total.

#### Importación

Las importaciones realizadas, no son significativas.

### Consumo Aparente

El consumo tuvo el mismo comportamiento que la producción. Actualmente se trata de abrir mercados de exportación para seguir aprovechando la capacidad instalada, ahora utilizando sólo un 38%.

### Distribución del Mercado

Las espumas flexibles representan en volumen la mayor área de aplicación de los poliuretanos, aproximadamente el 90% de la producción en bloque y el 10% restante en piezas moldeadas.

Las espumas curadas en frío se aplican en piezas interiores de automóviles como el tablero de instrumentos, las coderas, botón de claxon, etcétera.

En la industria del calzado son utilizadas en suelas y tacones por su resistencia y acabado.

Los poliuretanos termoplásticos se emplean en aplicaciones industriales como son las bandas de transportación, llantas industriales y recubrimiento de piezas (industriales) metálicas o plásticas.

### Precios

| \$     | 1981  | 1982    | 1983    | 1984    |
|--------|-------|---------|---------|---------|
| Precio | 80.93 | 140-200 | 260-380 | 460-670 |

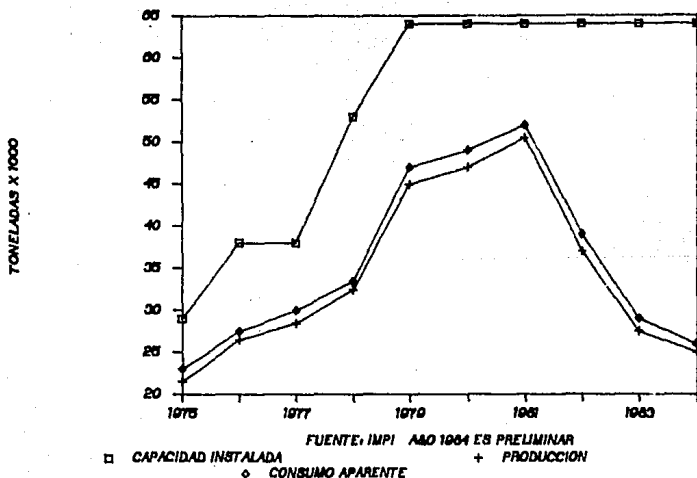
**Empresas Fabricantes**

- BASF Mexicana, S.A.
- K.J. QUIN de México, S.A. de C. V.
- Nylon de México, S. A.
- Poliésteres-Bayer, S. A.
- Poliurequimia, S.A.
- Reichhold Química de México,S.A.
- Simon,S.A.

Con respecto a los fabricantes de espuma se encuentran aproximadamente como 30 empresas.

### Pronóstico y Perspectiva del Mercado Nacional

Se estima que la producción de esta resina tenderá a recuperarse en el futuro para lo cual es necesario se inicien penetraciones en el mercado exterior. El consumo nacional puede verse afectado al sustituirse nuevamente algunas aplicaciones de la espuma como lo es en la industria colchonera, ya que los precios de esta resina han sufrido alzas muy importantes. En concreto se estima el consumo será del orden de las 50000 toneladas en 1990, similar al acontecido en 1981.



Fuente: IMPI

## POLIESTIRENO

## Características y Propiedades Principales

El poliestireno es un material termoplástico rígido, inodoro e insípido, que tiene buena estabilidad dimensional, colorable, con buenas propiedades aislantes de electricidad. Resistente a la mayoría de sustancias químicas ordinarias, pero es atacado por los hidrocarburos colorados aromáticos.

Presenta baja resistencia a la radiación ultravioleta.

Las propiedades físicas se ven afectadas en gran escala por el peso molecular y la distribución de pesos moleculares.

Estos dos factores pueden variar bastante y por lo general dependen del proceso de polimerización usado que puede ser: en masa, suspensión, emulsión y solución.

El poliestireno se presenta en diferentes grados, cristal; grado impacto, expandible y especialidades.

## Poliestireno Cristal.

Aproximadamente un 40% de la producción de poliestireno se da en los grados de cristal, por su fragilidad no lo hace recomendable para muchas aplicaciones. Es un material termoplástico rígido, y su peso molecular fluctúa entre 200000 y 300000.

De sus principales propiedades físicas se encuentran las siguientes:

tes:

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| -Gravedad específica    | 1.05                             |
| -Elongación:            | 2%                               |
| -Esfuerzo a la tensión: | 422-563 kg/cm <sup>2</sup> .     |
| -Módulo de tensión:     | 38150-35180 kg/cm <sup>2</sup> . |

### Poliestireno Grado Impacto

Este material presenta la mayoría de las ventajas del poliestireno, entre las que se encuentra: rigidez, facilidad de fabricación, -- variedad de colores disponibles. Además por el hecho de llevar incorporado polibutadieno o hule copolímero estireno-butadieno, estos polímeros presentan cierta flexibilidad y resistencia mecánica.

De entre este tipo de poliestireno se cuenta con la variedad de - medio y alto impacto.

### Poliestireno Expandible

Se produce al agregar agentes de espumado, generalmente en forma - de gránulos o perlas. Con esto se obtiene un producto celular de - baja densidad, que presenta buenas cualidades como aislante térmico y como material de relleno o acojinamiento.

### Especialidades del Poliestireno

En este rubro se encuentran los poliestirenos estándar, latex de po



liestireno monodisperso, poliestireno isotáctico, estabilizados a radiación ultravioleta, con retardantes a la flama y los antiestáticos.

### Escenario en el Mercado

#### - T O N E L A D A S -

| AÑO  | CAPACIDAD<br>INSTALADA | PRODUCCION | IMPORTACION | EXPORTACION | CONSUMO<br>APARENTE |
|------|------------------------|------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1975 | 52,260                 | 38,420     | 162         | 127         | 38,455              |
| 1976 | 55,690                 | 41,575     | 185         | 25          | 41,735              |
| 1977 | 57,500                 | 48,749     | 101         | 104         | 48,746              |
| 1978 | 97,500                 | 54,600     | 149         | 309         | 54,440              |
| 1979 | 108,820                | 80,121     | 425         | 127         | 80,419              |
| 1980 | 113,900                | 81,763     | 897         | 1           | 82,659              |
| 1981 | 117,700                | 89,668     | 622         | 714         | 89,576              |
| 1982 | 123,400                | 84,084     | 680         | 1           | 84,763              |
| 1983 | 153,340                | 86,300     | 108         | 5,382       | 81,026              |
| 1984 | 163,340                | 81,870     | 800         | 10,950      | 71,720              |

Fuente: ANIQ. INCE, SEMIP

#### Capacidad Instalada

Existen cuatro proyectos por 87000 toneladas-año a iniciar posiblemente su producción durante este año.

#### Producción

La producción se incrementó de 38420 tons. en 1975 a 81870 tons. en 1984. Significando un crecimiento anual promedio del 9.6% -

Cabe hacer notar que en 1979 la producción creció 47% con respecto al año anterior y que en 1982 un 6.2%, recuperándose nuevamente en 1983 y 1984, disminuyendo considerablemente durante 1984.

#### Importación

Las importaciones realizadas en el periodo analizado no son significativas.

#### EXPORTACION

El aspecto de exportación no fue significativo, hasta 1983, año en que se presentó en forma abrupta en los mercados del exterior, llegando a significar el 6.2 y 13.4% de lo producido en 1983 y 1984 respectivamente.

Lo anterior hace pronosticar que las empresas fabricantes continuarán con su actual programa de incursión en el exterior.

#### Consumo Aparente

La demanda interna se incrementó de 38455 Tons. en 1975 a 89576 Tons. en 1981, creciendo a una tasa anual promedio del 16%. Disminuyendo en 1982 y 1983 un 5.4 y 4.4% respectivamente, llegando en 1984 a niveles de consumo menores que los presentes en 1979.

#### Distribución del Consumo

El poliestireno es empleado en una gran diversidad de industrias

como son las de empaque, eléctrica y electrónica, construcción, mueblera, maquinaria y la de transporte.

La película de poliestireno biaxial se forma para obtener chrolas para carne y verduras.

La placa de espuma del poliestireno extruido se emplea para empacar huevos, carne y otros.

Las placas de poliestireno sólido se transforman en tazas, contenedores y recipientes.

Los materiales inyectados se utilizan en la manufactura de contenedores de equipos y cajas de rollos fotográficos, artículos de uso personal, cosméticos, joyas, etcétera.

En el área eléctrica-electrónica se fabrican gabinetes de televisión a base de poliestireno grado impacto con retardantes a la flama.

En la construcción, los paneles de este material se emplean en plafones y paredes como aislante. También es utilizado en los corpos de radios, juegos, detectores de humo e incendios, corpo de computadoras, etc.

Una distribución aproximada es la siguiente:

|            |                                |
|------------|--------------------------------|
| 1          | Aplicación                     |
| 35         | Recipientes y empaques         |
| 18         | Artículos para el Hogar        |
| 10         | Refrigeración                  |
| 10         | Electrodomésticos              |
| 10         | Artículos para la construcción |
| 8          | Juguetes y Piezas de Cassetes  |
| 9          | Otros                          |
| <u>100</u> |                                |

## Precios

La evolución promedio de los precios de los tres primeros tipos de poliestireno fue la siguiente

| AÑO  | POLIESTIRENO<br>CRISTAL | %<br>VARIACION | POLIESTIRENO<br>IMPACTO | %<br>VARIACION | POLIESTIRENO<br>EXPANDIBLE | %<br>VARIACION |
|------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------------------|----------------|
| 1981 | 49.50                   | -              | 53.00                   | -              | 57.60                      | -              |
| 1982 | 92.60                   | 87             | 102.60                  | 94             | 120.00                     | 108            |
| 1983 | 159.00                  | 72             | 217.00                  | 112            | 235.00                     | 96             |
| 1984 | 290.00                  | 82             | 420.00                  | 94             | 445.00                     | 90             |

El precio actual es de \$ 915.00 pesos, más IVA por Kg.

## Empresas Fabricantes

Aislantes y Acústicos de Monterrey, S.A.

Industrias Ebroquimex, S.A.

Industrias Kroylit, S.A.

Industrias Resistol, S.A.

Ing. Mario Orozco Obregón.

Monoquímica, S.A.

Nacional de Resinas, S.A.

Poliestireno y Derivados, S.A.

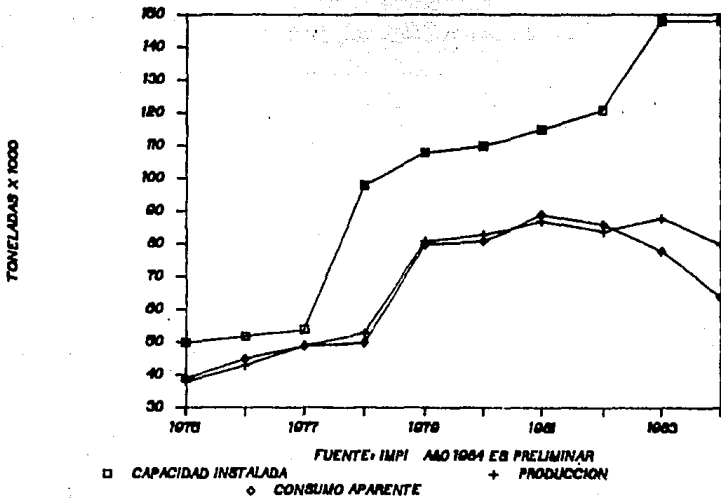
Poliholes, S.A.

Productos de Estireno, S.A.

La empresa Películas Plásticas Transparentes, S.A., posee permiso petroquímico pero no produce actualmente.

## Pronósticos y Perspectiva del Mercado Nacional.

Se estima un continuo crecimiento en lo que resta de la década, ligado en forma cercana con el desarrollo de la industria de la construcción actualmente aún deprimido. Sin embargo, como un producto esencial en el campo de aislamiento para refrigeración y en la construcción su consumo interno será del orden de las 150000 Tons. en 1990, año en el cual la producción nacional dará margen para exportar del orden de las 20000 toneladas.



Fuente: IMPI

**POLICARBONATO**

**Aspecto:** Transparente con un intenso brillo de superficie.

**Estructura física:** Termoplástico amorfo.

**Forma de suministro:** Granulado cilíndrico.

**Coloraciones:** En todos los principales colores y tonos.

**Propiedades:**

Alta resistencia al impacto.

Tenaz-elástica a bajas temperaturas de hasta  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Excelente transmisión de la luz en los tipos transparentes.

Magníficas propiedades eléctricas y dieléctricas.

No es nocivo para la salud.

Modificado, se obtienen grados autoextinguibles.

Excelente estabilidad dimensional.

Baja contracción en el molde.

Resistencia de aislamiento.

Estabilidad a la intemperie y a los rayos ultravioleta.

**Aplicaciones:**

20% Partes eléctricas y electrónicas.

Diodos luminiscentes.

Interruptores de protección

Armaduras de bobinas. etc.

## 19% Partes luminosas.

Carcazas

Discos

Viseras de semáforos

etc.

## 2% Optica.

Lentes y Portales.

Cortinas de cámaras de bolsillo.

Gafas para el sol.

Piezas de microscopio

etc.

## 15% Artículos domésticos

## 10% Industria Automotriz

Defensas

Brazos de limpiaparabrisas

Cristales de faros

Tapones de ruedas

## 8% Seguridad.

## 25% Manejo de líquidos.

## 10% Otros

Proceso de Transformación:

Policarbonato ——— Secado ——— Inyección  
 3-4 hrs. mínimo Estrusión  
 120- 130°C Estrusión-Soplo.

Procesos Utilizados:

- De Inyección
- De Estrusión
- De Estrusión-Soplo

Capacidad Instalada: ( Mundial )

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Europa Occidental | 29% |
| Norteamérica      | 58% |
| Japón             | 13% |

Mercado:

En México

|         |              |     |
|---------|--------------|-----|
| Utrapol | ( Lexan )    | 80% |
| Bayer   | ( Makrolon ) | 20% |

Internacional

|          |                |           |
|----------|----------------|-----------|
| Silvent  | ANICSPA        | E.U.      |
| Lexan    | General Elec.  | E.U.      |
| Merlon   | Mobey Chemical | E.U.      |
| Makrolam | Bayer A.G.     | Alemania. |

Excelentes propiedades de resistencia química e impacto.



**Precio**

El precio actual es de:

Especial \$7.00 U.S. dlls. por Kg.

Estandar; \$ 7.00 U.S. dlls.. por Kg.

Toda esta información tiene validez hasta el 11 de noviembre de 1986.

\* Las gráficas y tablas se han obtenido de: Anuario del Plástico 1985 para 1986, editado por el Instituto Mexicano del Plástico Industrial.

## II.2. ESTUDIO TECNICO

MAQUINARIA

DE

Y

EQUIPO

Precios y Características Principales

al 1° de Octubre de 1986.

## MAQUINAS INYECTORAS DE PLASTICO

| MODELO | POTENCIA<br>(HP) | VOLUMEN DE INYECCION<br>(cm <sup>3</sup> /iny) | PRECIO<br>(DLS) |
|--------|------------------|--|-----------------|
| AU-20  | 7.5              | 34-46  | 28,300          |
| FS-75  | 15               | 80-113-152                                     | 46,800          |
| FS-150 | 25               | 173-226-265                                    | 64,950          |
| FS-250 | 50               | 420-515-650                                    | 135,450         |
| FS-350 | 60               | 770-1060-1330                                  | 154,150         |
| FS-500 | 100              | 1760-2480-2750                                 | 312,900         |

## L I N E A "M"

| MODELO | POTENCIA<br>(HP) | VOLUMEN DE INYECCION<br>(grs/iny) | PRECIO<br>(DLS) |
|--------|------------------|-----------------------------------|-----------------|
| FM-60  | 15               | 71                                | 72,900          |
|        |                  | 100                               | 73,250          |
|        |                  | 135                               | 73,600          |
|        |                  | 154                               | 74,300          |
|        |                  | 200                               | 74,900          |
|        |                  | 236                               | 74,950          |
|        |                  | 360                               | 78,150          |
| FM-90  | 20               | 71                                | 73,300          |
|        |                  | 100                               | 73,650          |
|        |                  | 135                               | 74,300          |
|        |                  | 154                               | 74,700          |
|        |                  | 200                               | 75,300          |
|        |                  | 236                               | 75,350          |
|        |                  | 360                               | 78,500          |
| FM-150 | 25               | 71                                | 79,850          |
|        |                  | 100                               | 80,200          |
|        |                  | 135                               | 80,550          |
|        |                  | 154                               | 81,450          |
|        |                  | 200                               | 81,550          |
|        |                  | 236                               | 81,600          |
|        |                  | 360                               | 84,800          |

## M O L I N O S

| MODELO                | POTENCIA<br>(H.P.) | PRECIO<br>(M.N.) |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| <u>SERIE ESTANDAR</u> |                    |                  |
| 1316                  | 3                  | 1,251,000        |
| 2020                  | 5                  | 2,499,000        |
| 2030                  | 7.5                | 2,713,000        |
| <u>SERIE "LS"</u>     |                    |                  |
| 2525-LS               | 7.5                | 3,987,000        |
| 2535-LS               | 10                 | 4,811,000        |
| 2550-LS               | 20                 | 6,264,000        |
| <u>SERIE "S"</u>      |                    |                  |
| 2950-S                | 30                 | 8,186,000        |
| 3660-S                | 50                 | 11,646,000       |
| 5060-S                | 50                 | 16,998,000       |
| 5090-S                | 75                 | 20,033,000       |
| 6590-S                | 100-150            | 44,990,000       |
| 65135-S               | 150-200            | 50,747,000       |
| <u>SERIE "SP"</u>     |                    |                  |
| 2950-SP-3             | 40                 | 9,620,000        |
| 2959-SP-5             | 40                 | 9,797,000        |
| 2980-SPA-3            | 40                 | 11,371,000       |

Precios al 3 de Noviembre de 1986.

| MODELO               | POTENCIA<br>(H.P) | MODELO<br>(M.N.) |
|----------------------|-------------------|------------------|
| <u>SERIE "SP"</u>    |                   |                  |
| 3660-SP-5            | 60                | 14,170,000       |
| 3660-SP-7            | 60                | 14,876,000       |
| 5090-SP-5            | 75                | 21,874,000       |
| 5090-SP-7            | 75                | 22,571,000       |
| 6590-SP-7            | 100 - 150         | 45,622,000       |
| 65135-SP-7           | 150 - 200         | 53,940,000       |
| <u>SERIE "EHD"</u>   |                   |                  |
| 2950-EHD             | 50                | 13,331,000       |
| 3660-EHD             | 75                | 17,875,000       |
| <u>SERIE HUSILLO</u> |                   |                  |
| 2025 " AUGY"         | 5 + 1             | 3,657,000        |

## P I G M E N T A D O R E S

| MODELO | POTENCIA<br>(HP) | PRECIO (\$ M.N.) |
|--------|------------------|------------------|
| 21145  | 1                | 1,779,000        |
| 22005  | 1.5              | 1,852,000        |

## A L I M E N T A D O R E S A U T O M A T I C O S

| MODELO | POTENCIA<br>(HP) | PRECIO (\$ M.N.) |
|--------|------------------|------------------|
| V-25-S | 1                | 1,368,000        |
| V-50-S | 1                | 1,465,000        |

## C O M P A C T A D O R E S

| MODELO  | POTENCIA<br>(HP)  | PRECIO (\$ M.N.) |
|---------|-------------------|------------------|
| CMP-600 | 30 Manual         | 5,434,000        |
| CMP-600 | 40 Manual         | 6,235,000        |
| C1-600  | 40 Semiautomático | 10,091,000       |
| C1-600  | 50 Semiautomático | 10,617,000       |
| C1-600  | 60 Semiautomático | 11,191,000       |

## P E L E T I Z A D O R A S

| MODELO   | POTENCIA<br>(HP) | PRECIO (\$ M.N.) |
|----------|------------------|------------------|
| 1-PR-16  | 2                | 6,456,000        |
| 1-PR-16  | 3                | 6,825,000        |
| 1-FR-25  | 3                | 7,258,000        |
| 1-PR-25  | 5                | 9,836,000        |
| PR-3516  | 5:10             |                  |
| PR-35-24 | 7.5:15           |                  |
| PR-45-16 | 10:20            |                  |
| PR-45-24 | 20:30            |                  |
| PR-55-HD | 30:50            |                  |

## SECADORES DEHUMIDIFICADORES

| MODELO  | POTENCIA<br>(HP) | PRECIO (\$) M.N. |
|---------|------------------|------------------|
| SEC 50  | 4                | 2,208,000        |
| SEC 100 | 8                | 2,377,000        |
| SEC 200 | 16               | 3,551,000        |
| DHF 25  | 4                | 3,635,000        |
| DHF 50  | 8                | 4,126,000        |
| DHF 100 | 16               |                  |

## TERMOREGULADORES AUTOMATICOS DE ACEITE

| MODELO | POTENCIA<br>(HP) | PRECIO (\$) M.N. |
|--------|------------------|------------------|
| TMR-4  | 4                | 1,971,000        |
| TMR-8  | 8                |                  |
| TMR-12 | 12               |                  |

## REFRIGERADORES

| MODELO | POT. COMPRESOR<br>(HP) | POT. BOMBA<br>(HP) | PRECIO (\$) M.N. |
|--------|------------------------|--------------------|------------------|
| RF-9   | 3                      | .75                | 5,941,000        |
| RF-21  | 5                      | 1.5                | 7,154,000        |
| RF-45  | 10 SE                  | 2                  | 11,534,000       |



## N E G R I B O S S I

## MAQUINAS INYECTORAS DE PLASTICO

| MODELO | POTENCIA<br>(HP) | VOL. DE INYECCION | PRECIO \$1  |
|--------|------------------|-------------------|-------------|
| NB 40  | 14               | 40-50-65          | 66,600,000  |
| NB 60  | 16               | 87-115-135        | 86,940,000  |
| NB 90  | 29               | 123-173-243       | 106,758,000 |
| NB 130 | 33               | 216-303-453       | 124,400,000 |
| NB 190 | 40               | 345-425-605       | 143,000.000 |
| NB 260 | 63               | 495-172-970       | 205,500.000 |
| NB 360 | 81               | 789-1073-1402     | 280,000.000 |

1) Precios al 31 de Agosto de 1987.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

MAQUINARIA

EQUIPOS

ACCESORIOS

## F A M A N I S S E I

## MAQUINAS INYECTORAS DE PLASTICO

M O D E L O S

AU - 20

FS - 75

FS - 150

FS - 250

FS - 350

FS - 500

## LINEA M

FM - 60

FM - 90

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

## MODELOS:

AU - 20

FS - 75

FS - 150

FS - 250

FS - 350

FS - 500

## — DATOS GENERALES PARA EL MOLDE —

| ESPECIFICACIONES                          | UNIDADES              | AU-20              | FS-75             | FS-150            | FS-250            | FS-350            | FS-500              |
|---|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| SISTEMA DE INYECCIÓN                      |                       | 4                  |                   |                   |                   |                   |                     |
| DIÁMETRO DE INYECCIÓN                     | M.M.                  | 26 36              | 32 38 44          | 42 48 52          | 52 64 72          | 64 75 84          | 80 85 100           |
| VOLUMEN DE INYECCIÓN                      | CM <sup>3</sup> /MIN. | 34 45              | 40 110 132        | 170 220 265       | 420 515 630       | 710 1040 1200     | 1760 2480 2750      |
| CAPACIDAD DE PLASTIFICACIÓN*              | KG/HORA               | 12 12.5            | 24 24 40          | 53 61 70          | 111 124 172       | 172 170 115       | 194 270 300         |
| PRESIÓN DE INYECCIÓN                      | KG/CM <sup>2</sup>    | 1675 1260          | 1840 1205 910     | 1785 1265 1185    | 750 1420 1130     | 1680 1210 1090    | 1590 1130 1070      |
| VELOCIDAD DE INYECCIÓN                    | CM <sup>3</sup> /SEG. | 29 26              | 33 84 112         | 97 120 140        | 214 290 330       | 420 592 740       | 530 680 770         |
| VELOCIDAD DEL MANDIL (AJUSTABLE):         | RPM                   |                    |                   |                   |                   |                   |                     |
| 180 CICLOS                                |                       | 0-90               | 0-140             | 0-180             | 0-150             | 0-150             | 0-80                |
| 180 CICLOS                                |                       | 0-110              | 0-170             | 0-220             | 0-190             | 0-190             | 0-100               |
| FUERZA DE INYECCIÓN                       | TONS.                 | 8.9                | 13.0              | 24.1              | 46.2              | 40.8              | 100.1               |
| FUERZA DE CONTACTO DE INYECCIÓN           | TONS.                 | 1.75               | 2.7               | 2.7               | 4.0               | 4.9               | 6.1                 |
| CAPACIDAD DE LA TOLVA**                   | (LITROS)              | 15                 | 15                | 25                | 43                | 65                | 90                  |
| SISTEMA DE CHISPE                         |                       |                    |                   |                   |                   |                   |                     |
| FUERZA DE CHISPE DEL MOLDE                | TONS.                 | 70                 | 75                | 130               | 230               | 530               | 500                 |
| CARRERA DE CHISPE DEL MOLDE (AJUSTABLE)   | M.M.                  | 240                | 260               | 300               | 375               | 700               | 910                 |
| ESPESOR DEL MANDIL DEL MOLDE              | M.M.                  | 110                | 340               | 380               | 410               | 500               | 750                 |
| CON ISOLACIONES                           |                       |                    | 150               | 180               | 210               | 250               | 350                 |
| APERTURA MÁXIMA                           | M.M.                  | 230                | 400               | 580               | 795               | 1200              | 1660                |
| CON ISOLACIONES                           |                       |                    | 410               | 480               | 785               | 900               | 1160                |
| ESPESOR DE ISOLACIONES                    | M.M.                  |                    | 19, 18, 31 Y 85   | 20, 30, 40 Y 100  | 20, 30, 40 Y 100  | 30, 30, 90 Y 150  | 30, 30, 150 Y 250   |
| DISTANCIA ENTRE BARRAS***                 | M.M.                  | (H) 220 + (V) 140  | (H) 210 + (V) 210 | (H) 260 + (V) 310 | (H) 315 + (V) 415 | (H) 410 + (V) 460 | (H) 420 + (V) 470   |
| DIMENSIONES DE LAS PLATINAS***            | M.M.                  | (H) 280 + (V) 260  | (H) 467 + (V) 400 | (H) 560 + (V) 510 | (H) 770 + (V) 670 | (H) 890 + (V) 740 | (H) 1200 + (V) 1050 |
| CARRERA DEL ESPALDO (AJUSTABLE)           | M.M.                  | 40                 | 50                | 60                | 130               | 130               | 165                 |
| FUERZA DE SEPARACIÓN                      | TONS.                 | 1.07               | 3.9               | 5.4               | 8.9               | 11.1              | 16.6                |
| CILINDROS                                 |                       |                    |                   |                   |                   |                   |                     |
| PRESIÓN DE CHISPEO CON PRESIÓN HIDRÁULICA | KG/CM <sup>2</sup>    | 140                | 140               | 140               | 140               | 175               | 175                 |
| CAPACIDAD DEL CALENTADOR (220 V)          | KW                    | 3.27               | 4.9               | 7.2               | 18.1              | 28.8              | 31.3                |
| POTENCIA DE BOMBA HIDRÁULICA BOMBA GRANDE | KW                    | 3.3/6 (7.5 HP)     | 11 (15 HP)        | 18.5 (25 HP)      | 37 (50 HP)        | 45 (60 HP)        | 75 (100 HP)         |
| CANTIDAD DE ACEITE DEL SISTEMA            | (LITROS)              | 75                 | 110               | 195               | 430               | 630               | 100                 |
| DIMENSIONES (LARGO x ANCHO x ALTO)        | MIS.                  | 3.22 x 0.87 x 1.86 | 3.6 x 0.8 x 1.6   | 4.9 x 0.9 x 1.8   | 8.5 x 1.2 x 2.2   | 7.7 x 1.2 x 2.3   | 10.3 x 1.6 x 3.3    |
| PESO                                      | (KGS)                 | 1.1                | 2.9               | 4.2               | 10.3              | 15.3              | 25.7                |

\*VALORES EN FUNCION DE LOS TIPOS DE PRODUCTOS GENERALES

\*\*LA CAPACIDAD ES DOPLE FONTE EN LITROS

\*\*\*M-DIMENSIONES EN PULGADAS

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

## MODELOS:

FM-60

FM-90

FM-150

| MODULOS | MOTOR | CARRERA DE EXPULSOR | FUERZA DE EXPULSOR H. | DISTANCIA ENTRE BARRAS | TAMANO DE PLATINAS | MIN. ESPESOR DEL MOLDE | CARRERA DE GRAPADO | FUERZA DE GRAPADO |
|---------|-------|---------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| FM-60   | 15    | 70                  | 2.85                  | 330                    | 600 <sup>x</sup>   | 150                    | 320                | 60                |
|         |       |                     |                       | 330                    | 600 <sup>x</sup>   |                        |                    |                   |
| FM-90   | 20    | 70                  | 2.85                  | 381                    | 630                | 150                    | 370                | 90                |
|         |       |                     |                       | 381                    | 600 <sup>x</sup>   |                        |                    |                   |
| FM-150  | 25    | 100                 | 4.4                   | 432                    | 824                | 150                    | 445                | 150               |
|         |       |                     |                       | 432                    | 824                |                        |                    |                   |
|         | HP    | MM                  | TON                   | MM                     | MM                 | MM                     | MM                 | TON               |

## UNIDADES DE GRAPADO

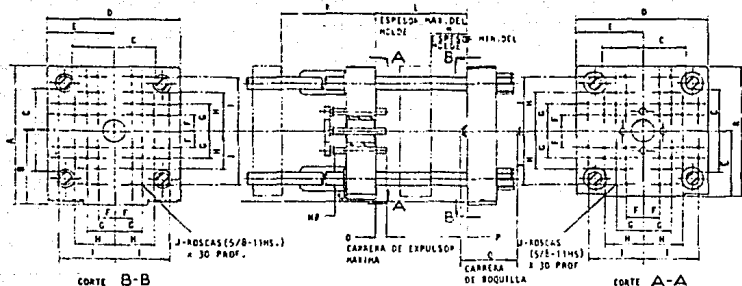
| CAPACIDAD DE INYEC. | CAPACIDAD DE PLASTIF. | CARRERA DE INYECCION | VELOCIDAD DE INYECCION | POTENCIA DE INYEC. | DIAMETRO DEL HUSILLO |    |
|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|--------------------|----------------------|----|
| 71                  | 23                    | 100                  | 2203                   | 56                 | 4.9                  |    |
| 100                 | 37                    | 100                  | 1556                   | 79                 | 4.9                  |    |
| 135                 | 59                    | 100                  | 1166                   | 106                | 4.9                  |    |
| 154                 | 66                    | 125                  | 2000                   | 83                 | 7.6                  |    |
| 200                 | 102                   | 125                  | 1522                   | 108                | 7.6                  |    |
| 236                 | 132                   | 125                  | 1305                   | 127                | 7.6                  |    |
| 360                 | 130                   | 150                  | 1166                   | 140                | 8.9                  |    |
| GR.                 | K/HR                  | MM                   | BAR                    | CH <sub>3</sub> S  | KW                   | MM |

## UNIDADES DE INYECCION

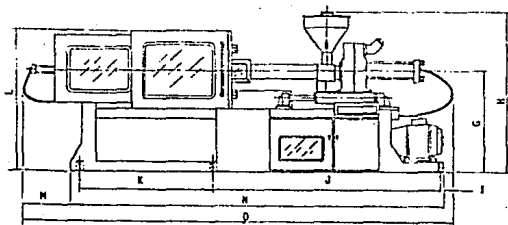
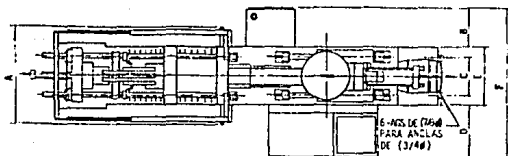
## ESPECIFICACIONES GENERALES

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| PRESION HIDRAULICA   | 140 Kg./Cm. <sup>2</sup> |
| CAPACIDAD DE TOLVA   | 50 LITROS                |
| VOLTAGE ENTRADA      | 220/440 VOLTS            |
| CAPACIDAD DEL TANQUE | 250 LITROS               |

## DIMENSIONES



| MAQUINA | A   | B   | E   | D   | F   | G    | H   | I     | J   | K  | L   | M   | N   | O  | P   | Q   | R   |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-------|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| FM-60   | 622 | 347 | 330 | 600 | 300 | 76.2 | 127 | 172.6 | 254 | 48 | 321 | 340 | 150 | 50 | 25  | 250 | 575 |     |
| FM-90   | 647 | 347 | 380 | 600 | 300 | 76.2 | 127 | 172.6 | 254 | 48 | 370 | 400 | 150 | 60 | 25  | 250 | 600 |     |
| FM-150  | 735 | 385 | 430 | 700 | 350 | 76.2 | 127 | 172.6 | 254 | 36 | 445 | 445 | 150 | 70 | 220 | 45  | 250 | 700 |



|   | MAQUINA |       |        |
|---|---------|-------|--------|
|   | FM-60   | FM-90 | FM-150 |
| A | 1136    | 1136  | 1236   |
| B | 440     | 440   | 440    |
| C | 426     | 426   | 426    |
| D | 620     | 620   | 620    |
| E | 600     | 600   | 600    |
| F | 1660    | 1660  | 1660   |
| G | 1225    | 1225  | 1275   |
| H | 1920    | 1920  | 1981   |
| I | 25.4    | 25.4  | 25.4   |
| J | 2548    | 2548  | 2548   |
| K | 1555    | 1555  | 1555   |
| L | 1627    | 1627  | 1735   |
| M | 625     | 625   | 786    |
| N | 4238    | 4236  | 4238   |
| O | 5173    | 5173  | 5334   |

\* En milímetros

## P A G A N I

## LEESONA LATINOAMERICANA

## M O L I N O S

M O D E L O S

|              |           |
|--------------|-----------|
| 2025 " AUGY" | 2950 -SP  |
| 2525 - LS    | 2980- SPA |
| 2535 - LS    | 3660- SP  |
| 2550 - LS    | 5090- SP  |
| 1316 TRG     | 6590- SP  |
| 2230 TRG     | 65135-SP  |
| 2020         | 2950 -EHD |
| 2030         | 3660- EHD |
| 1316         | 5090- EHD |
| 2222 - ST    |           |
| 2230 - ST    |           |
| 2222 - HD    |           |
| 2230 - HD    |           |
| 2235 - HD    |           |
| 2250 - HD    |           |
| 2950 - S     |           |
| 3660 - S     |           |
| 5060 - S     |           |
| 5090 - S     |           |
| 6590 - S     |           |
| 65135 - S    |           |

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

M O L I N O S :

## MOLINOS STANDARD

| Modelo   | Motor H.P. | Largo cuchillas Mm. | Núm. Cuch. Rotor | Núm. Cuch. Iijas | Boca de Alimentación Mm. | Producción Horaria Kg. | Peso Kg. |
|----------|------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 1316     | 3          | 160                 | 2                | 2                | 130×160                  | 30/40                  | 160      |
| 2222-ST  | 5          | 220                 | 2                | 2                | 220×220                  | 50/70                  | 260      |
| 2230-ST  | 7.5        | 300                 | 2                | 2                | 220×300                  | 70/100                 | 320      |
| 2222-HD  | 5-7.5-10   | 220                 | 3                | 2                | 210×220                  | 70/100                 | 380      |
| 2230-HD  | 7.5-10-15  | 300                 | 3                | 2                | 210×300                  | 80/120                 | 460      |
| 2235-HD  | 10-15-20   | 350                 | 3                | 2                | 210×350                  | 100/150                | 550      |
| 2250-HD  | 10-15-25   | 500                 | 3                | 2                | 210×500                  | 150/250                | 750      |
| 2950-S   | 30         | 500                 | 3                | 2                | 290×500                  | 150/350                | 1200     |
| 3660-S   | 50         | 600                 | 3                | 2                | 360×360                  | 200/500                | 1800     |
| 5060-S   | 50         | 600                 | 3                | 2                | 500×600                  | 300/600                | 2200     |
| 5090-S   | 60         | 900                 | 3                | 2                | 500×900                  | 400/800                | 2900     |
| 6590-S   | 100-150    | 900                 | 3                | 2                | 650×900                  | 600/1200               | 7300     |
| 65135-S  | 150-200    | 1350                | 3                | 2                | 650×1350                 | 800/1800               | 8700     |
| 2950-SP  | 40         | 500                 | 3o5              | 2                | 290×500                  | 250/450                | 1200     |
| 2980-SPA | 40         | 800                 | 3                | 2                | 290×800                  | 350/600                | 1500     |
| 3660-SP  | 60         | 600                 | 5o7              | 2                | 300×600                  | 350/600                | 1900     |
| 5090-SP  | 75         | 900                 | 5o7              | 2                | 400×900                  | 450/1000               | 3100     |
| 6590-SP  | 100-150    | 900                 | 5o7              | 2                | 600×900                  | 600/1500               | 7700     |
| 65135-SP | 150-200    | 1350                | 5o7              | 2                | 600×1350                 | 800/2000               | 9000     |
| 2950-EHD | 50         | 500                 | 5×2              | 2×3              | 260×500                  | 300/450                | 1900     |
| 3660-EHD | 75         | 600                 | 5×3              | 2×3              | 300×600                  | 350/600                | 2900     |
| 5090-EHD | 200        | 900                 | 5×3              | 2×3              | 400×900                  | 1000/2000              | 4500     |

## MOLINOS TIPO AUGER

| Modelo   | Motor Granulador H.P. | Motor Reductor Husillo H.P. | Largo Cuch. Mm. | Núm. Cuch. Rotor | Núm. Cuch. Fijas | Diámetro Husillo Mm. | Peso Kg. |
|----------|-----------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------|----------|
| 1316-TRG | 3                     | 1                           | 160             | 2                | 2                | 150                  | 250      |
| 2230-TRG | 5 ó 7.5               | 1½                          | 300             | 3                | 2                | 200                  | 550      |

## MOLINOS SILENCIOSOS

| Modelo  | Motor H.P. | Largo Cuchillas Mm. | Núm. Cuch. Rotor | Núm. Cuch. Fijas | Boca de Alimentación Mm. | Producción Horaria Kg. | Peso Kg. |
|---------|------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 2525-LS | 7.5        | 250                 | 3                | 2                | 250×250                  | 60/120                 | 600      |
| 2535-LS | 10         | 350                 | 3                | 2                | 250×350                  | 80/150                 | 750      |
| 2550-LS | 20         | 500                 | 3                | 2                | 250×500                  | 100/250                | 950      |





## ESPECIFICACIONES TECNICAS

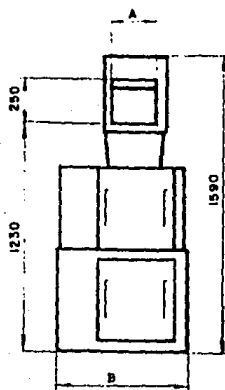
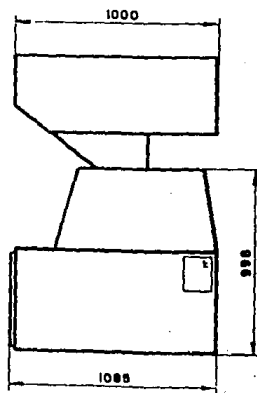
## MODELOS :

2525 - LS

2535 - LS

2550 - LS

| Modelo                  | 2525-LS          | 2535-LS          | 2550-LS          |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Motor H.P.              | 7.5              | 10               | 20               |
| Enfriamiento            | Baleros y cuerpo | Baleros y cuerpo | Baleros y cuerpo |
| Largo Cuchillas mm.     | 250              | 350              | 500              |
| No. Cuchillas Rotor     | 3                | 3                | 3                |
| No. Cuchillas Fijas     | 2                | 2                | 2                |
| Diámetro rotación mm.   | 250              | 250              | 250              |
| Boca Alimentación mm.   | 250 x 250        | 250 x 350        | 250 x 500        |
| Producción hora Kg.     | 60/120           | 80/150           | 100/250          |
| R.P.M. Motor            | 630              | 630              | 630              |
| Peso aprox. Kg.         | 600              | 750              | 950              |
| Dimensión "A" mm.       | 250              | 350              | 500              |
| Dimensión "B" mm.       | 700              | 800              | 950              |
| Capacidad del bote lts. | 60               | 77               | 102              |



## ESPECIFICACIONES TECNICAS

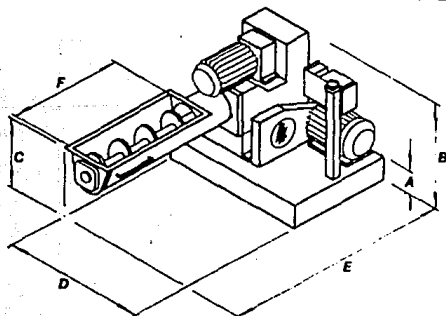
## MODELOS:

1316 - TRG

2230 - TRG

|                       | UNIDAD | 1316 TRG | 2230 TRG  |
|-----------------------|--------|----------|-----------|
| MOTOR GRANULADOR      | HP     | 3        | 5 0 7 1/2 |
| MOTORREDUCTOR HUSILLO | HP     | 1        | 1 1/2     |
| LARGO CUCHILLAS       | MM.    | 160      | 300       |
| CUCHILLAS ROTOR       | No.    | 2        | 3         |
| CUCHILLAS FIJAS       | No.    | 2        | 2         |
| DIAM. ROTACION GRAN.  | MM.    | 130      | 220       |
| DIAMETRO HUSILLO      | MM.    | 150      | 200       |
| PESO                  | Kg.    | 250      | 550       |

## DIMENSIONES



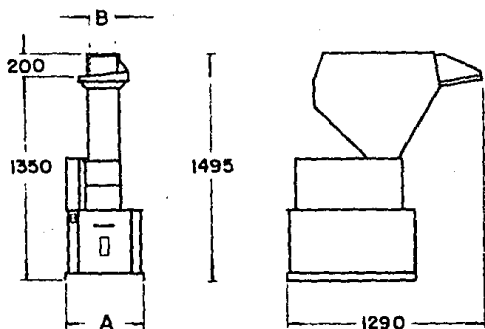
| MODELO   | A (Min.) | B (Min.) | C (Min.) | D   | E    | F   |
|----------|----------|----------|----------|-----|------|-----|
| 1316 TRG | 150      | 550      | 550      | 600 | 1220 | 330 |
| 2230 TRG | 150      | 780      | 575      | 970 | 1715 | 800 |

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

## MODELOS:

|                            | 2020      | 2030      |
|----------------------------|-----------|-----------|
| Motor H.P.                 | 5         | 7.5       |
| Largo de cuchillas         | 200 mm.   | 300 mm    |
| No. de cuchillas rotor     | 3         | 3         |
| No. de cuchillas caja      | 2         | 2         |
| Diámetro de rotación       | 200 mm.   | 200 mm.   |
| Producción Kg./h           | 50/70     | 70/100    |
| Diám. Boca de alimentación | 200 X 200 | 200 X 300 |
| Peso Kg.                   | 360       | 430       |

## DIMENSIONES (mm)



| Modelo | A   | B   | Capacidad Receptor |
|--------|-----|-----|--------------------|
| 2020   | 500 | 200 | 58 Lts.            |
| 2030   | 600 | 300 | 75 Lts.            |

P A G A N I

LEESONA LATINOAMERICANA

P I G M E N T A D O R E S

M O D E L O S

21145

22005

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

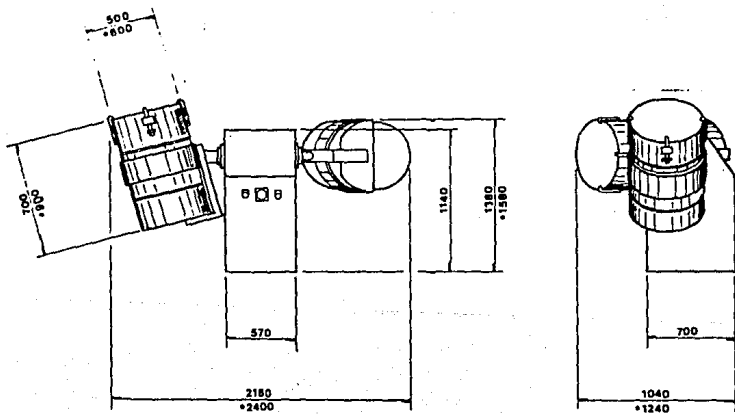
## MODELOS:

2114 S

2200 S

| MOD.     | H.P. | R.P.M. | CAP. TAMBORES LTS. | CAP. MEZCLADO KG/H. | PESO KG. |
|----------|------|--------|--------------------|---------------------|----------|
| 2 114 S  | 1    | 25     | 114                | 300                 | 245      |
| *2 200 S | 1.5  | 20     | 200                | 600                 | 290      |

## DIMENSIONES



P A G A N I

LESSONA LATINOAMERICANA

ALIMENTADORES AUTOMATICOS

M O D E L O S

V - 25 - S

V - 50 - S

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

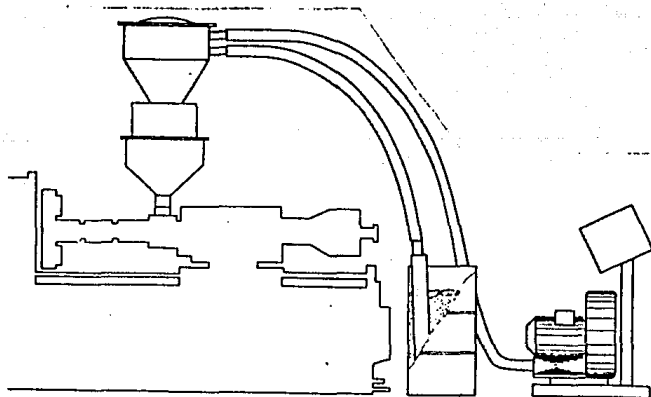
## MODELOS:

V - 25 - S

V - 50 - S

|                                    | Modelo  |           |
|------------------------------------|---------|-----------|
|                                    | V-25-S  | V-50-S    |
| Potencia Motor H.P.                | 1       | 1         |
| Capacidad Depósito Kg.             | 15      | 25        |
| Capacidad de alimentación. Kg/hora | 150/250 | 300 / 500 |
| Peso                               | 40      | 50        |

## MONTAJE TIPICO





P A G A N I

LEESONA LATINOAMERICANA

COMPACTADORES

M O D E L O S

CMP - 600

CI - 600

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

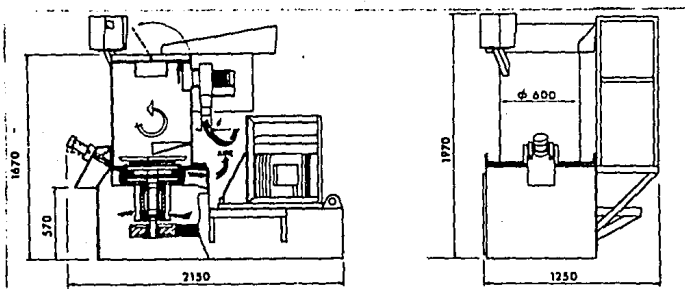
## MODELOS:

CMP - 600

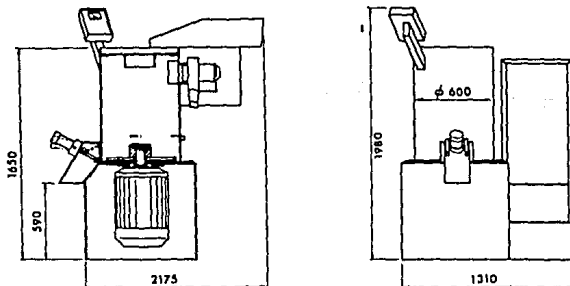
CI - 600

| Modelo  | Potencia Motor Principal H.P. | Potencia Motor Extractor - H.P. | Diámetro tanque M.M. | Transmisión | Enfriamiento | Peso Aprox. Kg. | Producción Kg/Hr. |
|---------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------|--------------|-----------------|-------------------|
| CMP-600 | 30/40                         | 3/4                             | 600                  | Directa     | Sin          | 750             | 60/100            |
| CI-600  | 40/50/60                      | 3/4                             | 600                  | Bandas      | Aire forzado | 1200            | 80/200            |

## DIMENSIONES ( CMP - 600 )



## DIMENSIONES ( CI - 600 )



## P A G A N I

## LEESONA LATINOAMERICANA

**PELETIZADORAS****M O D E L O S :**

1 - PR - 16

1 - PR - 25

PR - 35 - 16

PR - 35 - 24

PR - 45 - 16

PR - 45 - 24

PR - 55 - HD

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

## P E L E T I Z A D O R E S :

| Modelo   | Núm. Máximo de hilos aconsejados |      |     |    | velocidad Máxima (M/Min) | Cuchillas Rotor | Largo Cuchillas (M/M) | Potencia Instalada H.P. | Peso Kg. |
|----------|----------------------------------|------|-----|----|--------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|----------|
|          | D2                               | D2.5 | D3  | D4 |                          |                 |                       |                         |          |
| I-PR-16  | 44                               | 35   | 29  | 22 | 24                       | 8               | 160                   | 2+3                     | 420      |
| I-PR-25  | 68                               | 55   | 45  | 34 | 24                       | 8               | 250                   | 3+5                     | 500      |
| PR-35-16 | 96                               | 77   | 64  | 48 | 50                       | 16              | 350                   | 5+10                    | 1800     |
| PR-35-24 | 96                               | 77   | 64  | 48 | 60                       | 24              | 350                   | 7.5+15                  | 1800     |
| PR-45-16 | 123                              | 99   | 82  | 62 | 50                       | 16              | 450                   | 10+20                   | 2000     |
| PR-45-24 | 123                              | 99   | 82  | 62 | 60                       | 24              | 450                   | 20+30                   | 2000     |
| PR-55-HD | 150                              | 123  | 100 | 75 | 50                       | 24              | 550                   | 30+50                   | 2500     |

P A G A N I

LEESONA LATINOAMERICANA

SECADORES Y DEHUMIDIFICADORES

M O D E L O S

SEC 50

SEC 100

SEC 200

DHF 25

DHF 50

DHF 100

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

## MODELOS:

SEC 50 SEC 100 SEC 200 DHF 25 DHF 50 DHF 100

| Modelo  | Resistencia Calefacción KW | Potencia Turbo Vent. HP | Resistencia Regeneración KW | Dimensiones (mm) |              |
|---------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------|--------------|
|         |                            |                         |                             | Unidad Calef.    | Tolva        |
| SEC 50  | 4                          | 1                       | —                           | 650 x 850 x 1140 | 0 400 x 1180 |
| SEC 100 | 8                          | 1                       | —                           | 650 x 850 x 1140 | 0 520 x 1415 |
| SEC 200 | 16                         | 1 1/2                   | —                           | 700 x 900 x 1100 | 0 650 x 1750 |

|         |    |       |       |                    |              |
|---------|----|-------|-------|--------------------|--------------|
| DHF 25  | 4  | 1 1/2 | 2 x 2 | 900 x 1100 x 1450  | 0 400 x 1180 |
| DHF 50  | 8  | 1 1/2 | 2 x 2 | 900 x 1100 x 1450  | 0 520 x 1415 |
| DHF 100 | 16 | 2     | 2 x 4 | 1100 x 1300 x 1500 | 0 650 x 1750 |

| MODELO            | CAP TOLVA KG | PRODUCCION HORARIA |     |      |      |     |      |      |      |      |  |
|-------------------|--------------|--------------------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|--|
|                   |              | 75                 | 75  | 50   | 37 5 | 30  | 25   | 18 5 | 15   | 12 5 |  |
| SEC 50 y DHF 25   | 75           | 75                 | 50  | 37 5 | 30   | 25  | 18 5 | 15   | 12 5 |      |  |
| SEC 100 y DHF 50  | 150          | 150                | 100 | 75   | 60   | 50  | 37   | 30   | 25   |      |  |
| SEC 200 y DHF 100 | 300          | 300                | 200 | 150  | 120  | 100 | 74   | 60   | 50   |      |  |

## TEMPERATURA Y TIEMPO DE SECADO

| MATERIAL               | °C   | SECADO EN HORAS         |       |   |       |   |   |   |   |
|------------------------|------|-------------------------|-------|---|-------|---|---|---|---|
|                        |      | 1                       | 1 1/2 | 2 | 2 1/2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|                        |      | <b>NO HIGROSCOPICOS</b> |       |   |       |   |   |   |   |
| POLIESTIRENO           | 70*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 80*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| POLIETILENO BD AD      | 70*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 80*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| POLIPROPILENO          | 80*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 90*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| RESINAS ACETALICAS     | 90*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 100* | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| P.V.C.                 | 50*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 70*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| <b>HIGROSCOPICOS</b>   |      |                         |       |   |       |   |   |   |   |
| A.B.S.                 | 75*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 85*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| ACETATO DE CELULOSA    | 60*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 80*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| BUTIRATO DE CELULOSA   | 60*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 80*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| POLICARBONATO          | 115* | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 125* | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| P. E. ALTO IMPACTO     | 70*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 80*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| RESINAS ACRILICAS      | 70*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 80*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| RESINAS POLIAMIDAS     | 70*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 80*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| RESINAS POLIURETANICAS | 80*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 90*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
| S.A.N.                 | 75*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |
|                        | 85*  | ████████████████████    |       |   |       |   |   |   |   |

P A G A N I

LEESONA LATINOAMERICANA

TERMORÉGLADORES

AUTOMÁTICOS

DE

ACEITE

M O D E L O S

TMR -4

TMR -8

TMR -12

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

## MODELOS:

TMR - 4

TMR - 8

TMR - 12

|                         | UNIDADES           | MODELO |        |        |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|
|                         |                    | TMR-4  | TMR-8  | TMR-12 |
| POTENCIA DE CALEFACCION | Kw                 | 4      | 8      | 12     |
| TEMPERATURA DE TRABAJO  | °C                 | 20-150 | 20-150 | 20-150 |
| POTENCIA MOTOR          | HP                 | 1      | 1.5    | 1.5    |
| CAUDAL DE LA BOMBA      | Lts/min.           | 25     | 35     | 35     |
| PRESION DE TRABAJO      | Kg/cm <sup>2</sup> | 4      | 4      | 4      |
| CAPACIDAD DEL TANQUE    | Litros             | 28     | 45     | 45     |
| PESO                    | Kg                 | 104    | 187    | 190    |

EN FORMA ORIENTATIVA

MODELO TMR-4  
 MODELO TMR-8  
 MODELO TMR-12

30      100      250      500      1000      2000

(Capacidad de la inyectora en gramos)



P A G A N I

LEESONA LATINOAMERICANA

REFRIGERADORES

M O D E L O S

RF - 9

RF - 21

RF - 45

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

## MODELOS:

RF - 9

RF - 21

RF - 45

| Modelo   | Compr<br>H.P. | H.P. | Bomba |        | Ventilador |                   | Dimensiones (Mts.) |      |      | Peso<br>Kg. | Cap.<br>Lts. |
|----------|---------------|------|-------|--------|------------|-------------------|--------------------|------|------|-------------|--------------|
|          |               |      | mT    | LI/min | NxH.P.     | m <sup>3</sup> /n | A                  | B    | C    |             |              |
| RF-9     | 3             | 0.75 | 37-23 | 16-60  | 1 x 0.35   | 4800              | 0.95               | 0.9  | 1.27 | 225         | 100          |
|          |               |      |       |        |            |                   | 1.2                | 1.1  | 1.55 | 345         |              |
| Embalaje |               |      |       |        |            |                   |                    |      |      |             |              |
| RF-21    | 5             | 1.5  | 31-23 | 50-160 | 1 X 1      | 8600              | 1.0                | 1.3  | 1.7  | 400         | 200          |
|          |               |      |       |        |            |                   | 1.25               | 1.5  | 1.95 | 565         |              |
| Embalaje |               |      |       |        |            |                   |                    |      |      |             |              |
| RF-45    | 10 S.E        | 2    | 36-28 | 50-180 | 2 X 075    | 14000             | 1.08               | 1.69 | 1.83 | 600         | 350          |
|          |               |      |       |        |            |                   | 1.35               | 1.9  | 2.1  | 820         |              |
| Embalaje |               |      |       |        |            |                   |                    |      |      |             |              |

## CAPACIDAD FRIGORIFICA (frigorías / h.)

| TEMPERATURA AMBIENTE |       |       |         |       |       |       |         |      |       |       |         |      |       |       |         |
|----------------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|------|-------|-------|---------|------|-------|-------|---------|
| 30°C                 |       |       |         | 35°C  |       |       |         | 40°C |       |       |         | 45°C |       |       |         |
| TEMPERATURA DEL AGUA |       |       |         |       |       |       |         |      |       |       |         |      |       |       |         |
| - 5°                 | 0°    | 5°    | 10°std. | - 5°  | 0°    | 5°    | 10°std. | - 5° | 0°    | 5°    | 10°std. | - 5° | 0°    | 5°    | 10°std. |
| —                    | 6200  | 8000  | 9000    | —     | 5200  | 6700  | 8500    | —    | 4300  | 5600  | 7100    | —    | 3500  | 4700  | 6000    |
| 8200                 | 10800 | 13500 | 16700   | 7200  | 9700  | 13000 | 15600   | —    | 8600  | 11500 | 14400   | —    | 8200  | 10200 | 13200   |
| 17000                | 21800 | 26400 | 31500   | 15600 | 20400 | 24600 | 30000   | —    | 18000 | 22800 | 27800   | —    | 16200 | 21300 | 26500   |

NEGRI BOSSI

MAQUINAS INYECTORAS DE PLASTICO

MODELOS

NB - 40

NB - 60

NB - 90

NB - 130

NB - 190

NB - 260

NB - 360

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

MODELO: NB- 40

|   |                      |          |      |      |                                  |     |                  |
|---|----------------------|----------|------|------|----------------------------------|-----|------------------|
| Diámetro del husillo                                  | mm                   | 25       | 28   | 37   | Fuerza de cierre sobre el molde  | kN  | 400              |
| Relación longitud/diámetro del husillo                | L/D                  | 20.2     | 18   | 15.6 | Fuerza de apertura del molde     | kN  | 105              |
| Volumen de inyección calculado                        | cm <sup>3</sup>      | 44       | 55   | 72   | Fuerza de extractor oleodinámico | kN  | 15.5             |
| Volumen efectivo de inyección                         | cm <sup>3</sup>      | 40       | 50   | 65   | Carrera del expulsor             | mm. | 50               |
| Capacidad efectiva de inyección (poliestireno)        | gr                   | 42       | 52   | 68   | Dimensiones placas               | mm. | 410 x 410        |
| Volumen del material inyectado                        | cm <sup>3</sup> /sec | 37       | 47   | 61   | Distancia entre columnas         | mm  | 255 x 255        |
| Máx. presión aplicada sobre el material               | bar                  | 1865     | 1490 | 1140 | Carrera placa móvil              | mm  | 220              |
| Capacidad de plastificación (poliestireno)            | kg/h                 | 30       | 35   | 40   | Espesor molde                    | mm  | 100 ÷ 300        |
| Velocidad de rotación del husillo                     | r.p.m.               | 10 ÷ 250 |      |      | DATOS GENERALES                  |     |                  |
| Par de torsión del husillo                            | Nm                   | 250      |      |      | Potencia mando de la bomba       | KW  | 7.5              |
| Fuerza de apoyo del grupo inyección                   | kN                   | 17       |      |      | Disparos por minuto (sin carga)  |     | 50               |
| Zonas de calentamiento del cilindro de plastificación | n.                   | 3        |      |      | Potencia total instalada         | kW  | 10.5             |
| Potencia instalada de calefacción                     | kW                   | 3        |      |      | Peso de la prensa con tablero    | kg  | 1390             |
| * Máx. superficie frontal moldeable                   | cm <sup>2</sup>      | 160      |      |      | Dimensiones: largo/ancho/altg    | mm  | 295 x 930 x 1685 |

\* Presión considerada en el molde = 250 bar

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

MODELO: NB-60

|   |                      |                  |      |      |  |                 |                    |
|---|----------------------|------------------|------|------|--|-----------------|--------------------|
| Diámetro del husillo                                      | mm                   | 28               | 32   | 35   | Fuerza de cierre sobre el molde              | kN              | 590                |
| Relación longitud diámetro del husillo                    | L:D                  | 21               | 18   | 16,4 | Fuerza de apertura del molde                 | kN              | 130                |
| Volumen de inyección calculado                            | cm <sup>3</sup>      | 97               | 127  | 152  | Fuerza extractor mecánico                    | kN              | 13,7               |
| Volumen efectivo de inyección                             | cm <sup>3</sup>      | 87               | 115  | 135  | Fuerza extractor oleodinámico (bajo presión) | kN              | 23                 |
| Capacidad efectiva de inyección (poliestireno)            | gr                   | 90               | 120  | 143  | Dimensiones placas                           | mm              | 490 x 490          |
| Volumen del material inyectado                            | cm <sup>3</sup> /sec | 46               | 60   | 71   | Distancia entre Columnas                     | mm              | 310 x 310          |
| Máx presión aplicada sobre el material                    | bar                  | 2160             | 1655 | 1380 | Carrera placa móvil                          | mm              | 180/310            |
| Capacidad de plastificación (PS) con motor M <sub>1</sub> | kg/h                 | 40               | 48   | 54   | Molde  | mm              | 150/350            |
| Velocidad de rotación del husillo                         | r.p.m                | 10.260 (10-410)* |      |      | <b>DATOS GENERALES</b>                       |                 |                    |
| Par de torsión del husillo                                | Nm                   | 420 (190/530)*   |      |      | Potencia mando de la bomba                   | HP              | 15                 |
| Fuerza de apoyo del grupo inyección                       | kN                   | 30               |      |      | Molduras por minutos (sin carga)             | m <sup>-1</sup> | 50                 |
| Zonas de calentamiento del cilindro de plastificación     | n                    | 3                |      |      | Potencia total instalada                     | kW              | 12                 |
| Potencia instalada de calefacción                         | kW                   | 4,5              |      |      | Peso de la prensa con tablero                | kg              | 1990               |
| *Máx superficie frontal moldeable                         | cm <sup>2</sup>      | 240              |      |      | Dimensiones largo x ancho x alto             | mm              | 3800 x 1075 x 1580 |

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

MODELO: NB - 90

|   |                      |                   |           |             |   |                  |                    |
|---|----------------------|-------------------|-----------|-------------|---|------------------|--------------------|
| Diametro del husillo                                  | m/m                  | 32                | 38        | 45          | Fuerza de cierre sobre el molde             | kN               | 885 (90 Mp)        |
| Relacion longitud diametro del husillo                | L/D                  | 24.5              | 20        | 17          | Fuerza de apertura del molde                | kN               | 217                |
| Volumen de inyeccion calculado                        | cm <sup>3</sup>      | 136               | 192       | 270         | Fuerza extractor mecánica                   | kN               | 10.8 (1.1 Mp)      |
| Volumen efectivo de inyección                         | cm <sup>3</sup>      | 123               | 173       | 243         | Fuerza extractor oleodinámico (bajo pedido) | kN               | 34 (3.47 Mp)       |
| Capacidad efectiva de inyección (poliestireno)        | gr                   | 130               | 182       | 255         | Dimensiones placas                          | mm               | 560 x 560          |
| Volumen del material inyectado                        | cm <sup>3</sup> /sec | 86                | 121       | 170         | Distancia entre Columnas                    | mm               | 360 x 360          |
| Max. presión aplicada sobre el material               | bar                  | 2135              | 1515      | 1080        | Carrera placa móvil                         | mm               | 180/360            |
| Capacidad de plastificación (PS)                      | kg/h                 | 72                | 80        | 95          | Altura molde                                | mm               | 150/400            |
| Velocidad de rotación del husillo                     | r.p.m                | 10/270            | (10/470*) |             | <b>DATOS GENERALES</b>                      |                  |                    |
| Par de torsión del husillo                            | Nm                   | 546<br>(55.7 kgm) | 350/805*  | (36.82 kgm) | Potencia mando de la bomba                  | HP               | 20                 |
| Fuerza de apoyo del grupo inyección                   | kN                   | 37                |           | (3.77 Mp)   | Moledos por minuto (sin carga)              | m. <sup>-1</sup> | 38                 |
| Zonas de calentamiento del cilindro de plastificación | n.                   | 3                 |           |             | Potencia total instalada                    | kW               | 21.6               |
| * Potencia instalada de calefacción                   | kW                   | 6.6               |           |             | Peso de la prensa con tablero               | kg               | 3400               |
| + Máx. superficie frontal moldeable                   | cm <sup>2</sup>      | 360               |           |             | Dimensiones largo/anchó/alto                | mm               | 4350 x 1170 x 1835 |

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO: NB -130

|   |                      |                  |           |              |   |                 |                    |
|---|----------------------|------------------|-----------|--------------|---|-----------------|--------------------|
| Diametro del husillo                                  | mm                   | 38               | 45        | 55           | Fuerza de cierre sobre el molde             | kN              | 1275<br>(130 Mp)   |
| Relacion longitud diametro del husillo                | L/D                  | 23,8             | 20        | 17           | Fuerza de apertura del molde                | kN              | 275                |
| Volumen de inyeccion calculado                        | cm <sup>3</sup>      | 240              | 337       | 503          | Fuerza extractor mecanico                   | kN              | 16,2<br>(1,65 Mp)  |
| Volumen efectivo de inyeccion                         | cm <sup>3</sup>      | 216              | 303       | 453          | Fuerza extractor oleodinamico (bajo pedido) | kN              | 34<br>(4,35 Mp)    |
| Capacidad efectiva de inyeccion (poliestireno)        | gr                   | 225              | 320       | 475          | Dimensiones placas                          | mm              | 630 x 630          |
| Volumen del material inyectado                        | cm <sup>3</sup> /sec | 93               | 130       | 195          | Distancia entre Columnas                    | mm              | 410 x 410          |
| Máx. presion aplicada sobre el material               | bar                  | 2180             | 1555      | 1040         | Carrera placa movil                         | mm              | 250/410            |
| Capacidad de plastificacion (PS)                      | kg/h                 | 65               | 95        | 115          | molde                                       | mm              | 220/450            |
| Velocidad de rotacion del husillo                     | r.p.m.               | 10/290           | (10/420)* |              | <b>DATOS GENERALES</b>                      |                 |                    |
| Par de torsion del husillo                            | Nm                   | 647<br>(66,30kg) | 395/898*  | (40,91 kg-m) | Potencia mando de la bomba                  | HP              | 25*                |
| Fuerza de apoyo del grupo inyeccion                   | kN                   | 41,6             |           | (4,25 MD)    | Moldeos por minuto (sin carga)              | m <sup>-1</sup> | 30                 |
| Zonas de calentamiento del cilindro de plastificacion | n                    | 4                |           |              | Potencia total instalada                    | kW              | 24,5               |
| Potencia instalada de calefaccion                     | kW                   | 9,5              |           |              | Peso de la prensa con tablero               | kg              | 4235               |
| * Máx. superficie frontal moldeable                   | cm <sup>2</sup>      | 500              |           |              | Dimensiones largo/ancho/alto                | mm              | 5100 x 1240 x 1925 |

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

MODELO: NB - 190

|   |                      |        |            |         |  |                 |                    |
|---|----------------------|--------|------------|---------|--|-----------------|--------------------|
| Diametro del husillo                                  | mm                   | 45     | 50         | 60      | Fuerza de cierre sobre el molde                | kN              | 1885<br>(190 Mp)   |
| Relación longitud/<br>diametro del husillo            | L/D                  | 22,5   | 20         | 16,5    | Fuerza de apertura del molde                   | kN              | 450<br>(46 Mp)     |
| Volumen de inyección calculado                        | cm <sup>3</sup>      | 381    | 471        | 678     | Fuerza extractor mecánico                      | kN              | 285<br>(27 Mp)     |
| Volumen efectivo de inyección                         | cm <sup>3</sup>      | 345    | 425        | 605     | Fuerza extractor oleodinámico<br>(bajo pedido) | kN              | 42<br>(4,25 Mp)    |
| Capacidad efectiva de inyección<br>(poliestireno)     | gr                   | 360    | 445        | 640     | Dimensiones placas                             | mm              | 710 x 710          |
| Volumen del material inyectado                        | cm <sup>3</sup> /sec | 143    | 176        | 254     | Distancia entre<br>Columnas                    | mm              | 460 x 460          |
| Max. presión aplicada sobre<br>el material            | bar                  | 1880   | 1525       | 1060    | Carrea placa móvil                             | mm              | 280 x 280          |
| Capacidad de plastificación (PS)                      | kg/h                 | 105    | 125        | 160     | Molde  | mm              | 240 x 500          |
| Velocidad de rotación del husillo                     | r.p.m.               | 10/250 | [10/340]   |         | <b>DATOS GENERALES</b>                         |                 |                    |
| Par de torsión del husillo                            | Nm                   | 980    | [697/1814] |         | Potencia mando de la bomba                     | HP              | 30                 |
| Fuerza de apoyo del grupo<br>inyección                | kN                   | 57,5   |            | 5,67Mp. | Moldeo por minutos (sin carga)                 | m <sup>-1</sup> | 30                 |
| Zona de calentamiento del<br>cuerpo de plastificación | n                    | 4      |            |         | Potencia total instalada                       | kW              | 30                 |
| Potencia instalada de calefacción                     | kW                   | 11,5   |            |         | Peso de la prensa con tableto                  | kg              | 5400               |
| *Max. superficie frontal moldeable                    | cm <sup>2</sup>      | 760    |            |         | Dimensiones largo ancho/alto                   | mm              | 5625 x 1395 x 1939 |



## ESPECIFICACIONES TECNICAS

MODELO: NB-260

|  |                      |         |      |      |                                   |    |                       |
|--|----------------------|---------|------|------|-----------------------------------|----|-----------------------|
| Diametro del husillo                                     | mm                   | 50      | 60   | 70   | Fuerza de cierre sobre el molde   | kN | 2550                  |
| Relación longitud/<br>diametro del husillo               | L/D                  | 24      | 20   | 17   | Fuerza de apertura del molde      | kN | 63                    |
| Volumen de inyección calculado                           | cm <sup>3</sup>      | 550     | 791  | 1077 | Fuerza de extractor ultradínamico | kN | 42                    |
| Volumen efectivo de inyección                            | cm <sup>3</sup>      | 495     | 717  | 970  | Carrera del expulsor              | mm | 700                   |
| Capacidad efectiva de inyección<br>(poliestireno)        | g                    | 520     | 750  | 1020 | Dimensiones placas                | mm | 850 X 865             |
| Volumen del material inyectado                           | cm <sup>3</sup> /sec | 167     | 240  | 321  | Distancia entre<br>columnas       | mm | 540 X 540             |
| Más. presión aplicada sobre<br>el material               | bar                  | 2240    | 1555 | 1140 | Carrera placa móvil               | mm | 320 ± 550             |
| Capacidad de plastificación<br>(poliestireno)            | kg/h                 | 140     | 180  | 205  | Espesor molde                     | mm | 280 ± 600             |
| Velocidad de rotación del husillo                        | r.p.m                | 10 ± 2% |      |      | DATOS GENERALES                   |    |                       |
| Par de torsión del husillo                               | kgm                  | 1540    |      |      | Potencia manija de la bomba       | KW | 30                    |
| Fuerza de apoyo del grupo<br>inyección                   | kN                   | 57.5    |      |      | Disparos por minuto (un carga)    |    | 28                    |
| Zonas de calentamiento del cilindro<br>de plastificación | n                    | 5       |      |      | Potencia total instalada          | kW | 47                    |
| Potencia instalada de calefacción                        | kW                   | 17      |      |      | peso de la presa con tablero      | kg | 9200                  |
| + Máx. superficie frontal moldeable                      | cm <sup>2</sup>      | 1040    |      |      | Dimensiones largo/ancho/alto      | mm | 6955 X 1620<br>± 7200 |

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO: NR-560

|   |                      |                 |                                  |                    |
|---|----------------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|
| Diámetro del husillo                              | mm                   | ø1 70 - R6      | Fuerza de cierre del eje (mm) KN | 3540 (360MP)       |
| Relación longitud diámetro del husillo            | L/D                  | 29 - 20 - 17    | Fuerza de apertura del motor kW  | 795                |
| Volumen de inyección calculado                    | cm <sup>3</sup>      | 876 1193 1558   | Fuerza retractor (unidad) mm     | 60                 |
| Velocidad efectiva de inyección                   | cm <sup>3</sup> /s   | 289 1073 1402   | Curva del eje pulido             | mm                 |
| Capacidad efectiva de inyección (desarrollada)    | lit                  | 830 1127 1472   | Dimensiones placas               | mm                 |
| Velocidad del material inyectado                  | cm <sup>3</sup> /sec | 247 336 439     | Distancia entre roldanas         | mm                 |
| Máx. presión operada (estática)                   | bar                  | 2055 11 10 1155 | Curva placa móvil                | mm                 |
| Peso neto de plástico (PSI)                       | kg/h                 | 170 220 250     | Espesor roldado                  | mm                 |
| Velocidad de rotación del husillo                 | r.p.m                | 10 - 185        | <b>DATOS GENERALES</b>           |                    |
| Fuerza tracción del husillo                       | Nm                   | 2467            | Potencia máxima de la bomba kW   | 37                 |
| Fuerza de aducción del grupo inyector (lit)       | lit/s                | 104             | Módulo primario (litros) gal/min | 22                 |
| Ángulo de asentamiento del cilindro de protección | gr                   | 6               | Potencia de la inyectora kW      | 60.6               |
| Potencia del motor de la inyectora                | kW                   | 216             | Peso del inyectora (kg)          | 1330               |
| Ángulo apertura del inyectora (gr)                | gr                   | 144             | Dimensiones del inyectora (mm)   | 78,0 x 17,0 x 2540 |

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

En nuestra sociedad pensamos que el desequilibrio importante -- entre el número de pobladores y la cantidad de satisfactores a - que tienen derecho constitucionalmente, como son alimentación su - ficiente, acceso a las fuentes de trabajo, educación, salud, etc. es una urgencia social; así como creemos que la planificación fa - miliar voluntaria es uno de los recursos importantes con que con - tamos para tratar de resolverla.

Entendiendo como planificación voluntaria, la contemplada como - un derecho de la pareja de decidir libre y concientemente sobre el número y espaciamiento de los hijos que deseen procrear. El - conocimiento y difusión de los conceptos sobre planificación fa - miliar voluntaria por parte de los trabajadores de la salud, --- constituyen una obligación y una necesidad de nuestra época, ya que forman un puntal importante de la política del estado sobre población, con el objeto de influir en su volumen, crecimiento, estructura y distribución para armonizar los procesos demográ - ficos con el desarrollo y elevar la calidad de vida de todos -- los mexicanos.

El término planeación familiar, se emplea para definir la acti - tud deliberada de la pareja o los individuos, para regular su - fertilidad empleando los métodos anticonceptivos disponibles.

Actualmente el empleo de los diferentes métodos que se usan para evitar el embarazo entran dentro del término Anticoncepción. Además la planificación familiar implica no sólo el aspecto de evitar el embarazo, sino también la promoción y programación del -- embarazo.

#### Métodos Actuales.

En términos generales los métodos actuales para regulación de la fertilidad se dividen en dos grupos, los temporales y los definitivos. Los primeros a su vez se clasifican en métodos biológicos, métodos mecánicos, métodos químicos e inhibición hormonal de la ovulación.

#### Métodos Biológicos.

La abstinencia sexual es uno de los métodos naturales para prevenir la concepción. Otro método variante al anterior es la abstinencia periódica o rítmica, ya que la mujer sólo puede quedar embarazada durante tres o cuatro días de cada ciclo; durante el resto del ciclo hay una esterilidad fisiológica.

El coito interrumpido es el método más antiguo de regulación de la fertilidad.

#### Métodos Mecánicos

Dentro de estos tenemos los siguientes:

- a) El condón o preservativo.

- b) El diafragma.
- c) El capuchón cervical, distinguiéndose del diafragma, por el hecho de que aquél se aplica firmemente sobre el por tio, por lo tanto debe ser el propio médico quien lo -- ajuste correctamente.
- d) El empleo de los denominados pesarios intrauterinos, cuya eficiencia estriba en el hecho de que provoca una endometritis crónica e impide así la nidación del óvulo.

#### Métodos Químicos.

La eficiencia de estos métodos se basa en la introducción en la vagina, antes del coito, de sustancias químicas capaces de destruir rápidamente los espermatozoides pero que además no destruyen la flora fisiológica vaginal, no irritan la mucosa vaginal ni la piel del varón. Estos anticoncepcionales químicos se presentan en diferentes formas: jaleas, unguentos, tabletas espumosas vaginales, supositorios vaginales, polvo espumoso con esponjas, etc.

## USO DE METODOS ANTICONCEPTIVOS. ( ESTADISTICAS)

Distribución porcentual de mujeres, por estado civil y condición de uso de métodos anticonceptivos.

| ESTADO CIVIL           | USAN | CONDICION USARON | DE USO NUNCA USARON | TOTAL |
|------------------------|------|------------------|---------------------|-------|
| TOTAL                  | 25.2 | 10.2             | 64.6                | 100.0 |
| Unidas                 | 37.8 | 14.0             | 48.2                | 100.0 |
| Desunidas <sup>1</sup> | 9.9  | 15.7             | 74.4                | 100.0 |
| Solteras               | 0.9  | 0.7              | 98.4                | 100.0 |
| Alguna vez unidas      | 35.3 | 14.2             | 50.5                | 100.0 |

1.- Desunidas comprende a las mujeres viudas, divorciadas y separadas.

Al considerar a las mujeres solteras, según el uso de métodos anticonceptivos, resulta poco significativo; solamente una mujer de cada 100 hace uso de los métodos, pero en las mujeres unidas, más de la mitad han usado alguna vez un método anticonceptivo; el 14% de las mujeres unidas usaron un método, pero en el levantamiento habían dejado de usarlo, significa que de las mujeres unidas alguna vez usuarias, el 23.8% dejó de usar métodos para evitar el embarazo.

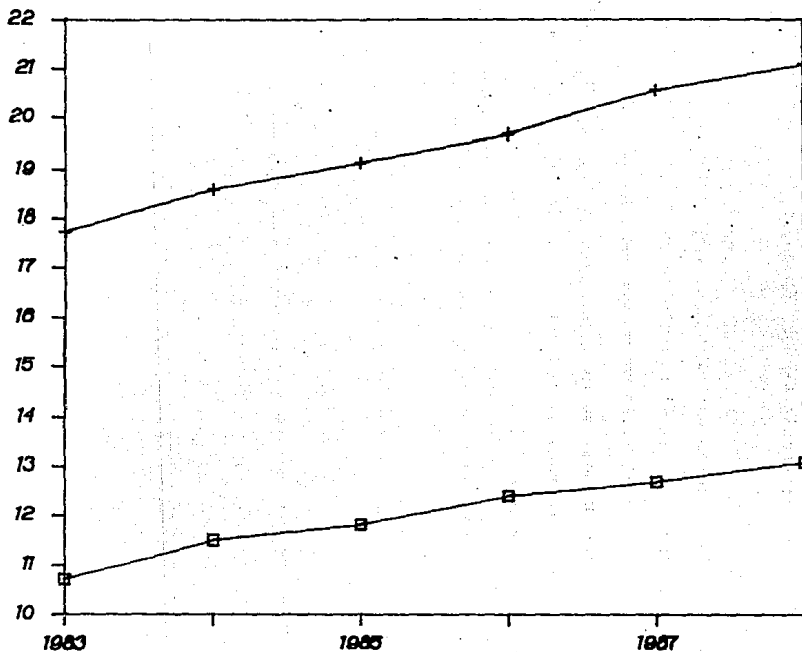
Características diferenciales por método de las usuarias actuales.

El 25.2% de las mujeres entrevistadas declararon utilizar un método anticonceptivo en el momento de entrevistarlas, este porcentaje aumentó al 35.8% en mujeres alguna vez unidas y al 37.3% en las unidas. En el cuadro siguiente se muestra la distribución porcentual de los métodos anticonceptivos usados por estas mujeres.

Estimación de Mujeres en Edad Fértil y Mujeres en Edad Fértil Unidas.

1983 - 1988 . ( Al 31 de Diciembre de cada año ) .

MILLONES DE MUJERES



□ UNIDAS

+ TOTAL

FUENTE: Estimaciones realizadas por la Dirección General de Planificación Familiar de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.



Distribución porcentual de mujeres usuarias por método anticonceptivo usado y estado civil.

| METODO                | ESTADO CIVIL |                   |       |
|-----------------------|--------------|-------------------|-------|
|                       | UNIDAS       | ALGUNA VEZ UNIDAS | TOTAL |
| Pastillas             | 33.2         | 33.0              | 33.1  |
| Dispositivo           | 16.0         | 16.1              | 16.1  |
| Ligadura              | 23.3         | 23.7              | 23.6  |
| Vasectomía en hombres | 0.6          | 0.6               | 0.6   |
| Inyecciones           | 6.4          | 6.4               | 6.7   |
| Preservativo          | 2.2          | 2.2               | 2.1   |
| Métodos locales.      | 2.9          | 2.9               | 2.9   |
| Ritmo                 | 9.1          | 8.9               | 9.0   |
| Retiro                | 4.6          | 4.5               | 4.5   |
| Otros                 | 1.7          | 1.7               | 1.6   |
| TOTAL                 | 100.0        | 100.0             | 100.0 |

En el mismo cuadro, se observa que una tercera parte de las usuarias unidas recurre a las pastillas para evitar embarazos.

Los métodos quirúrgicos (ligadura y vasectomía) cada vez tienen más aceptación. Para demostrarlo se señala que en 1976 la proporción de mujeres unidas que estaban esterilizadas era el 10.5% -- 1979 se elevó a 28.5%

Proporción de mujeres que alguna vez han usado métodos anticonceptivos, por grupos de edad y estado conyugal.

| EDAD  | ESTADO CONYUGAL |          |                  |                             |
|-------|-----------------|----------|------------------|-----------------------------|
|       | TOTAL           | SOLTERAS | CASADAS O UNIDAS | MATRIMONIO O UNION DESHECHA |
| 15-19 | 0.07            | 0.00     | 0.36             | 0.32                        |
| 20-24 | 0.36            | 0.02     | 0.59             | 0.44                        |
| 25-29 | 0.59            | 0.06     | 0.72             | 0.38                        |

Proporción de mujeres que alguna vez han usado métodos anticonceptivos, por grupos de edad y estado conyugal ( continuación)

| EDAD  | ESTADO CONYUGAL |          |                  |                             |
|-------|-----------------|----------|------------------|-----------------------------|
|       | TOTAL           | SOLTERAS | CASADAS O UNIDAS | MATRIMONIO O UNION DESHECHA |
| 30-34 | 0.63            | 0.04     | 0.71             | 0.37                        |
| 35-39 | 0.61            | 0.07     | 0.67             | 0.40                        |
| 40-44 | 0.43            | 0.04     | 0.52             | 0.18                        |
| 45-49 | 0.27            | 0.02     | 0.29             | 0.25                        |
| TOTAL | 0.39            | 0.01     | 0.59             | 0.32                        |

Distribución porcentual del total de mujeres según el uso de métodos anticonceptivos, por grupos de edad y método anticonceptivo usado.

| EDAD  | M E T O D O A N T I C O N C E P T I V O |         |     |      |       |         |      |           |            |           |         |        |      |
|-------|---|---------|-----|------|-------|---------|------|-----------|------------|-----------|---------|--------|------|
|       | TOTAL                                   | NO USAN | DIU | PAS  | VASEC | RITOMIA | RYNO | INYECCION | CONDOMINIO | DIAFRAGMA | RETORNO | ABORTO | OTRO |
| 15-19 | 100.0                                   | 96.0    | 0.5 | 1.3  | -     | 0.0     | 0.9  | 0.1       | -          | -         | -       | 0.1    | 0.8  |
| 20-24 | 100.0                                   | 72.8    | 5.6 | 11.2 | 0.1   | 1.3     | 4.6  | 0.7       | 0.1        | 0.1       | 0.0     | 1.5    | 0.8  |
| 25-29 | 100.0                                   | 54.3    | 8.0 | 16.6 | 0.3   | 2.9     | 5.1  | 0.5       | 0.1        | 0.8       | -       | 9.1    | 0.8  |
| 30-34 | 100.0                                   | 47.7    | 7.3 | 13.6 | 0.5   | 3.7     | 5.1  | 1.0       | 0.2        | 0.2       | 0.0     | 18.1   | 0.9  |
| 35-39 | 100.0                                   | 48.4    | 4.2 | 11.5 | 0.4   | 6.2     | 3.3  | 0.8       | 0.1        | 0.5       | 0.2     | 20.5   | 0.6  |
| 40-44 | 100.0                                   | 65.9    | 2.3 | 7.0  | 0.4   | 3.6     | 2.5  | 0.3       | -          | 0.2       | -       | 16.7   | 1.0  |
| 45-49 | 100.0                                   | 82.7    | 1.7 | 3.2  | -     | 2.6     | 0.5  | 0.8       | -          | 0.1       | -       | 7.9    | 0.0  |
| TOTAL | 100.0                                   | 69.8    | 4.2 | 9.0  | 0.2   | 2.4     | 3.2  | 0.5       | 0.1        | 0.3       | -       | 8.5    | 0.6  |

1.- Operación femenina.

2.- Ovulos, jalgas o espumas.

Porcentaje de mujeres unidas que saben dónde obtener métodos anticonceptivos, por método y lugar de obtención.

| METODO       | LUGAR DE OBTENCION |                 |          |             |      |           |        |       |       |       |
|--------------|--------------------|-----------------|----------|-------------|------|-----------|--------|-------|-------|-------|
|              | SECTOR PUBLICO     | SECTOR PRIVADO. | FARMACIA | CONSULTORIO | IMSS | SSA Y APC | ISSSTE | OTRAS | OTROS | TOTAL |
| Pastillas    | 29.6               | 41.9            | 37.3     | 4.0         | 9.9  | 16.8      | 1.4    | 1.5   | 0.6   | 71.5  |
| Preservativo | 4.6                | 16.8            | 16.1     | 0.6         | 1.4  | 2.7       | 0.3    | 0.2   | 0.1   | 21.4  |
| Dispositivo  | 42.9               | 8.6             | -        | 6.7         | 19.1 | 19.1      | 2.4    | 2.3   | 1.9   | 51.5  |
| Ligadura.    | 42.2               | 10.2            | -        | 8.6         | 23.1 | 12.1      | 3.2    | 3.8   | 1.6   | 52.4  |

1. Referente al Sector Público.

SSA. Secretaría de Salubridad y Asistencia.

APC. Agente del Programa Comunitario.

ISSSTE. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.

Distribución porcentual del total de mujeres según el uso de métodos anticonceptivos por grupos de edad.

| EDAD  | METODO ANTICONCEPTIVO USADO |         |             |           |           |          |       |       |     |      |      |
|-------|-----------------------------|---------|-------------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-----|------|------|
|       | TOTAL                       | NO USAN | VASEC TOMIA | PASTILLAS | INYECCION | CONDONES | RITMO | RETRO | 1   | 2    | OTRO |
| 15-19 | 100.0                       | 79.0    | -           | -         | -         | 1.5      | -     | -     | -   | 1.0  | 18.4 |
| 20-24 | 100.0                       | 88.7    | -           | 3.8       | 0.2       | 3.2      | -     | 0.6   | -   | 3.0  | 0.5  |
| 25-29 | 100.0                       | 58.1    | -           | 10.9      | 1.6       | 1.5      | 0.5   | 0.7   | -   | 11.2 | 15.1 |
| 30-34 | 100.0                       | 62.4    | -           | 13.6      | 7.9       | 7.9      | -     | 1.2   | 0.5 | 6.8  | -    |
| 35-39 | 100.0                       | 55.7    | -           | 2.4       | 2.9       | 3.0      | -     | 10.6  | 0.1 | 9.0  | 16.3 |
| 40-44 | 100.0                       | 79.4    | 0.4         | 3.7       | 5.0       | 1.7      | -     | 0.9   | -   | 8.8  | -    |
| 45-49 | 100.0                       | 88.5    | -           | 3.8       | 0.4       | 0.8      | -     | 0.4   | -   | 6.2  | -    |
| TOTAL | 100.0                       | 73.0    | 0.1         | 5.4       | 3.0       | 2.7      | 0.1   | 2.5   | 0.1 | 7.2  | 6.0  |

1.- Operación Femenina.

2.- Ovulos, jaleas o espumas.

## CAMBIOS PORCENTUALES EN LAS TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD

| 1970-1981      |                      |         |         |
|----------------|----------------------|---------|---------|
| GRUPOS DE EDAD | PORCENTAJE DE CAMBIO |         |         |
|                | ( I )                | ( II )  | ( III ) |
|                | 1970-75              | 1975-81 | 1970-81 |
| 15-19          | -6.2                 | -7.9    | -14.1   |
| 20-24          | -13.5                | -19.9   | -33.4   |
| 25-29          | -15.6                | -21.4   | -37.1   |
| 30-34          | -5.6                 | -28.0   | -33.6   |
| 35-39          | -31.2                | -12.1   | -43.3   |
| 40-44          | -                    | -       | -       |
| 45-49          | -                    | -       | -       |

(I)  $\frac{1970-1975}{1970} 100\%$

(II)  $\frac{1975-1981}{1970} 100\%$

(III)  $\frac{1970-1981}{1970} 100\%$

1 Efectividad de Diversos Métodos Anticonceptivos  
 Utilizados para evitar o Postergar Embarazos  
 (Estados Unidos, 1970-1973)

Embarazos Durante el Primer Año por  
 100 mujeres Casadas de 15-44 años.

| Método de<br>contracepción. | Uso para<br>postergar el<br>embarazo | Uso para<br>evitar el<br>embarazo | Tasas<br>estandarizadas<br>por intento |
|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Esterilización              | 0.0                                  | 0.0                               | 0.0*                                   |
| Anticonceptivos<br>orales.  | 2.0                                  | 2.0                               | 2.0                                    |
| DIU                         | 5.6**                                | 2.9**                             | 4.2                                    |
| Preservativos               | 13.7                                 | 6.6                               | 10.1                                   |
| Espumas, cremas<br>o jaleas | 16.7                                 | 13.1                              | 14.9                                   |
| Diagramas                   | 15.9                                 | 10.3                              | 13.1                                   |
| Ritmo                       | 28.8                                 | 9.5                               | 19.1                                   |
| Otros métodos               | 15.1                                 | 6.5                               | 10.8                                   |

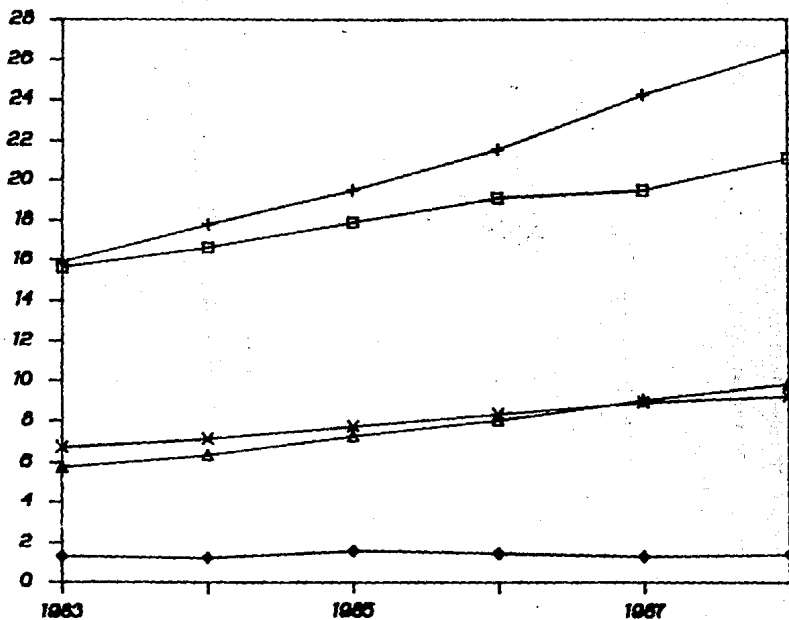
\* Tatum atribuye una tasa de fracaso a la esterilización de aproximadamente 0.4.

\*\* Diferencia no significativa estadísticamente p 0.01.

1. Fuente: Populations Reports; Dispositivos Intrauterinos, serie B. número 3, reimpresión mayo 1981.

Distribución de las Usurias de Métodos efectivos. ( 1983 - 1988 ) .

MILLONES DE MUJERES



□ PASTILLA

+ QUIRÚRGICOS  
Δ INYECCIONES

x DIU

◇ LOCALES



## DISPOSITIVOS INTRAUTERINOS

- 1 HISTORIA
- 2 MECANISMOS DE ACCION
- 3 VENTAJAS
- 4 DESVENTAJAS
- 5 TIPO DE DIUS
- 6 FACTORES DE DISEÑO
- 7 CARACTERÍSTICAS TECNICO-MEDICAS

Los dispositivos intrauterinos ( DIUs) son pequeños dispositivos de plástico diseñados para su inserción en el útero.

No se ha dilucidado cómo los DIUs evitan la concepción, pero la mejor teoría describe que el útero se vuelve resistente a la implantación del óvulo, el método no constituye una forma de anti-concepción, con mayor precisión, es una forma de contraimplantación.

El dispositivo debe ser seleccionado y aplicado en el interior del útero por un médico. Delgadas hebras de plástico -2-3 cm- salen de la matriz hacia la vagina. Si las hebras no pueden sentirse con los dedos, la mujer puede suponer que el DIU ha sido rechazado. O si el mismo dispositivo sale de la cervix, resulta ineficaz, en ambas circunstancias la mujer debe ver a su médico y mientras tanto tendrá que usar otra forma de control de la natalidad.

El DIU queda colocado permanentemente hasta que la mujer desea embarazarse, momento en el cual el doctor extrae el dispositivo ( ella o su cónyuge no deben nunca intentar extraerlo).

Después que nace el niño se inserta otro DIU . El DIU no afecta en forma alguna a la salud de ninguno de los vástagos nacidos, a dicha mujer ni a su capacidad para concebir. El DIU no se recomienda cuando hay inflamación pélvica o infección venérea, padecimientos del útero, etc.

## Historia.

La historia de las técnicas anticonceptivas data de varios siglos.

Se dice que Cleopatra usaba una esponja marina embebida en vinagre para prevenir el embarazo.

En el siglo IX un escritor y médico Persa Puhamed Ibn Zaharia describió un pesario oclusivo primitivo.

Una revisión histórica citada con frecuencia describe la colocación de guijarros en el útero de las camellas para prevenir los embarazos durante las travesías de las carabanas.

Algunos pesarios intracervicales y parcialmente intrauterinos se han conocido en la medicina durante varios siglos y una gran variedad de estos pesarios se hicieron populares en Europa y América a finales de 1880.

En 1884 Julius C. Pettit de Texas obtuvo un pesario que llamaba -batería intrauterina.

Los tallos de los pesarios se hicieron cada vez más largos y muchos de ellos se transformaron ocasionalmente en cérvico-uterinos.

Los pesarios con tallo estaban hechos de plata, cobre, marfil, goma dura y ébano.

Se sostuvo que tales pesarios de tallo largo sostendrían el útero evitando posiciones viciosas y curando las dismenorreas.

La simulación piadosa de que los pesarios no tenían ninguna intención anticonceptiva fué mantenida hasta el año 1903 cuando el Dr. Carl Hollweg solicitó la patente para un pesario del tipo - hueso del deseo que tenía intenciones veladas de ser usado como anticonceptivo.

Durante los primeros años del siglo XX aparecieron complicaciones ginecológicas graves por el uso inadecuado de los pesarios - con tallo cérvico-uterino. La inserción deliberada de estos pesarios en mujeres embarazadas provocó con frecuencia abortos --- sépticos.

En 1909 en la revista Deutsche Medizinische Wochenschrift apareció un artículo en el que fue descrito el primer dispositivo intrauterino práctico con una modesta publicación de dos páginas.

El diseño de este dispositivo debido al Dr. Richard Richter era un anillo flexible, hecho de crin de florencia ( fibra de seda natural).

Posteriormente se empezó a hacer mal uso de este dispositivo y - en virtud á las complicaciones consecutivas a dicha práctica inadecuada, la utilización de los dispositivos se detuvo durante -- los siguientes 50 años debido a los prejuicios médicos por una - parte y a los impedimentos legales por otra.

En 1923 se intentó revivir el método de la crin de florencia.

Karl Pust publicó una técnica usando un anillo hecho de tres he.

bras retorcidas del intestino del gusano de seda con una cola del mismo material, envuelta en hilos de seda, y en su extremo tenia fijo un botón de vidrio.

Desde el punto de vista práctico la utilización profesional de los dispositivos intrauterinos se inicia con el trabajo de Ernesto Graferberg al final de la década de 1920.

El anillo de Grafenberg estaba hecho de crin de florencia similar al de Richter del cual se diferenciaba solamente por no tener cola transcervical, pero para permitir su colocación, mediante rayos X, Grafenberg lo envolvió con un fino alambre de plata, lo que le confirió además cierta rigidez y dió como resultado menos número de expulsiones.

Durante la década de 1940 y los primeros años de 1950 la colocación de dispositivos intrauterinos se transformó en un arte prácticamente perdido. La única revista científica fue un breve trabajo de Halto y colaboradores quienes informaron sus resultados con el uso de un dispositivo tipo anillo de crin de florencia.

Mientras tanto ninguna institución médica importante de los E.E.U.U. aprobó la utilización de los D.I.U. hasta después de 1960 época en que el Dr. Lazde Margulies, comenzó a experimentar el primero de los dispositivos lineales en forma de espiral diseñando un modelo partiendo de un tubo de polietileno lleno de sulfato de bario para obtener opacidad radiológica.

En 1962 el Dr. Jack Lippes hizo otro importante avance en materia de D.I.U. con un diseño de tipo lineal de asa múltiple adoptando la cánula hueca desarrollada por Margulies; estableciendo que era posible añadir un hilo de plástico como cola al D.I.U. Estos hallazgos colocaron al D.I.U. en el mismo plano de aceptabilidad ética de los anticonceptivos orales, haciendo camino a una utilización más amplia de los mismos.

Los dispositivos modernos se han convertido casi en anticonceptivos perfectos bien tolerados y altamente efectivos.

#### Modo de Acción.

Se piensa que en el útero humano, las numerosas alteraciones celulares y bioquímicas inducidas por el DIU en el endometrio serían las responsables del efecto anticonceptivo. Los dispositivos no medicados, así como con cobre, estimulan una reacción inflamatoria o de reacción al cuerpo extraño en las paredes del útero. Después de la inserción del DIU aparecen en el endometrio y en los fluidos uterinos numerosos leucocitos polimorfonucleares, van seguidos a continuación por células gigantes de cuerpos extraños, células mononucleares, células plasmáticas y macrófagos. Estas células podrían absorber o consumir el espermatozoide o el óvulo fertilizado por un proceso de fagocitosis. Esta sería la teoría más aceptada. Otra teoría, que no sería incompatible, es que los cambios originados en el endometrio -

quizas estimulados por la reacción inflamatoria, retarda el ciclo hormonal normal creando de este modo un endometrio inhóspito para la implantación. Sin embargo no ha surpido ninguna evidencia de que el DIU actúe a través de ningún cambio fundamental en la función hormonal o en el ciclo menstrual.

Los DIUs medicados además de producir una reacción inflamatoria tienen efectos locales, los cuales podrían jugar un rol en su acción anticonceptiva. Los DIUs que contienen cobre interfieren con el sistema enzimático, con el DNA celular contenido en el endometrio, con el metabolismo del glucógeno, y con el estrógeno captado por la mucosa uterina. El cobre acrecienta la reacción inflamatoria. En las reacciones in vitro, los iones de cobre son tóxicos a los espermatozoides, pero este efecto es menos importante que la interferencia en el sistema enzimático.

Los DIUs que contienen progesterona, interfieren con la estimulación hormonal normal del ciclo endometrial. Mantenimiento de los niveles de progesterona altos, y en consecuencia relativamente bajos los niveles de estrógenos, estos dispositivos mantienen el endometrio en la fase decidual o progestacional, en la cual es improbable la implantación del óvulo. La pequeña cantidad de progesterona liberada por estos dispositivos pareciera no afectar la función ovárica y no es detectable en el suero sanguíneo.

El DIU es uno de los métodos modernos de anticoncepción más efectivos. El último estudio efectuado en los Estados Unidos --

sobre eficacia anticonceptiva, señaló una tasa de fracaso de 4.2 por 100 mujeres casadas cuyas edades eran de 15 a 44 años (ver cuadro siguiente). En usuarias de DIU y cuyo objetivo era evitar el embarazo, la tasa de fracaso fue 2.9 por ciento; es probable que estas mujeres tuvieran alrededor de 30 años y que hayan sido cuidadosas en el control de la expulsión. En mujeres que utilizaron DIUs para postergar o espaciar el embarazo, la tasa de fracaso fué de 5.6 por ciento.

En los Estados Unidos, los DIUs son en cierta forma menos efectivos que los anticonceptivos orales y la esterilización, pero a la inversa, en los países en desarrollo donde la mujer no está acostumbrada a tomar una píldora diaria, los DIUs frecuentemente presentan una tasa de fracaso menor que los anticonceptivos orales. La gran ventaja de los DIUs, por supuesto, es de que la efectividad del dispositivo no depende de acciones específicas de las usuarias, como tener que tomar una píldora -- todas las mañanas o en el caso de la usuaria de métodos anticonceptivos de barrera, tener que utilizarlos en cada cópula. En términos generales los dispositivos intrauterinos son relativamente fáciles de diseñar, baratos de fabricar y sometidos a regulaciones bastante menos severas que los medicamentos orales.



### Ventajas de los DIUs.

- 1.- Protección local: El dispositivo no provoca efectos generalizados que puedan no estar relacionados con la eficacia anticonceptiva, tales como aumento de peso, depresión psíquica o jaqueca. La función pituitaria no se ve modificada por la presencia del DIU y no hay alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos o de los lípidos y cambios que predispongan a las complicaciones tromboembólicas.
- 2.- Protección efectiva.- Los dispositivos intrauterinos modernos representan uno de los métodos de control de natalidad más seguros que se hayan diseñado. Solamente el uso diario disciplinado de un anticonceptivo combinado de tipo oral ofrece una protección equivalente contra la gestación. En contraste con los viejos tipos lineales de DIU, la segunda generación, que está ahora disponible, tiene un coeficiente de retención casi perfecta. Con el DIU la eficacia teórica y clínica se hace virtualmente idéntica debido a que no hay ninguna otra cosa que la paciente deba tomar o recordar para prevenir la concepción.
- 3.- Protección conveniente: Los dispositivos de anticoncepción intrauterina son incuestionablemente el método más conveniente de control de natalidad que se haya desarrollado. Con el DIU existe libertad absoluta no habiendo necesidad de tomar precauciones adicionales antes, durante o después del coito permitiendo una expresión sexual sin inhibiciones. Debido a que-

el DIU provee una protección única independiente de una motivación diaria sostenida, el método resulta igualmente efectivo en mujeres de situación socioeconómica baja, media o alta.

4.- Protección segura.- Los DIUs han sido colocados en todo el mundo, demostrando una seguridad medida inmejorable. En los tejidos adyacentes al dispositivo el mayor efecto documentado es una reacción moderada de tipo quimiotáctico en las capas superficiales del endometrio. En respuesta al DIU hay un aumento del número de leucocitos presentes, cambio que no implica potencialidades de transformación neoplástica. Los tejidos superficiales en contacto con el dispositivo son descamados normalmente con cada período menstrual lo que representa un factor de protección adicional.

5.- Protección prolongada: Ningún otro método de control de anticoncepción ofrece la protección permanente del DIU la que a su vez es absolutamente reversible. De acuerdo con la elección del paciente y del médico el DIU provee meses o años de eficacia virtual de 100%. Además después de la extracción del dispositivo la fertilidad natural se restablece rápidamente. La mayoría de las pacientes se embarazan dentro de los 3 a 6 meses después de la extracción del DIU y 90% después de los 12 meses.

Por razones de preferencia personal, de conveniencia, de grado de motivación, de seguridad médica o de corregir un trastorno ginecológico preexistente un método particular puede ser supe-

rior distintamente a otro. No obstante la elección de anti-conceptivo es una decisión muy personal y no debe ser hecha estrictamente sobre las bases de un promedio estadístico de seguridad o de aceptabilidad. El asesoramiento individual es la llave para una práctica de anticoncepción fructífera. De acuerdo a los objetivos más aceptados, sin embargo, el DIU moderno es un método excelente en el control de natalidad. Las contraindicaciones para el DIU son pocas, la protección contra el embarazo es muy buena y las complicaciones serias son raras. En la práctica de la anticoncepción dejen de lado el uso de los dispositivos intraúterinos, significa privar a la paciente de una opción importante y efectiva, ofrecerle un asesoramiento profesional menos adecuado del que ella tiene derecho a esperar.

EFFECTOS ADVERSOS. Frecuencia: Los D.I.U. en general tienen una frecuencia de embarazos de 2%, de expulsión del 10% de extracción del 15% por motivos médicos especialmente hemorragia y dolor durante el primer año de uso.

Metrorragia: El tipo de hemorragia anormal que se presenta es del tipo de menstruación abundante o duradera o hemorragia intermenstrual. Es posible que esta menstruación temprana sea producida por liberación prematura de prostaglandina, provocada por la presencia de cuerpo extraño en el útero.

Perforación: Aunque poco frecuente, una de las complicaciones potencialmente graves relacionadas con los D.I.U. es la perforación del fondo del útero. Ocurre inicialmente en la introducción. A veces en la introducción sólo la porción distal del D.I.U. atraviesa la pared del útero y después la contractilidad uterina en los meses siguientes completan la perforación. La frecuencia de la perforación guarda relación con la fuerza de la aplicación y con el tipo de D.I.U.

PROBLEMAS EN EL EMBARAZO. Anomalías congénitas: Cuando ocurre embarazo con un D.I.U. colocado, el Placenta se implanta lejos del aditamento de modo que este último es siempre extraamniótico. No hay datos que el feto en el útero tenga efectos perjudiciales en el desarrollo del feto.

Aborto espontáneo: Diversos estudios indican que si una paciente concibe con D.I.U. in situ y este no se extrae, la frecuen-

cia de aborto espontáneo es de aproximadamente 55%; con una frecuencia triple de la esperada en pacientes sin D.I.U.

**Aborto séptico:** La mayor parte de los datos acerca de aumento del riesgo de sepsis se funda en mujeres con D.I.U. de tipo escudo. Cuando el dispositivo ascendía al avanzar la gestación, las bacterias dentro de la cola tenían la posibilidad de causar infección uterina grave y a veces mortal.

**Embarazo ectópico:** El D.I.U. impide el embarazo ectópico con menos eficiencia que el intrauterino. Así pues, si ocurre un

embarazo con el D.I.U. in situ, hay más probabilidad de que sea ectópico que si no se utilizó D.I.U. esta frecuencia es de aproximadamente 10 veces mayor que en las no usuarias.

**Prematurez:** En un estudio de concepciones con T de Cu in situ el índice de prematurez entre nacidos vivos fue cuatro veces mayor cuando se dejó el D.I.U.

## TIPOS DE DIUs.

Algunos de los dispositivos más difundidos y utilizados hoy en día se describen a continuación:

**El Lippes Loop.** Moldeado por inyección de polietileno alathon-20 se presenta en cuatro tamaños. La incorporación de sulfato de bario al material sintético ha permitido que sea el Loop el primer DIU radio opaco. Dotado de dos hilos de nylon transcervicales permitió que fuera el Loop el primer DIU que tuvo una prolongación. Diseñador: Jack Lippes ( E.U.); fecha de introducción. Por empuje de émbolo.

**Saf-T-Coil.**-Moldeado por inyección de un copolímero el acetato -vinil etileno con sulfato de bario, agregado para ser radio opaco, el Saf-T-Coil se fabrica en tres tamaños, el 25-S, el 32-S y el 33-S. Los dos monofilamentos transcervicales son de nylon. Diseñador.- Ralph R. Robinson ( E.U.); fecha de introducción.-1965; tipo de inserción.-Retiro.

**Cu-7, o Gravigard.**- El efecto anticonceptivo del Cu-7 se debe en gran parte a los 200 mm<sup>2</sup> de superficie de cobre en forma de un alambre enrollado sobre el segmento inferior. Está moldeado por inyección de un homopolímero polipropileno con sulfato de bario agregado para la radioopacidad, se continúa con un simple hilo de polipropileno. Su diámetro es ligeramente menor que la T ( 28 mm vs 32 mm).Diseñador Jaime Zipper y Harvey Abramson (Chile); Fecha de introducción.- 1974; tipo de inserción.-Retiro.

TCu-200, o Gyne T.- Está moldeado por inyección de polietileno con sulfato de bario agregado para ser radioopaco. El alambre fino de cobre está enrollado sobre el segmento vertical del -- DIU con una superficie de exposición de cobre de 200 mm<sup>2</sup>. Diseñador.-Howard Tatum ( E.U.) y Jaime Zipper ( Chile); fecha de introducción ( 1972);Tipo de inserción.-Retiro

TCu-220.- Es una versión experimental modificada de la T con cobre; la TCu-220 tiene 7 mangas sólidas de cobre, dos en el brazo transversal y cinco en el vertical. Dotada de una superficie de cobre de 220 mm<sup>2</sup> este dispositivo tiene una vida efectiva mayor que el diseño de la TCu 200. Diseñador.-Consejo de Población ( E.U.); Tipo de inserción.- Retiro.

TCu-380 Ag.- Está dotada de dos mangas sólidas de cobre en el brazo transversal y un serpentín de alambre de cobre cuyo eje es de plata enrollado sobre el brazo vertical. El eje de plata pretende mantener el cobre sin fragmentar y de esta manera prolongar la vida efectiva del dispositivo. La superficie de cobre total expuesta es de 380 mm<sup>2</sup>. Viene dotado de dos filamentos transcervicales. Diseñador.- Consejo de Población ( E.U.); Estimación de vida efectiva según los diseñadores: 6-10 años; Tipo de inserción: Retiro.

Multiload-Cu250, o Multiload- D250.- Dispositivo que libera cobre con 250 mm<sup>2</sup> de superficie, expuesta en forma de un alambre enrollado sobre el eje vertical. Los brazos son de plástico ---

flexible con aletas en forma dentada que mantienen el dispositivo en su sitio sin alargar la cavidad. El tubo de inserción especialmente diseñado no utiliza émbolo. El Multiload se presenta en cuatro modelos: el tamaño corriente, un tamaño menor y un modelo en el que las aletas son de tamaño corriente pero con el tallo vertical más corto; estos tres modelos contienen 250 mm<sup>2</sup> con cobre. El cuarto modelo, de tamaño corriente contiene 375 mm<sup>2</sup> con cobre. Diseñador.- W.A.A. Van OsOs; fecha de introducción.-1974; las recomendaciones de los fabricantes sobre vida efectiva: 3 años.

Nova TCu-200 y 200Ag. Moldeado por inyección de polietileno con agregado de sulfato de bario para ser radioopaco. El alambre fino de cobre está enrollado sobre el eje vertical del dispositivo con una exposición de 200 mm<sup>2</sup> de cobre. La parte central del alambre es de plata 200 y que se ha agregado al alambre para reducir la fragmentación. Diseñadores.-Ahti Kosonen y Papani Luukkainen (Finlandia). Fecha de introducción.-1979.

La recomendación de los fabricantes sobre su vida efectiva: 3 años. Tipo de inserción.-Retiro.

Sistema Anticonceptivo Intrauterino Progestasert (Progesterona).

Sistema Anticonceptivo Intrauterino Progestasert (Progesterona)



na).

La progesterona es una base aceitosa de silicona es liberada a la cavidad uterina en una proporción de 65 Mg por día a través de la pared de acetato vinil etileno del tallo vertical.

El depósito en el tallo contiene 38 mg de progesterona. El brazo transversal es un copolímero sólido, además el dispositivo presenta dos monofilamentos transcervicales. Diseñador.-Alza Corporation ( E.U.); fecha de introducción.-1976; tipo de inserción: El tubo de inserción se carga automáticamente y el retiro es modificado.

Sistema Terapéutico Uterino. La progesterona o el levonorgestrel es una base polímera es liberada en el útero en una proporción de 25 o 2-4 mg. por día respectivamente, a través de las paredes del copolímero o acetato vinil etileno del tallo vertical y de los brazos cruzados. El dispositivo presenta dos monofilamentos transcervicales. Diseñador.-Alza Corporation; los fabricantes estiman una vida efectiva de 5 años; tipo de inserción.- El tubo de inserción se carga automáticamente y el retiro está modificado.

Anillo Chino.- Es un anillo formado por una espiral de un alambre de acero inoxidable y según se informó es el primer diseño de dispositivo intrauterino que usaron las mujeres en China.

Se dice que la tasa de expulsión es alta; en el caso de elimi-

nación, es reemplazado por la V de Shanghai. No presenta hilos. V China de Shanghai.- Se utiliza en el caso que el anillo de acero inoxidable es expulsado. Se dice que este dispositivo se mantiene en su lugar mejor que el anterior pero presenta como inconveniente, más pérdidas de dolor que el anillo. Consiste de un alambre de acero inoxidable cubierto por una manga de material sintético excepto en cuatro lugares, en donde el alambre de cobre está enrollado sobre el alambre de acero inoxidable. El dispositivo tiene dos monofilamentos transcervicales de plástico.

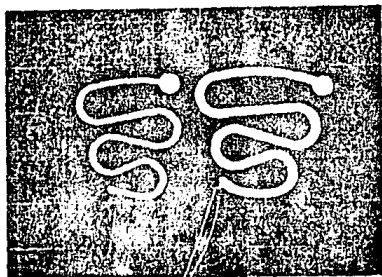
Dana Super.- Al acetato de vinil etileno se le agregó sulfato de bario para que fuera radioopaco. Presenta dos hilos de nylon transcervicales. Tipo de inserción.- Por empuje del émbolo.

Anillo de Ohta.- Es un anillo de polietileno al que se le incorporó sulfato de bario para su radioopacidad. Diferentes variantes de este diseño se han producido en Japón incluyendo recientemente un dispositivo en forma de espiral. No obstante este último diseño según la información, no ha ganado popularidad. No presenta hilos transcervicales.

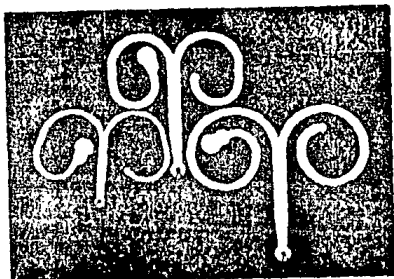
Y de Soonawala.- Dispositivo en forma de Y con cobre alrededor de ambos brazos en una área de exposición de 250-300 mm<sup>2</sup> de superficie. El extremo de cada brazo es bulboso para cubrir la punta del tubo de inserción y de este modo facilitar la inserción. Diseñador. R.P. Soonawala ( India) fecha de introducción 1972; la recomendación de los fabricantes sobre vida efectiva-

de este dispositivo es de 4 años. Tipo de inserción: Retiro del tubo de inserción.

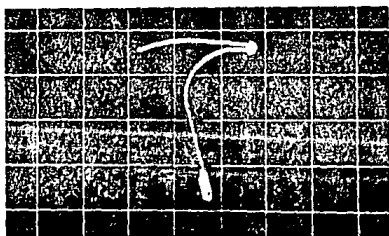
Lippes Loop modificado.- Los brazos del dispositivo Lippes - Loop han sido recubiertos con acetato de vinil etileno que -- transporta trasylol, una proteasa inhibidora para reducir el sangrado excesivo. La droga es liberada en proporción de aproximadamente 100 mg. por día. Diseñador.-Programa Internacional de Investigación en Fertilidad ( E.U.)



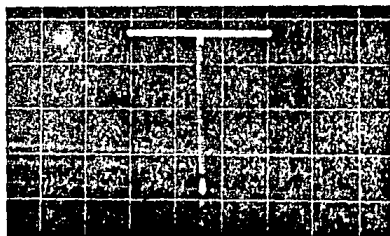
Lippes Loop



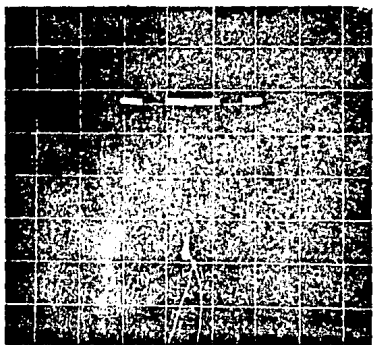
Saf-T-Coil



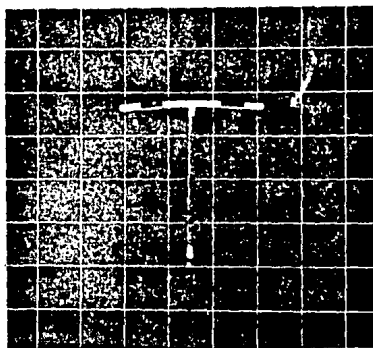
Cu-7, o Gravigard



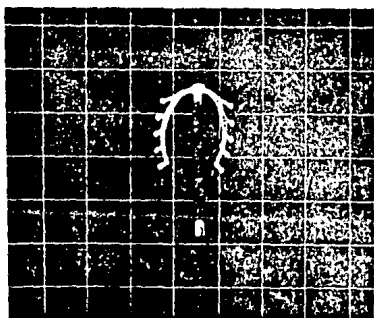
TCu-200, u Cyne T



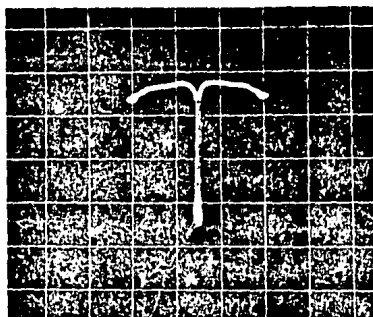
TCu-220



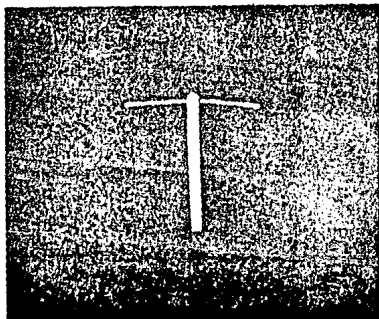
TCu-300 Ag



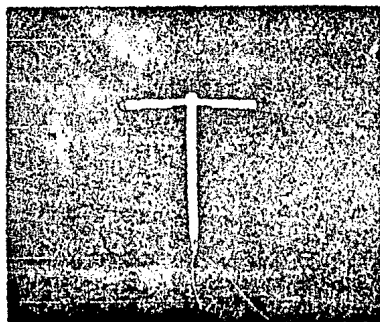
Multiload-cu250, o Multiload-D250



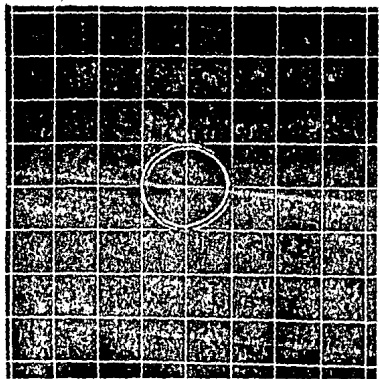
Nova TCu-200 y 200 Ag



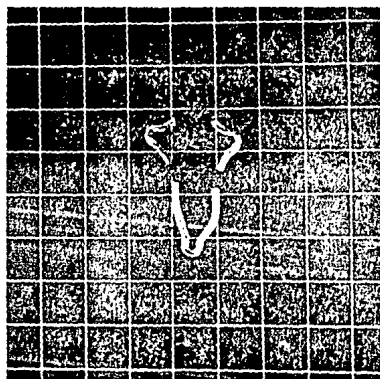
. Sistema Anticonceptivo Intrauterino Progestasert (Progesterona)



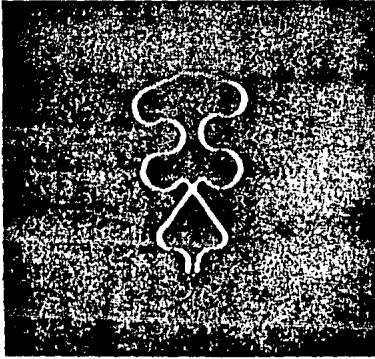
. Sistema Terapéutico Uterino



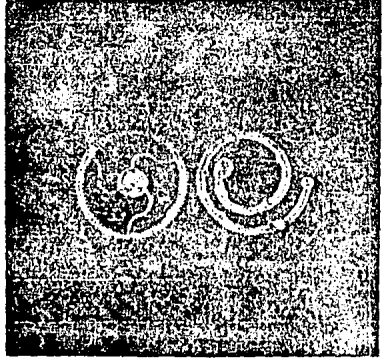
Anillo Chino



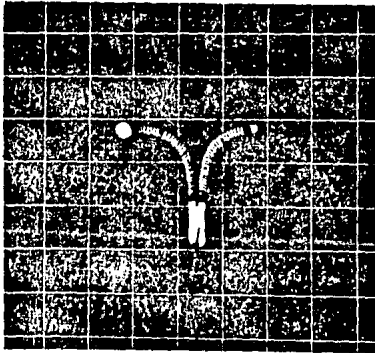
Y China de Shanghai



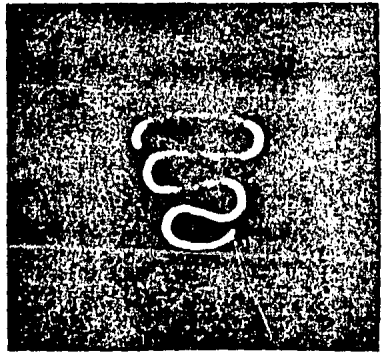
Dana Super



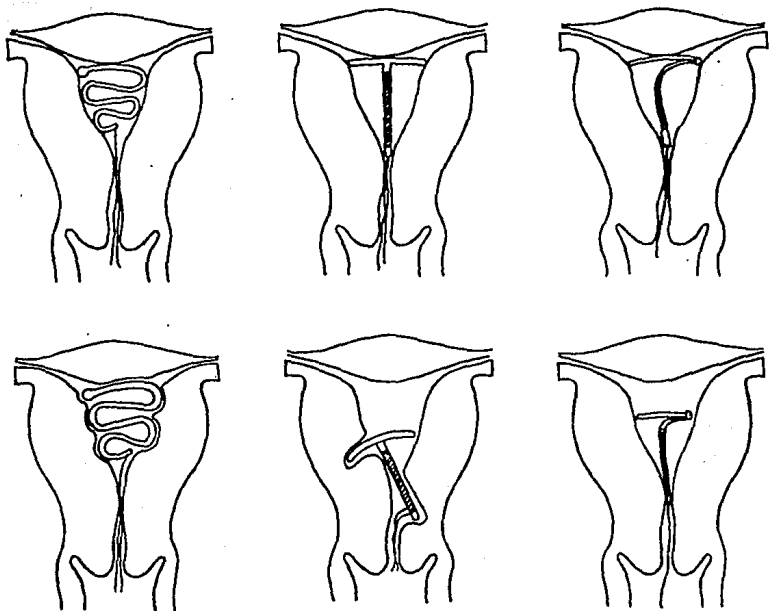
Anillo de Ohta



Y de Soonawala



Lippes Loop Modificado



En la fila superior, de izquierda a derecha, los dispositivos Lippes Loop, la TCu-200 y el Cu-7 están colocados en posición correcta en la parte alta del fondo uterino; en la fila inferior se muestra un dispositivo Lippes Loop que es muy grande para la cavidad y que está previonando e irritando el endometrio, la TCu-200 que está perforando el cervix, y el Cu-7 que resulta muy pequeño para la cavidad y que se ha deslizado o que se ha ubicado fuera de su posición por las contracciones uterinas. Es probable que los DIU de la fila inferior induzcan a una tasa elevada de embarazo, expulsión y retiro por hemorragia dolor.



## FACTORES DE DISEÑO DE LOS DIUS.

La elección indebida del momento de la inserción es la causa mayor de perforación. Sin embargo el diseño del dispositivo tiene influencia también sobre el riesgo de perforación. Los dispositivos lineales que presentan un extremo puntiagudo anterior pueden ser forzados a través de la pared uterina más fácilmente que los dispositivos que presentan un borde anterior amplio o relativamente rombo. En forma similar, aquellos dispositivos hechos de materiales rígidos o relativamente duros pueden ser forzados a través de una falsa vía más fácilmente que aquellos hechos de materiales plegables. Los dispositivos en asa y espiral han sido mejorados recientemente haciendo el extremo anterior abultado.

La construcción del aplicador también influye el riesgo de perforación. El principio de la cánula que se emplea para insertar muchos de los DIUs disponibles en el comercio contribuyeron al peligro de la perforación del útero. Dispositivos comprimidos para la inserción dentro de un aplicador tubular pueden ser inyectados en forma inadecuada y forzados contra la pared uterina en lugar de ser depositados dentro de la cavidad del útero. Si se produce una expulsión forzada del asa o del espiral al empujar el émbolo de la cánula y ésta se encuentra con la punta firmemente apoyada contra la pared uterina es fácil penetrar en el espesor de la musculatura del órgano.

Debe tenerse cuidado al usar los dispositivos de tipo lineal, para no introducir el DIU dentro de la cánula de inserción hasta que el procedimiento se encuentra bien avanzado. El asa en particular tiende a perder su memoria rápidamente y asumirá formas grotescas e indeseables dentro de la cavidad uterina si el dispositivo permanece en la cánula durante mucho tiempo antes de la inserción. La disponibilidad de dispositivos que se proveen en paquetes cargados y estériles con aplicadores descartables hacen necesaria una permanencia prolongada dentro de la cánula de aplicación.

## CARACTERISTICAS TECNICO-MEDICAS.

Las actividades actuales de investigación que involucran a los DIUs pueden ser descritas en cuatro categorías diferentes pero superpuestas:

- Evaluación de las características de desempeño de los -- dispositivos actuales en uso, con especial atención a - complicaciones serias tales como embarazo ectópico e infección aguda.
- Pruebas clínicas de diseños experimentales, especialmente de aquellos que contienen ingredientes activos tales como sales metálicas, hormonas esteroideas y agentes antifibrinolíticos para determinar la cantidad óptima y - la vida efectiva de las sustancias activas.
- Perfeccionamiento de las técnicas de inserción, dispositivos de medición y aplicadores para así poder asegurar una mejor aplicación y posición del dispositivo dentro del útero.
- Desarrollo y pruebas clínicas de dispositivos con componentes de retención biodegradables, para así poder reducir la expulsión de la inserción post parto o post aborto.

Las diferencias en las tasas de contingencia entre diferentes - centros es casi tan grande como las diferencias entre los dis-

positivos. En general, el Lippes Loop D tiene menor tasa de terminación que los otros dispositivos no medicados mientras que la TCU-200 tiene en cierta forma, tasa de resultado menor que el Lippes Loop. En otros estudios, por ejemplo, el dispositivo con cobre no difiere mayormente del Loop en las tasas de embarazo y expulsión, pero muestra una tasa menor de extracción por dolor y hemorragia.

Estudios recientes del Consejo de Población han comparado la TCU-200, dispositivo que ahora está con licencia de uso en E.U., con la TCU-200 y la TCU-380, ambos dispositivos todavía en la etapa experimental. De diseño diferente al TCU-200, el cual tiene alambre de cobre solamente en el brazo vertical, la TCU-220 tiene 7 mangos de cobre, 5 en el brazo vertical y un mango en cada uno de los brazos transversales. La TCU-380 tiene un mango con cobre en cada uno de los brazos transversales y un alambre con cobre enrollado sobre el segmento vertical. La ubicación del cobre en la parte superior del dispositivo y que permanece en el fondo de la cavidad uterina, se piensa que es el motivo de la tasa pequeña de embarazos con la TCU-220 y 380. El Consejo de Población encuentra que la TCU-380 es algo más fácil de fabricar que la TCU-220. También basados en datos aún no publicados la TCU-380 tiene ligeramente mejor récord que la TCU-220. El Consejo, por tal motivo ha decidido concentrarse en la TCU-380 como su segunda generación de dispositivos con cobre antes que la TCU-220, si bien el

dispositivo de 220 ha sido usado más ampliamente.

El cobre fue el primer agente que se usó ampliamente. Zipper está experimentando con una combinación de cobre-zinc que podría efectuar cambios electrolíticos en el útero, pero la mayoría de las investigaciones con metales están orientadas sobre la cantidad óptima y la ubicación del cobre. La TCU-200 y el Cu-7 están autorizados para la venta en los E.U. con una vida útil de 3 años. La TCU-220 y la TCU-380-A teóricamente tienen una vida útil más prolongada y el Consejo de Población está recogiendo datos para procurar la aprobación por USFDA<sup>(2)</sup> del 380 por un período más largo. Una nueva versión, a título de ensayo denominado 380 Ag, incluye 380 mg de alambre de cobre con el centro de plata y enrollado sobre el brazo vertical de la T. Se espera que el centro de plata evite la fragmentación del cobre y de esta forma se pueda extender la vida útil del dispositivo por más tiempo. Con una pequeña diferencia del dispositivo de alambre con cobre y el centro de plata, se está fabricando ahora en Finlandia como Nova T.

Además del agregado de cobre, el cual actúa primariamente incrementando el efecto anticonceptivo del dispositivo en forma de 7 o de T, los dispositivos intrauterinos también han sido ensayados y usados como conductores de hormonas esteroideas. Reconocidos como agentes anticonceptivos, los esteroides

\* (2) Administración de Alimentos y Medicinas en E.U.

dentro del DIU pueden liberar localmente en el útero dosis bastante menores que las requeridas para administración oral y -- con efectos colaterales sistémicos mínimos. El progestasert de sarrollado por la Corporación Alza está ya en uso. Contiene un depósito de 38 mg de progesterona en aceite siliconado y está aprobado por USFDA con vida efectiva de un año. Alza está actualmente recogiendo datos para extender el período de vida -- útil a 18 meses. Una nueva versión manufacturada en México con tiene 52 mg de progesterona y es efectiva de acuerdo a los datos de Alza, por tres años. Otro tipo de dispositivo que se -- piensa puede ser efectivo por más de 10 años está también sien do ensayado.

La Organización Mundial de la Salud y el Consejo de Población, ambos están ensayando dispositivos en forma de T que liberan levonorgestrel un progestágeno sintético. Según la información de OMS el dispositivo tiene una tasa de liberación constante de cerca de 2mg diarios y una vida efectiva mínima de 5 años; está diseñado para disminuir el flujo menstrual de 40 a 60 -- por ciento. Los estudios clínicos sobre su eficacia se inicia ron en 1979. El Consejo de Población está ensayando un dispositivo cuyas tasas de liberación son de 10, 20 y 30 mg de levonorgestrel diarios; Aún a estas dosis no se impedirá la ovu lación pero habrá una acción local dentro del útero. Dentro -- del campo o esfera de acción de estos estudios, Luukkainen de-

determinará la dosis-efecto del control de pérdida sanguínea, supresión del desarrollo del endometrio y sobre el moco cervical.

El Centro de Investigaciones en Población del Instituto Nacional de Salud de los E.U., está explorando las posibilidades de uso de estrógenos, estriol, en un dispositivo intrauterino. Estos estudios aún no han alcanzado un estadio de ensayo clínico. Otro grupo de agentes farmacológicos que se han incorporado a los dispositivos intrauterinos son los inhibidores fibrinolíticos como el ácido tranexámico (ANCA) y el ácido aminocaproico epsilon (EACA). Estos aminoácidos sintéticos han sido empleados por vía oral para reducir la pérdida sanguínea en menstruaciones. M.I. Ragab y M.N. Thomas en Egipto, mostraron cómo un dispositivo U-Coil que libera 4.3 Mg. de ácido tranexámico diarios produjo un cambio de la tasa de pérdida sanguínea de 1.1 por 100 mujeres que utilizan dispositivos U-Coil que liberan cobre. Entre los planes de IFRP figuran el apoyo a estudios en diversos países para usar el ácido aminocaproico o el ácido tranexámico incorporados a dispositivos, con el objeto de reducir el sangrado menstrual.

H.M. Hasson recomienda un diseño de DIU que (1) pueda permanecer estable en el fondo de la cavidad y que le permita resistir las contracciones bajas del segmento inferior del útero; (2) se debe evitar que los bordes sean filosos o que las extremidades agudas puedan causar lesiones en el endometrio o hemorragias; (3) se debe combinar una curvatura transversal elástica con un eje rígido; y (4) deberá ser 1.23 a 1.75 cm más pequeño que la cavidad endometrial. En un estudio de 319 mujeres él encontró que las tasas de embarazos, expulsiones y extracciones por razones médicas fueron altas si el dispositivo era muy grande debido a perforaciones o irritaciones del endometrio; o muy pequeño, modificando su posición debido a las contracciones uterinas. En forma similar Ibrahim Kamal, en Egipto, ha estudiado grandes series de DIUs por largos intervalos utilizando rayos X y medios de contraste para el perfil del útero. Sus estudios mostraron que los embarazos y efectos secundarios se presentan con mayores probabilidades cuando el dispositivo está ubicado pobremente, o cuando no cubre adecuadamente el fondo uterino. Se ha efectuado el desarrollo y los ensayos clínicos de dispositivos con compuestos biodegradables, diseñados con el objeto de disminuir la expulsión después de la inserción post parto o post-aborto inmediato. La organización IFRP está probando dispositivos en T y Lippes Loop modificados con saturas



de catgut crónico en el brazo superior del DIU. Cuando el dispositivo es insertado, el recorte terminal, libre, de las suturas actúa como dientes y mantiene el dispositivo in situ durante la violación del útero. Las suturas posteriormente son disueltas por los fluidos corporales y desaparecen en el transcurso de semanas, después que el período de expulsión inmediato ha desaparecido.

Mientras se mantienen grandes esperanzas de que algunas mejoras pueden hacerse para un mejor desempeño del DIU, especialmente por la adición de agentes activos o de material biodegradable, sin embargo, existe menos expectación actualmente que hace una década de que el dispositivo pueda ser mejorado lo suficiente como para que pueda llenar las necesidades anticonceptivas de todas las mujeres. El mayor desafío tecnológico en la investigación y el desarrollo del DIU, se encuentra en que los parámetros clínicos importantes del DIU son tan independientes que el cambio en el diseño del rendimiento en una área a menudo resulta en un desempeño menor en otras áreas.

Por ejemplo, un incremento en el área superficial del DIU puede conducir a una disminución sustancial en la tasa de embarazos accidentales, pero al mismo tiempo probablemente se incrementa la incidencia de extracciones por pérdidas sanguíneas o por dolor. Una mayor rigidez reducirá la expulsión, pero al mismo tiempo aumentará la tasa de extracciones por pérdidas o dolor.

De este modo, mientras las investigaciones llevadas a cabo durante los 20 años últimos, han producido un cúmulo de conocimientos acerca de los DIUs, no se ha diseñado un tipo de DIU ideal que minimice los problemas clínicos.

La "T de nylon" dispositivo intrauterino: área de superficie contra cobre agregado.

Un estudio para valorar el efecto relacionado con los iones de cobre y el aumento en el área de superficie a través de la costura de alambre de la varilla del dispositivo en "T" fue llevado a cabo. El diseño experimental fue colocado para analizar una hipótesis que señala que la eficacia del dispositivo de cobre es el resultado de un aumento en el área de superficie del DIU y no un resultado del cobre por sí mismo.

98 dispositivos TCU de 200 mm<sup>2</sup> fueron despojados de su alambre de cobre y recubiertos con hilo de nylon del mismo largo, calibre y área de superficie. Los dispositivos fueron reempacados y esterilizados con gas. Los 98 dispositivos "T de nylon" -- fueron colocados en 1977 y se hizo seguimiento durante dos años. El hallazgo más importante fue que el reemplazo del alambre de cobre por hilo de nylon, mostró en efecto anticonceptivo muy similar.

Estudios sobre el Cu-7.

Esencialmente, el tamaño, el área de la superficie y la rigidez del dispositivo eran la máxima importancia. Un dispositi-

vo con una mayor área de superficie ofrecería siempre una tasa de expulsión de cada dispositivo hasta entonces desarrollado proporcional a su rigidez. Además si la rigidez aumentaba, disminuía la expulsión, pero aumentaba la metrorragia. Así, las propiedades físicas y biológicas requeridas para la obtención de un óptimo resultado anticonceptivo con escasa metrorragia, y bajas tasas de expulsión se hallaban intrínsecamente -- opuestas.

Debido a estas limitaciones intrínsecas, los dispositivos intrauterinos " inertes", han fracasado al no poder dar tasas de continuidad las cuales difieren significativamente.

Es posible separar la eficacia de un DIU de la dependencia de su tamaño o de su superficie.

El efecto antifertilidad del cobre metálico era directamente proporcional en su superficie. Esto sugirió que los iones cobre eran liberados de la superficie del metal y de los productos de oxidación del cobre, por lo tanto eran responsables de la acción antifertilidad. Esto se demostró por experimentos ulteriores en los que se usó cobre y zinc metálicos enrollados juntos sobre el mismo portador. En esta situación, el efecto anticonceptivo se debía a la mayor disponibilidad del ion cobre, resultado obvio del par electroquímico zinc-cobre.

Se ha demostrado que la anticoncepción intrauterina con el cobre puede lograr un alto grado de eficacia antifertilidad-

acercándose a tasa de 1% de fracaso anual. Además, debido a la pequeñez del portador, se produce una distorsión mínima de la cavidad intrauterina, obteniéndose una frecuencia muy disminuida de expulsión espontánea, de sangrado y dolor.

A mayor rigidez, menor expulsión y mayor sangrado. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente:

RELACION ENTRE RIGIDEZ MECANICA Y TOLERANCIA  
DE LOS PACIENTES A LOS DIUs EN FORMA DE 7 DE  
DIFERENTES COMPOSICIONES.

| Polímero usado (%) | Indice de Rigidez(%) | Primeras Expulsiones(%) | Dolor Sangrado | meses mujer de uso | No.de primera inserciones |
|--------------------|----------------------|-------------------------|----------------|--------------------|---------------------------|
| Poliétileno        | 1.0%                 | 15.1                    | 0.7            | 2891               | 291                       |
| Poliétileno(75)    |                      |                         |                |                    |                           |
| Polipropileno(25%) | 2.7                  | 3.7                     | 3.7            | 2475               | 261                       |
| Polipropileno      | 8.2                  | 2.1                     | 5.4            | 2835               | 186                       |

Estudios Clínicos con el Cu-7

Su diámetro longitudinal doblado es de 2mm., incluyendo el diámetro del alambre. Su longitud es de 36mm. y una vez abierto en el interior de la cavidad uterina, su longitud transversal es de 27 mm. Se hicieron los siguientes prototipos:

- Se enrolló un alambre de cobre de 0.2 mm. de diámetro y 32 cm. de longitud alrededor del brazo vertical. La superficie de cobre era alrededor de 200 mm. 2. Este tipo se cono -----

ce como Cu-7 200.

b) Se añadieron 50 mm<sup>2</sup> de alambre de cobre al brazo horizontal para dar el tipo Cu-7 250.

c) Se añadieron 100mm<sup>2</sup> de cobre al tipo ( a ) en el brazo horizontal para dar el tipo Cu-300.

Obteniéndose los siguientes resultados:

Con el Cu-7 200 se demuestra que las tasas de embarazos y de remoción con similares a las obtenidas con el T-Cu 200, al igual que las tasas de continuidad. Esto es debido a las semejanzas en la relación entre superficie del dispositivo, superficie metálica y colocación de esta superficie en la cavidad uterina, y a la rigidez de ambos portadores que solo difieren en forma, sin embargo, Cu-7 ofrece algunos ventajas a este respecto, ya que permite una disminución en el diámetro de introducción cuando está doblado, lo cual la hace especialmente adecuado para nuli-grávidas.

EL total de 2345 meses-mujer acumulados con dispositivos Cu-7-250 y Cu-7-300, casi son suficientes para demostrar que la tasa de embarazo será de cero o muy cercana a cero durante el período activo del alambre de cobre. Es importante observar la tasa de Metrorragia fundamental, ya que las cifras con actividad farmacológica pueden aumentarse con facilidad, sin el desarrollo de la complicación de los dispositivos intrauterinos inertes.

Los datos clínicos obtenidos con nuestra experiencia en 21 meses del uso del Cu-7-200 indican que la tasa de embarazo para el primer año es 2.2 y 0,7 para el período de los nueve meses posteriores observados durante el segundo año. Por lo tanto, es lo más probable que el dispositivo mantenga su eficacia total cuando menos durante 3 años. Un leve aumento del diámetro de alambre de 0.2 mm a 0.25 mm, proporcionará un dispositivo que excederá en 5 años su uso con eficacia total.

Los datos disponibles sobre Cu-T y Cu-7 publicados hasta la fecha, en relación a la cantidad de cobre y su eficacia anti-conceptiva, Gibor ha desarrollado una fórmula matemática que predice que sería necesario un aumento considerable de la superficie activa de los 200 mm<sup>2</sup> de cobre para obtener una leve disminución en la tasa predecible de embarazo durante el primer año.

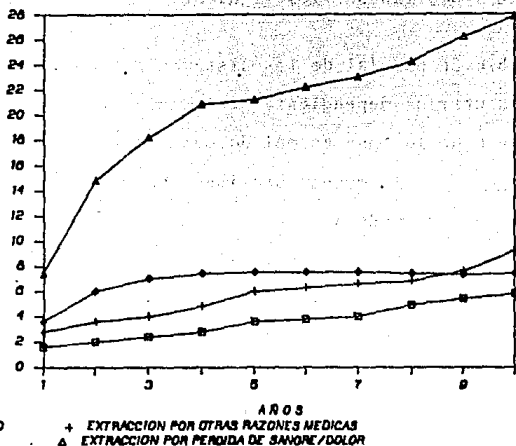
Si el mecanismo de acción está relacionado principalmente con la alteración de la fisiología de la mucosa, podríamos desarrollar un dispositivo con una tasa de embarazo de cero, usando un mínimo de material activo y colocándolo cerca de la zona de implantación del huevo. Los actuales experimentos con el dispositivo denominado Cu-7200-II (cobre sobre el brazo horizontal) en el cual la cantidad de cobre es igual o idéntica a la del Cu-7-200-V (brazo vertical) confirmarán que la colocación y por lo tanto la localización del cobre es crítica.

El mecanismo de acción del cobre intrauterino consiste en un cambio bioquímico de la fisiología del endometrio, ya que no se han-

encontrando cambios morfológicos en la mucosa uterina, estos cambios bioquímicos podrían ser los siguientes.

- a) Inhibición parcial de los sistemas enzimáticos de la mucosa uterina dependientes del zinc.
- b) Aumento de la tasa normal de captación endógena del estrógeno por la mucosa uterina ( Vedo y Zipper, resultados no publicados).
- c) Captación activa del cobre liberado por el dispositivo durante la fase secretoria del ciclo menstrual y su concentración y excreción mediante las vacuolas secretorias, produciendo una inhibición de los sistemas enzimáticos presentes en el medio uterino y necesarios para la implantación del huevo.

CONTINGENCIAS A 100 MUJERES QUE INGRESAN AL ESTUDIO



Tasas acumulativas durante diez años de embarazo, expulsión, extracción por hemorragia/dolor y extracción por otras razones médicas. Dispositivos Lippes Loop C y D (Tasas acumulativas netas).



Diez años de experiencia con el dispositivo Lippes Lopp, ampliamente usado, muestra que la hemorragia y el dolor son las principales razones de la discontinuación del uso, seguida por expulsión, otras razones médicas y el embarazo.

La preferencia por los diferentes tipos de métodos anticonceptivos se ha venido modificando y se observa una tendencia hacia aquellos considerados de mayor efectividad.

Esta tendencia muestra diferencias si se analiza por separado al sector público y al privado. En el primero hay mayores incrementos en la utilización de métodos quirúrgicos y del dispositivo intrauterino; esta misma situación se encuentra en las áreas urbanas al compararse con las rurales.

En cuanto a la evolución del uso de anticonceptivos en los diferentes grupos de edad fértil de la población de mujeres unidas, observamos que, para 1982, el porcentaje de uso era superior al 55% en los grupos de edad 25-29 a 35-39 años; en cambio, en grupos de edad joven de 15 a 19, apenas el 20% de las mujeres usaban algún método anticonceptivo.

Es notorio el incremento que se ha observado en el uso de anticonceptivos en las mujeres jóvenes entre 20 y 34 años de edad. Ello indica un posible aumento en el uso para fines de espaciamiento del tiempo entre un nacimiento y el siguiente, lo cual tendrá efectos importantes en la salud materna e infantil y en la descendencia de las mujeres al final de la vida reproductiva.

Los logros obtenidos por el Plan Nacional de Planificación Familiar, y cada programa institucional en particular, son muy importantes ya que sitúan a la planificación familiar como una práctica generalizada en toda la población e indicativa de un cambio irreversible en los patrones reproductivos de la población.

En relación a usuarias activas el reto consistirá en lograr mayores porcentajes en los grupos de edad joven de 15 a 19 y 20 a 24 años; lograr además, que en estos grupos de planificación familiar tenga efectos directos en el retraso del primer hijo pues ello repercutirá en el mejoramiento de la salud materna e infantil y en la reducción de la fecundidad total de las parejas.

Se estima que, de continuar la tendencia que ha seguido la demanda, el 37.9% del total de usuarias activas de métodos efectivos estarían esterilizadas en 1988; casi la tercera parte estarían usando pastillas y los porcentajes de uso de dispositivos intrauterinos y de inyectables varían, ambos, alrededor del 14%. Estas cifras habrán de considerarse para efectos de cuantificar la demanda esperada durante los próximos años para los diferentes métodos. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que dichas cifras representan sólo la tendencia histórica de un comportamiento observado, de modo que posibles cambios en las normas o recomendaciones básicas contraindicando o fomentando determinados métodos modernos, alteren la composición de la demanda en función de dichos métodos anticonceptivos.

Dentro de la oferta de métodos anticonceptivos a la población para los próximos seis años, la participación del sector privado será

más importante.

Se proyecta que en 1988, dicho sector cubra el 41% del total de usuarias activas, o sean 3.1 millones de usuarias activas.

## ANALISIS TECNICO ECONOMICO PRELIMINAR

Para la fabricación de material médico se utilizan diversos materiales plásticos, los cuales se seleccionan de acuerdo a las necesidades del producto y a las características del plástico. Nosotros elegimos fabricar los DIUs con polietileno de alta densidad debido a sus propiedades de:

- a) Excelente flexibilidad.
- b) Muy buena resistencia al impacto.
- c) Baja absorción de agua.
- d) Resistencia a la corrosión.
- e) Estable frente a los ácidos, álcalis, alcoholes, éteres cetona.
- f) Buena temperatura de ablandamiento.
- g) Propiedades aislantes en atmósferas de gran humedad o inmersión.

Además de que las investigaciones y la práctica han demostrado que este es el material óptimo para la fabricación de este tipo de producto. Estamos considerando además que para las otras alternativas de fabricación de instrumental, este se pueda fabricar en polietileno, pero realmente, de existir la necesidad de utilizar otros materiales como el polipropileno, neopreno, etc. se podrá hacer sin problema.

En cuanto al empaque y esterilización del producto, también observamos que el polietileno servirá para ambos fines ya que si

se selecciona el método de esterilización por medio de óxido de etileno tendremos las siguientes ventajas:

- a) El método de esterilización por óxido de etileno es recomendado para el polietileno de alta densidad por fabricantes de artículos médicos.
- b) El producto se puede esterilizar aún después del empaclado y etiquetado, ya que el polietileno de alta densidad es permeable al óxido de etileno y a la vez al medio ambiente es impermeable.
- c) El óxido de etileno es efectivo contra todo tipo de microorganismo, incluyendo los virus y esporas bacterianas.

En cuanto al método de fabricación se seleccionó el método de moldeo por inyección, por ser este un método sencillo y mediante el cual podemos obtener las características requeridas por el producto; así mismo para la fabricación de otros productos se considera utilizar este método, asumiendo que de requerirse alguna pieza extruida, también tenemos la posibilidad de hacerla, salvo que el método sea rotomoldeo, soplado u otro método, se tendrá que mandar maquilar.

El método de inyección ofrece las siguientes ventajas:

La maquinaria utilizada es de gran flexibilidad, ya que se pueden fabricar una amplia gama de productos, con sólo cambiar de molde y hacer pequeños ajustes en la máquina.

Actualmente en México la única empresa fabricante de polietileno de alta es Petróleos Mexicanos, y por lo tanto tenemos facilidad-

de conseguirlo, pero si en un momento dado es necesario importarlo, ya sea porque no haya suficiente material en el mercado nacional, o porque dicho material no satisfaga los requerimientos del producto; esto se puede llevar a cabo sin dificultades, tramitando el permiso de importación correspondiente.

Así también, y de acuerdo a lo mencionado anteriormente las posibilidades de fabricación de productos médicos que cubran características similares al DIU son muy amplias por lo que los productos factibles de realizarse podrían ser entre otros los siguientes:

- Cateter central
- Cateter Epidural
- Cateter intravenoso
- Cateter nasal
- Equipo de suero
- Bolsa de sangre
- Jeringa
- Sonda de Foley
- Mariposa
- Cateter de alimentación
- Sonda de neolatón
- Sonda para drenaje oseó
- Etc.

Explicándose estos productos en referencia a su utilidad dentro del campo médico en el capítulo de "los plásticos en la medicina" (ver contenido).

Por otra parte, se considera pertinente la elaboración de un estudio detallado del producto principal a fabricarse de acuerdo a los criterios enunciados anteriormente, con el fin de poder sustentar las perspectivas de desarrollo de este producto dentro del mercado nacional e internacional, observando de esta forma sus ventajas y desventajas dentro de un concepto formal. Por lo tanto a continuación presentamos un estudio detallado del dispositivo Intrauterino en comparación con sus similares (método de planificación familiar) para observar sus posibilidades de desarrollo comercial.

Sin embargo, dentro de los productos susceptibles a realizarse se escojeran algunos otros artículos en forma secundaria (enunciados en la lista anterior). De tal manera que se aproveche la versatilidad del equipo con que se cuenta.

## FABRICANTES DE DISPOSITIVOS INTRAUTERINOS.

Actualmente existen varios laboratorios que se dedican a la fabricación de los dispositivos intrauterinos, pero los únicos que se ha podido comprobar con certeza de que es una de sus actividades son los siguientes:

1. - Searle de México.
2. - Protein Latinoamericana.
3. - Shering
4. - Grifitt
5. - Population Council (E.U.)
6. - Johnson & Johnson.
7. - Laboratorios Promeco.

En México se tiene un gran mercado y los principales consumidores son los siguientes:

1. - Sector Salud
  - a) IMSS
  - b) DIF
  - c) ISSSTE
  - d) SSA

2. - Hospitales particulares.

De acuerdo a la investigación realizada acerca de los posibles mercados del DIU para exportación, se concluyó que existe un mercado amplísimo, sobre todo en los países subdesarrollados y con exceso de población, como serían los latinoamericanos por ser un mercado-



más cercano; además con la apertura de este mercado internacional, se podrá exportar por medio de acuerdos de intercambio comercial a todo el mundo.

#### CONSUMO DE DIUS EN MEXICO.

De acuerdo a las estadísticas y a la investigación realizada tenemos para 1987 un total de 928,000 usuarias en México (D.F.) si tomamos en cuenta esta cifra, para la producción de esta cantidad, se tienen varias posibilidades de cubrir esta demanda. Las dos posibilidades más acertadas son las siguientes:

##### a) Considerando 1 molde de 6 cavidades:

Trabajando un turno de 8 horas, considerando una máquina inyectora automática Negri Bosi NB-60 con capacidad de hasta 110 gramos. Considerar 4 ciclos por minuto.

Tendríamos  $24 \text{ pzas./min.} = 1440 \text{ pzas./hora} = 11520 \text{ pzas./dfa} = 57600 \text{ pzas./semana} = 230400 \text{ pzas./mes.}$

En 4 meses y en las condiciones anteriormente señaladas se obtendría una producción de 921,600 pzas. que es el volumen requerido por el mercado.

##### b) Considerando 1 molde de 4 cavidades en condiciones similares al caso a) se obtendrían:

$16 \text{ pzas./min.} = 960 \text{ pzas./hora} = 7680 \text{ pzas./dfa} = 38400 \text{ pzas./semana} = 153600 \text{ pzas./mes.}$

En 6 meses se producirían 921,600 pzas.

Tomando en cuenta estas posibilidades, y solo cambiando unos parámetros, se pueden conocer fácilmente otras posibilidades, tales como considerar un molde de 3 u 8 cavidades.

### II.3. ESTUDIO ECONOMICO

COSTO DE MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACION DE LOS DISPOSITIVOS  
INTRAUTERINOS.

DESPIECE:

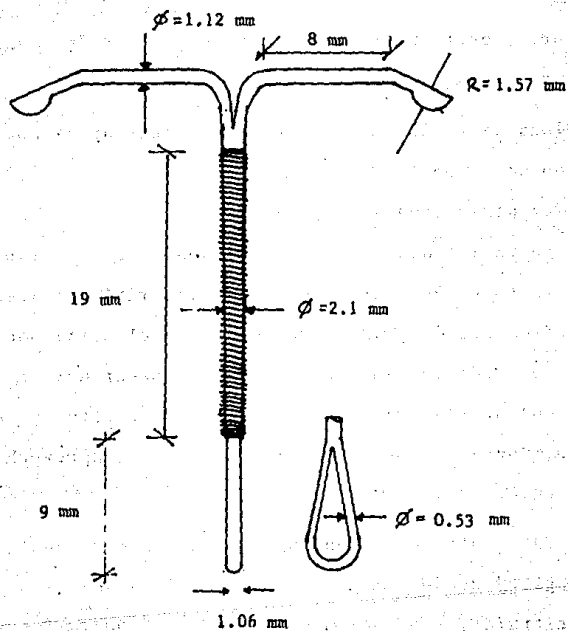
- 1.- Cuerpo.
- 2.- Hilo de cobre
- 3.- Hilo de nylon.
- 4.- Embolo del aplicador
- 5.- Tope.
- 6.- Tubo del aplicador.
- 7.- Empaque.

1.- El cuerpo está fabricado de PE alta densidad con sulfato de bario, tendrá una forma similar a una Te, como se muestra en la figura 1 y recibe el nombre de T nova; sus dimensiones se observan en la misma figura.

El peso aproximado del cuerpo desnudo es de 250 mg. El precio del PE AD es de 1200.00/Kg., además contiene un 1% de sulfato de bario el cual tiene un costo de 130.00/kg. El costo total unitario del cuerpo es de: 0.297.00 (M.N.).

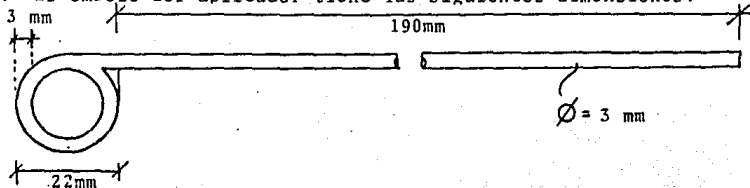
2.- El embobinado de cobre tiene una longitud de 30.05cm. con un diámetro de 0.05cm; el peso total aproximado es de 40mg.; este material tiene un costo de 4000.00/Kg, por lo tanto el costo unitario será de 0.16.00 (M.N.).

3.- El hilo de Nylon tiene una longitud de 40cm. con un costo de aproximadamente 0.5.00 (M.N.). Tiene además un peso de 17mg.



DIU (DISPOSITIVO INTRAUTERINO)

- 4.- El émbolo del aplicador tiene las siguientes dimensiones:



El material es también PE AD, con un peso de 2gr. y un costo de 2.238.00(M.N.).

- 5.- Otra pieza de PE AD es el tope con un peso aproximado de 0.845 gr. y un costo de 1.004.00 (M.N.).

Estas dos piezas; el tope y el émbolo, son dos elementos auxiliares en la instalación de los dispositivos intrauterinos - por lo tanto no es necesario que el material utilizado en su fabricación sea de primera calidad como el utilizado en el cuerpo del DIU; por lo tanto se pueden hacer del material que se obtiene de las coladas o de los cuerpos defectuosos.

De esta manera se pueden abatir los costos, aprovechando la recuperación de este material.

- 6.- El tubo del aplicador tiene un peso aproximado de 1.25gr. con una longitud de 20.5cm. y un diámetro de 4.5mm., fabricado en PE BD extruído, teniendo un costo de 1.25.00 (M.N.).
- 7.- El empaque es fabricado en PE extruído con un diámetro de 5.82 cm. El rollo de polietileno para empaque tiene un costo de 600.00/Kg. El costo unitario será de 0.6.00(M.N.). Con una variación hacia arriba de un 25%.

## COSTO DE MATERIA PRIMA (\$).

1.- 0.297

2.- 0.16

3.- 0.5

4.- 2.23786

5.- 1.004

6.- 1.25

7.- 0.6

-----  
TOT. 6.04886<sup>00</sup> (M.N.)

Si se toma en cuenta que el costo unitario por esterilización es de 8.00 (M.N.), además del papel para instructivo con un costo de 3.00 (M.N.), se tiene un costo total por materia prima de cada DIU de:

-----  
17.0488<sup>00</sup> (M.N.)  
-----

COSTO DE MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACION DE LOS PRODUCTOS  
SEGUNDARIOS:

- 1.- Sonda de Nelatón.
- 2.- Cateter Nasal.

DESPIECE:

- 1.- a) Cuerpo
- b) Conector
- c) Empaque

- 2.- a) Cateter
- b) Conducto de oxigenación
- c) Conector
- d) Empaque

- 1.- a) El cuerpo está fabricado de polietileno de alta densidad (PE AD) extrufo con un peso aproximado de 15gr. El costo por Kg. es de 1200.00, por lo tanto el costo unitario de este será de \$18.00 (M.N.).
- b) El conector está hecho al igual que el cuerpo de PE AD, inyectado, con un peso aproximado de 2gr. siendo su costo unitario de \$2.4.00 (M.N.).
- c) Este empaque de PE extrufo, tiene un diámetro de 2.546cm., el rollo de polietileno para empaque tiene un costo de 600.00/Kg., el costo unidatio será de \$1.06.00 (M.N.).
- 2.- a) El cateter está fabricado de plastisol (una especie de PVC), con un peso muy pequeño de aproximadamente 500mg. Con un

costo por Kg. de 1500.00, así el costo unitario será de --  
\$0.75.00 (M.N.).

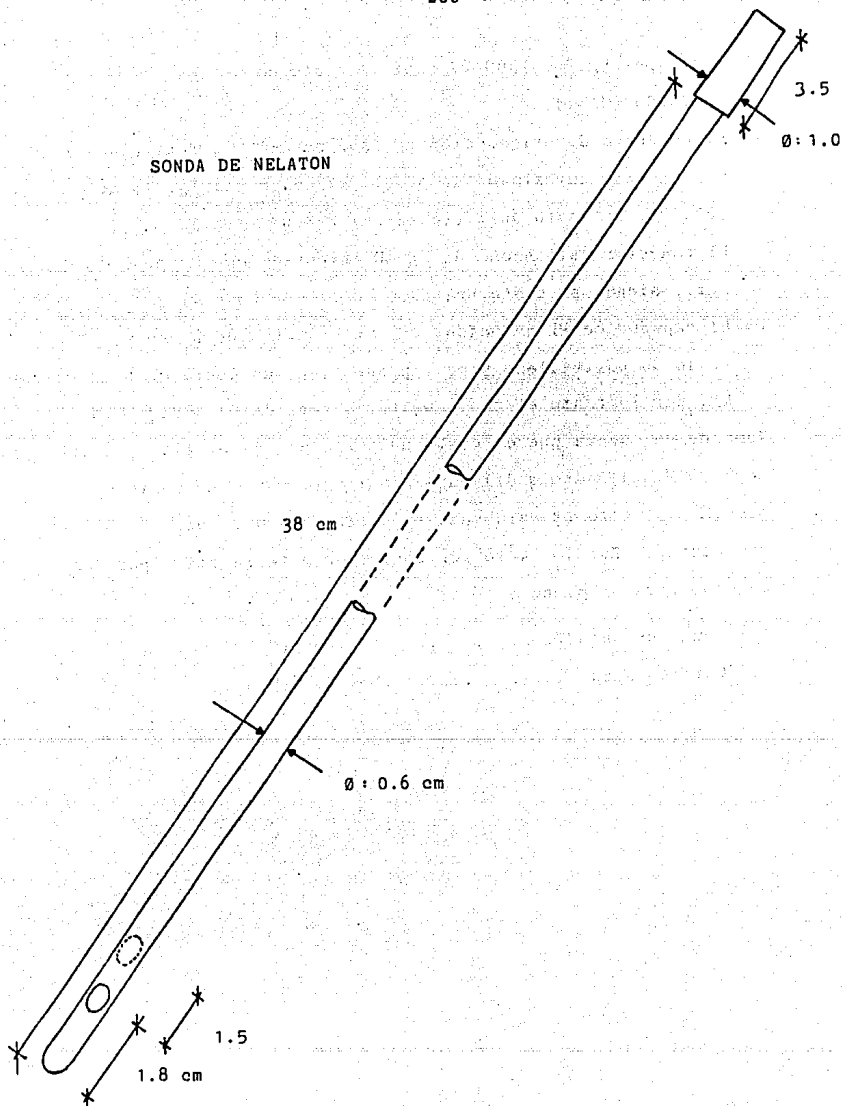
- b) El conducto de oxigenación se fabrica de PE BD extruido --  
con un peso aproximado de 30gr., el costo por Kg. es de --  
600.00 y el costo unitario es de: \$18.00 (M.N.).
- c) El conector está hecho de PE AD inyectado con un peso de -  
2gr., siendo su costo unitario de \$2.4<sup>00</sup> (M.N.).
- d) El empaque de PE extruido, con un diámetro de 2.546cm. el-  
rollo de polietileno para empaque tiene un costo de 600<sup>00</sup>/  
Kg. por lo tanto el costo unitario será de \$1.9<sup>00</sup>(M.N.).

Tomando en cuenta que el costo unitario por esterilización es  
de 8.00(M.N.); además del papel instructivo con un costo de -  
3.00(M.N.); esto es para cada producto, sea una sonda o sea -  
un cateter. Por lo tanto los costos de materia prima para ca  
da uno de estos productos es:

- 1.- Sonda de Nelatón .....\$32.46<sup>00</sup>(M.N.).
- 2.- Cateter Nasal.....\$34.05<sup>00</sup>(M.N.).

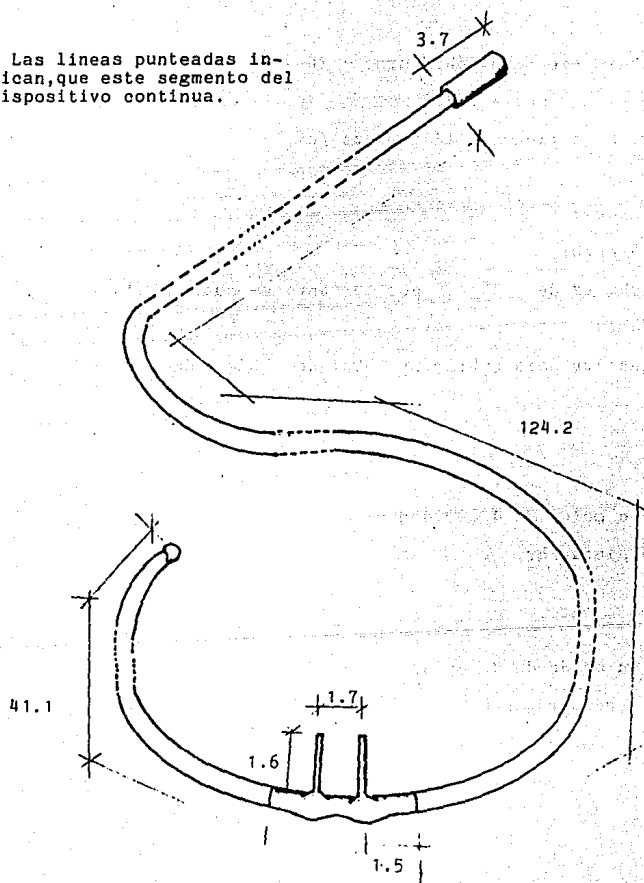


## SONDA DE NELATON



## CATETER NASAL

Las líneas punteadas indican, que este segmento del dispositivo continúa.



Las cantidades están en centímetros

## TIEMPOS DE FABRICACION

## DISPOSITIVO INTRAUTERINO.

## Cuerpo:

Tiempo de trabajo efectivo: 6hr/turno = 20 días/mes

Número de piezas por mes = 77334

De la producción se tienen = 1440 piezas/hr.

## Tubo del aplicador:

Extrusor de 15 Kg/hr.

El peso del tubo es de 1.25gr., por lo tanto se pueden fabricar -  
12,000 tubos/hr.

El tiempo requerido para cubrir un total de 77334 tubos es de --  
6.45hrs.

## Aplicador:

Considerando un molde de 4 cavidades

Se tienen 960 piezas/hr.

## Tope:

Considerando un molde de 8 cavidades

Se obtendrían 1920 piezas/hr.

**PRODUCTOS SECUNDARIOS.****1.- Sonda de Nelatón.****Cuerpo:****Peso: 15 gramos****Extrusora de 15 Kg/hr.****Se pueden fabricar 1000 piezas/hr.****Conector:****Considerando un molde de 6 cavidades, con una máquina de capacidad de 110gr. y 4 ciclos/minuto, se tienen: 1440 pizas./hr.****2.- Cateter Nasal.****Cateter: (Extrusión e Inyección).****Considerando un tiempo de secado de 10 minutos.****Se pueden fabricar 100 piezas en cada turno de secado; por lo tanto es posible la fabricación de 600 piezas/hr.****Conducto de oxigenación:****Peso: 30 gramos; utilizando la misma extrusora de capacidad de 15 Kg/hr, por lo tanto se tendrán 500 piezas/hr.****Conector:****Considerando un molde de 6 cavidades, con una máquina de capacidad de 110gr y 4 ciclos/minuto, se tienen 1440 piezas/hr.**

## PROCESOS DE FABRICACION

## DISPOSITIVO INTRAUTERINO.

Paso 1.- Considerando que nuestro material de trabajo se encuentra en almacén, el primer paso del proceso es la pigmentación del material plástico, cuando este sea requerido.

Paso 2.- De nuestro almacén de materiales, el plástico es transportado al área de inyección, en donde será vaciado en la máquina a través de la tolva.

Paso 3.- Es aquí donde se realiza el proceso de inyección por medio del cual es obtenida nuestra pieza colada, realizándose aquí mismo el desprendimiento de la pieza con respecto a su colada.

Paso 4.- La fabricación del tubo aplicador se realizará en el departamento de extrusión.

Paso 5.- Las piezas obtenidas en los departamentos de inyección y extrusión, se pasan a la primera mesa de inspección. Es aquí donde se determina a detalle cuales piezas cumplen con las especificaciones requeridas; Las piezas defectuosas serán depositadas en un recipiente para su recolección y transportadas al molino para reprocesarlas y obtener de esta manera el máximo aprovechamiento del material.

Paso 6.- En este paso del proceso las piezas que pasan la inspección positivamente son provistas del espiral de cobre necesario, lo cual se logra por medio de una embobinadora para alambre de cobre.

Paso 7.- Después del embobinado, la pieza pasa a una segunda inspección, en donde se revisa tanto la instalación del espiral, como el acabado de este en el dispositivo.

Paso 8.- En este paso el dispositivo que ha pasado positivamente la inspección, es llevado al área de encordado o atado del hilo de nylon.

Paso 9.- Este último paso consiste en empaquetar el dispositivo, el cual será introducido en una pequeña bolsa de nylon o de polietileno y ésta a continuación será sellada. Una vez selladas las bolsas serán llevadas al almacén de producto terminado, para así dar fin a nuestro proceso dentro de la planta.

#### PROCESOS DE PRODUCTOS PARALELOS.

##### Jeringa desechable:

El proceso de fabricación de este producto, repite los cuatro primeros pasos del proceso de nuestro producto principal. Después de estos es llevado al área de ensamble, donde se colocan todas las piezas componentes de este producto. Y por último se realiza el paso número 8. Cabe hacer notar que con respecto a este producto, la intención consiste en sólo maquilar el émbolo y el cuerpo debido a que no se considera la posibilidad de fabricar los componentes anexos.

##### Paletas de exploración bucal.

El proceso de fabricación de este producto, también repite los primeros cuatro pasos del proceso de nuestro producto principal y realiza el octavo.

**Espejos dentales:**

Es el mismo proceso que el anterior.

**Sonda de Nelatón:**

En este caso, el presente producto también pasará por el departamento de inyección y extrusión, sin embargo las subsecuentes operaciones serán distintas, pero realizadas en la misma área y por el mismo personal tales como:

Paso 5.- Corte de la manguera.

Paso 6.- El ensamble de la pieza.

Paso 7.- Sellado de punta y orificio.

Paso 8.- Inspección.

Paso 9.- Empaque y corte de bolsa.

**Cateter nasal:**

Respecto a este producto, los primeros 5 pasos son semejantes a los de la Sonda, pero desde este punto en adelante son distintos:

Paso 6.- Fabricación de cateter y abrazaderas.

Paso 7.- Ensamble.

Paso 8.- Inspección.

Paso 9.- Sellado de punta.

Paso 10.-Corte de bolsa y empaque, siendo éste análogo al de la sonda de nelatón.

## BALANCEO DE LINEA

Independientemente de la disposición de la planta los procesos obedecen a una cierta secuencia, por lo tanto es importante asignar el trabajo en tal forma que la producción fluya sin aglomeraciones y con el mejor aprovechamiento del tiempo de los trabajadores.

En este punto, trataremos de evaluar la asignación del trabajo, es decir, de acuerdo a los tiempos estandar obtenidos y dada la producción deseada, obtendremos el personal y maquinaria necesaria.

DIU. Cantidad a producir: 77 334 pzas./mes.

Cuerpo 1 440 pzas./hr se necesitan 53.70hrs. de inyección.

Tubo 12 000 pzas./hr se necesitan 6.44hrs. de extrusión.

Aplicador 960 pzas./hr se necesitan 80.56hrs. de inyección.

Tope 1 920 pzas./hr se necesitan 40.28hrs. de inyección.

Con dos inyectoras se tendrá:

|                    | 1a.               |                    | 2a.               |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Aplicador          | 80.56 hrs.        | Tope               | 40.29 hrs.        |
| + puesta en marcha | 3.00 hrs.         | Cuerpo             | 53.70 hrs.        |
|                    |                   | + puesta en marcha | 6.00 hrs.         |
| Total hrs.         | <u>83.55 hrs.</u> |                    | <u>99.99 hrs.</u> |
| Sonda de Nelatón   | 1 440 pzas./hr.   | Cateter Nasal      | 1 440 pzas./hr.   |

Piezas a producir según capacidad de mano de obra en subsecuentes operaciones:

|                  |                  |               |                  |
|------------------|------------------|---------------|------------------|
| Sonda de Nelatón | 30 000 pzas./mes | Cateter Nasal | 16 000 pzas./mes |
|------------------|------------------|---------------|------------------|



|                       | 1a.               | 2a.               |
|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Tpo. de Máquina       | 20.83 hrs.        | 11.11 hrs.        |
| Tpo. de preparación   | 3.00 hrs.         | 3.00 hrs.         |
|                       | <u>23.83 hrs.</u> | <u>14.11 hrs.</u> |
| Tpo. total de máquina | 107.38 hrs.       | 114.10 hrs.       |

Con trabajo efectivo de 6 hrs./turno y 20 días/mes se tienen 120 hrs/mes; por lo tanto el tiempo muerto por mes de cada inyectora será de:

| Tiempo muerto x mes. | 1a. inyectora | 2a. inyectora |
|----------------------|---------------|---------------|
|                      | 12.62 hrs.    | 5.90 hrs.     |

Tiempo extrusora:

DIU = 6.45 hrs.

Sonda de Nelatón = 1000 pzas./hr. = 30 hrs.

Cateter Nasal = 500 pzas./hr. = 32 hrs.

tiempo de preparación = 9 hrs.

tiempo total = 77.45 hrs.

Con trabajo efectivo de 6 hrs/turno y 20 días/mes se tienen 120 hrs./mes; por lo tanto el tiempo muerto por mes de la extrusora será de:

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Tiempo muerto x mes. | 42.55 hrs. |
|----------------------|------------|

Cabe señalar que se está considerando un tiempo real de producción de 6 horas a posibles tiempos improductivos que puedan ser genera-

dos por diversas causas, tales como ausencias, retrasos, ociosidad de los trabajadores, repetición de trabajos o interrupciones por averías de las instalaciones, mantenimiento en maquinaria, etc. a su vez en cada cambio de molde, preparación del mismo y pruebas de arranque de ésta, se consideraran 3 horas para tales fines, esto es, tiempo de preparación de máquina.

Ahora bien siendo el tiempo más corto de 7 seg/pza., se necesitará el siguiente personal de tal manera de uniformizar los tiempos y evitar los subsecuentes cuellos de botella, por lo tanto, se tendrá:

| PERSONA(S)   | CATIVIDAD        |
|--------------|------------------|
| 1            | Supervisión      |
| 6            | Embobinado       |
| 4            | Atado            |
| 1            | Inspección       |
| 1            | Corte de empaque |
| 4            | Empaque          |
| 2            | Sellado          |
| 1            | Inspección       |
| <b>TOTAL</b> | <b>26</b>        |

Trabajando a este ritmo se producirán 514,29 pzas./hr.

- Para producir 77 334 pzas./mes del DIU se necesitarán: 150,37 hrs. de trabajo.
- Para producir 30 000 pzas./mes de la Sonda de Nelutón se necesitarán: 58,33 hrs. de trabajo.
- Para producir 16 000 pzas./mes de Cateter Nasal se necesitarán: 31,11 hrs. de trabajo.

El trabajo total requerido en horas/mes será de:

239.81 hrs/mes.

Por lo tanto será necesario trabajarse 5 días a la semana con 2 - turnos cada uno de 6 horas reales de trabajo efectivo.

#### LOCALIZACION DE PLANTA:

Por lo que respecta a la localización de planta, y tomando en cuenta lo dispuesto en el Decreto por el que se establecen zonas geográficas para la ejecución del programa de estímulos para la desconcentración territorial de las actividades industriales, previsto en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, decretado el 31 de enero de 1979 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de Febrero del mismo año; siendo como propósito fundamental la desconcentración y la atenuación del crecimiento económico del país, dando una orientación económica precisa para el otorgamiento de los estímulos y demás medidas de naturaleza económica y administrativa encaminadas a lograr la desconcentración de estas actividades, el fomento de las mismas en las distintas regiones del país, así como orientar su expansión para abastecer no únicamente el mercado interno sino para cubrir permanentemente mercados en el exterior.

El Decreto establece como zonas geográficas, la zona I de estímulos preferenciales, integrada por los municipios que se agrupan de acuerdo a las siguientes prioridades:

De prioridad I-A para el desarrollo portuario industrial.

De prioridad I-B para el desarrollo urbano industrial.

Zona II, de prioridades estatales, integrada por aquellos municipios que los ejecutivos estatales señalen como prioritarios para la ubicación de las actividades industriales dentro de sus respectivos planes estatales de desarrollo urbano, mediante los convenios que a tal efecto se sugerirán, entre los federal y las entidades federativas.

Zona III de ordenamientos y regulación de acuerdos con la siguiente clasificación:

III.A- Area de crecimiento controlado, integrada por el Distrito Federal y municipios del Estado de México.

III.B- Area de consolidación, integrada por municipios de Hidalgo, Edo. de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala.

En la zona I se aplicarán en forma preferencial con estímulos fiscales.

En la zona II se aplicarán los estímulos que para el Fomento Industrial determine el Ejecutivo Federal en una proporción menor en cuanto a su naturaleza, monto o período de vigencia respecto de la zona I.

En la zona III no se otorgan estímulos fiscales. Sin embargo de acuerdo al Decreto del jueves 27 de octubre de 1983, y del martes 22 de enero de 1985, el cual promueve la reubicación industrial fuera de la zona III-A, haciendo efectiva por una parte la desconcentración industrial de aquellas plantas cuyas actividades inciden desfavorablemente en la calidad de la vida, en el uso y consu

mo de recursos naturales y energéticos del territorio de la zona metropolitana de la Ciudad de México y por otra parte fortalecen el desarrollo rural así como frenar las migraciones. Por estas razones las actividades industriales que se incluyen en el anexo A de este Decreto como contaminantes y consumidoras de grandes volúmenes de agua y que por lo tanto se consideran inconvenientes para esta zona. Por lo tanto y de acuerdo al artículo 2° del mencionado Decreto podrán disfrutar de los beneficios que éste se refiere, siempre y cuando cubran los lineamientos que aquí se establecen. Por lo tanto y de acuerdo a nuestras conveniencias.

La zona aceptable es la denominada como III, pero por ser pequeña industria ubicarse dentro de la zona III-B, ya que cumple con los siguientes requisitos:

- a) Ser poco intensivas en el consumo de agua, en términos de requerir hasta 0.8 litros por segundo por hectárea total del terreno adquirido por la empresa.
- b) Proveedor. En nuestro caso, los proveedores más importantes se localizan en el D.F.
- c) Mercado. El mercado más importante se localiza en el D.F y área metropolitana.
- d) Transporte. Es importante reducir las distancias y los tiempos de transportación, para así, abatir costos.
- e) Servicios Públicos y Auxiliares. Tales como la energía eléctrica, agua, teléfono, etc.
- f) Servicios Locales. Entendiéndose este factor como la cercanía de bancos, centros comerciales y la recolección de desperdicios.

- g) Ventajas impositivas. Este factor hace referencia a los estímulos fiscales, apoyos crediticios, precios diferenciales de energéticos y productos petroquímicos básicos, tarifas preferenciales de servicios públicos y demás estímulos que corresponda a una localización en especial para las distintas zonas del país. Este límite del consumo de agua hasta de 0.8 litros por segundo por hectárea deberá mantenerse durante el tiempo en que se está disfrutando de los estímulos concedidos.
- h) No ser contaminantes, en términos de la legislación aplicable en la materia, particularmente en lo que concierne al artículo 7° de la Ley Federal de Protección Ambiental relativo al proceso de evaluación de impactos ambientales.

Por lo tanto y de acuerdo a los municipios mencionados en esta zona (III-B) se escogerán 4 alternativas las cuales se ponderarán para obtener la localización óptima a nuestros requerimientos. Ahora bien, para la ponderación existen factores a considerar tales como:

| FACTOR               | PONDERACION | A L T E R N A T I V A S |      |      |      |
|----------------------|-------------|-------------------------|------|------|------|
|                      |             | A                       | B    | C    | D    |
| Proveedor            | 5           | 4/20                    | 3/15 | 4/20 | 4/20 |
| Mercado              | 5           | 4/20                    | 3/15 | 3/15 | 4/20 |
| Transporte           | 3           | 2/9                     | 2/9  | 2/9  | 3/9  |
| Servicios públicos   | 3           | 2/3                     | 1/3  | 3/9  | 3/9  |
| Servicios Locales    | 2           | 1/2                     | 1/2  | 2/4  | 2/4  |
| Ventajas impositivas | 2           | 1/2                     | 1/2  | 1/2  | 1/2  |
| T O T A L            |             | 56                      | 46   | 59   | 64   |

- A.- Atizapán, Edo. de México
- B.- La Paz Edo. de México
- C.- Toluca, Edo. de México.
- D.- Cuernavaca, Morelos.

Como puede observarse, la localización D ofrece mayores ventajas con respecto a las otras alternativas, por lo cual será la opción a elegirse.

## DISTRIBUCION DE PLANTA (LAY OUT)

La distribución de planta, es uno de los factores de mayor importancia dentro del diseño de ésta; ya que representa un componente decisivo en la gestión económica.

Decimos que es muy importante, pues el o los recorridos de los materiales pueden considerarse como la espina dorsal del proceso o procesos productivos.

La distribución de planta, es tarea conjunta de varios departamentos de Ingeniería y de la Dirección; pues ésta determina la capacidad económica de la empresa para cumplir con el plan de ventas.

En cuanto a el área de producción, la distribución de planta orienta el flujo de materiales y gobierna los gastos de mano de obra, -- combustible, equipo en movimiento de materiales, etc.

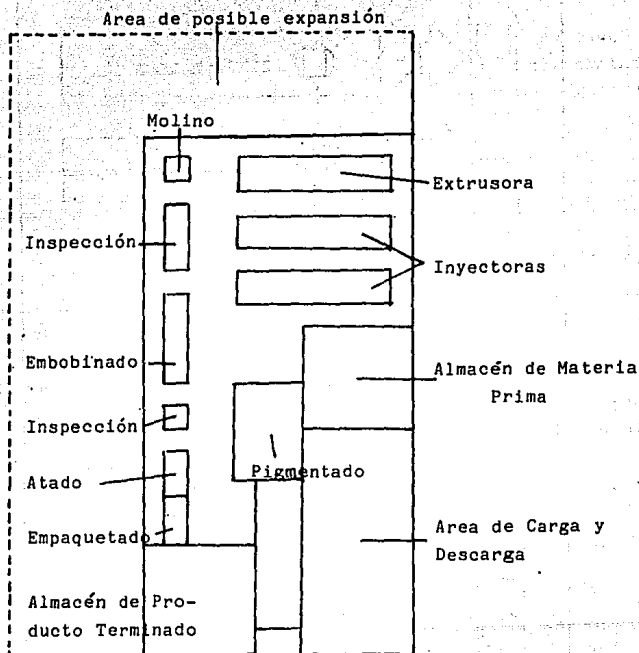
Dentro de la empresa estudiada y como en toda actividad humana, se deben de plantear primeramente los objetivos de la función, que son:

- Facilitar el proceso de producción.
- Minimizar el movimiento de materiales.
- Mantener una flexibilidad adecuada. Esto quiere decir, que cualquier cambio dentro de la planta, ya sea en la cantidad (por expansión o aumento de volumen) o en la calidad (cambio de diseños o productos fabricados), no deben afectar en gran manera el funcionamiento de ésta.
- Minimizar la Inversión de Equipo.

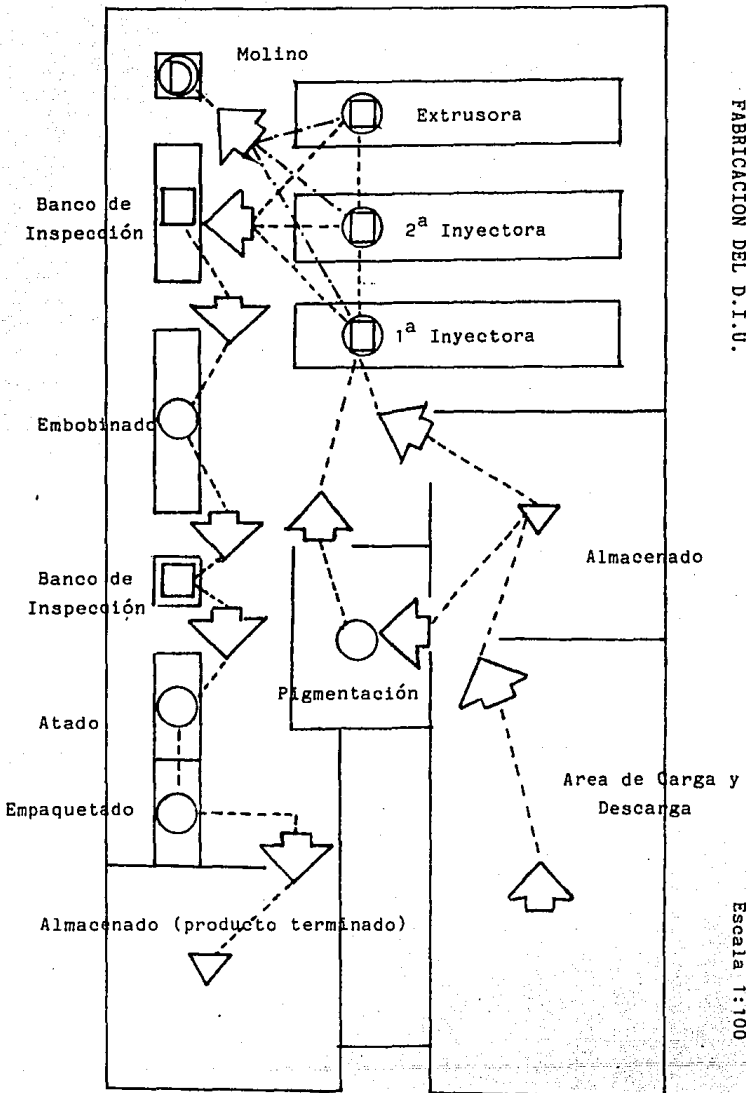


- Asegurar una alta rotación de material en proceso, con lo cual habrá una disminución de los inventarios, lo cual significa menores activos y, por lo tanto, mayor rentabilidad de la inversión.
- Utilización lo más racional posible del espacio disponible. Aquí se considera el espacio en tres dimensiones largo, ancho y alto.
- Utilización más eficiente de la Mano de Obra.

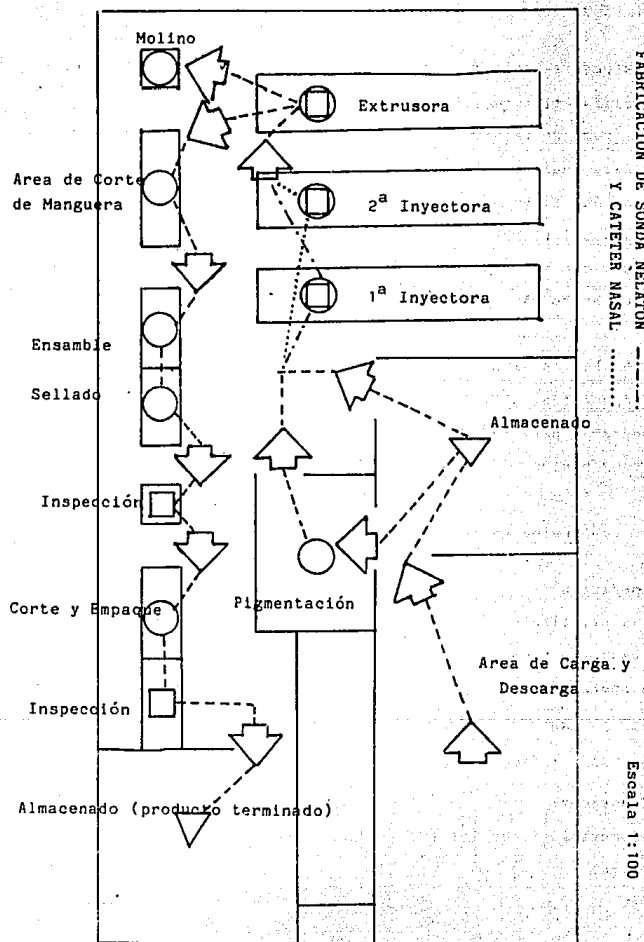
## DISTRIBUCION DE PLANTA



## DIAGRAMA DE RECORRIDO



## DIAGRAMA DE RECORRIDO



## TRAZA DEL RECORRIDO DE UN PRODUCTO O PROCESO.

Para establecer el recorrido de un sólo producto o proceso se acostumbra utilizar el cursograma analítico (descrito), complementado por un diagrama de recorrido. El cursograma analítico resulta de utilidad para registrar las distancias recorridas y el tiempo de cada operación; sirve de instrumento analítico para examinar con espíritu crítico el método existente. El diagrama de recorrido, en cambio, viene a ser un plano de la (fabricación) fábrica o zona de trabajo, hecho más o menos a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y puestos de trabajo. A partir de las observaciones hechas in situ se trazan los movimientos del producto o de sus componentes, utilizando en ciertos casos los símbolos de los cursogramas para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos.

## Símbolos Empleados en los Cursogramas



Operación

Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.

Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifican durante la operación.



Inspección.

Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.



Transporte.

Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.



Depósito Provisional o Espera

Indica demora en el desarrollo de los hachs.

A\* Significa Actividad Actual

P\* Significa Actividad Propuesta

E\* Significa Economía de Actividades

C\* Significa Cantidad

D\* Significa Distancia

T\* Significa Tiempo.

En conclusión:

Podemos decir que, determinar la disposición de una fabrica, existente o en proyecto, es colocar las máquinas y demás equipo de la manera que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad, al costo más bajo y con el mínimo de manipulación, desde que se reciben las materias primas hasta la salida de los productos acabados.



## CURSOGRAMA ANALITICO

Fabricación de la Sonda de NelaTón (proceso)

| CURSOGRAMA ANALITICO   |    |                     |            |         |    |    |    |   |  |
|--|----|---------------------|------------|---------|----|----|----|---|--|
| Diagrama num. 2 hoja num. 1  |    | R e s u m e n       |            |         |    |    |    |   |  |
| Objetivo:  |    | ACTIVIDAD           |            |         | A* | P* | E* |   |  |
| Objeto: Sonda de NelaTón   |    | Operación           |            |         |    |    |    |   |  |
| Actividad:   |    | Transporte          |            |         |    |    |    |   |  |
| Fabricación completa de la Sonda   |    | Espera              |            |         |    |    |    |   |  |
| Método: Actual/Propuesto   |    | Inspección          |            |         |    |    |    |   |  |
| Lugar: Toda la instalación de la planta                                  |    | Almacenamiento      |            |         |    |    |    |   |  |
| Operario(s):   |    | Distancia (metros)  |            |         |    |    |    |   |  |
| Compuesto por:   |    | Tiempo (hrs/hombre) |            |         |    |    |    |   |  |
| Aprobado por:  |    | Costo por:          |            |         |    |    |    |   |  |
|  |    | Mano de obra.       |            |         |    |    |    |   |  |
|  |    | Material.           |            |         |    |    |    |   |  |
|  |    | TOTAL               |            |         |    |    |    |   |  |
| Descripción  | C* | D*                  | T*         | Símbolo |    |    |    |   | Observaciones                                  |
|  |    |                     |            | ○       | ⇨  | D  | □  | ▽ |  |
| Sacado del camión  |    | 2                   | 3          | ○       |    |    |    |   |  |
| Colocado en carretilla   |    | -                   | 2          |         | ⇨  |    |    |   |  |
| Transportado al almacén  |    | 6                   | 7          |         | ⇨  |    |    |   |  |
| Acomodado en el almacén  |    | -                   | 15         |         |    |    |    |   |  |
| Almacenado   |    | -                   | -          |         |    |    |    |   |  |
| Transportado a máquina   |    | 12                  | 14         |         | ⇨  |    |    |   |  |
| Vareado en tolva   |    | -                   | 15         |         |    |    |    |   |  |
| Operación de la máquina  |    | -                   | 5          |         |    |    |    |   |  |
| Extracción de la máquina   |    | -                   | 4          |         |    |    |    |   |  |
| Inspección y recolección de pieza  |    | -                   | 10         |         |    |    |    |   | Después de esto existe una extru-<br>cción (*) |
| Transportado a el área de corte  |    | 5                   | 7          |         | ⇨  |    |    |   |  |
| cortado  |    | -                   | 7          |         |    |    |    |   |  |
| Transportado a el área de envasado                                       |    | 1.5                 | (7)2       |         | ⇨  |    |    |   |  |
| Envasado   |    | -                   | 7.5        |         |    |    |    |   |  |
| Sellado  |    | 1.5                 | 7.5        |         |    |    |    |   |  |
| Transportado a inspección  |    | 1.5                 | 2          |         | ⇨  |    |    |   |  |
| Inspección   |    | -                   | 7.5        |         |    |    |    |   |  |
| Transportado a el área de corte  |    | 1.5                 | 2          |         | ⇨  |    |    |   |  |
| Cortado  |    | -                   | 7.5        |         |    |    |    |   |  |
| Empacado   |    | -                   | 7.5        |         |    |    |    |   |  |
| Inspección   |    | -                   | 7.5        |         |    |    |    |   |  |
| Transportado al almacén  |    | 7                   | 8          |         | ⇨  |    |    |   |  |
| Almacenado   |    | -                   | 15         |         |    |    |    |   |  |
| Transporte a el área de carga y d.                                       |    | 9                   | 10         |         | ⇨  |    |    |   |  |
| Introducción y acomoda en camion<br>(*)                                  |    | 12                  | 10         |         |    |    |    |   |  |
| Transportado, vareado y extruido,<br>además extruido (*) e inspeccionado |    | 2                   | 31         |         |    |    |    |   |  |
| TOTAL  |    | 61                  | 214<br>194 |         |    |    |    |   |  |



## CURSOGRAMA ANALITICO

## Fabricación del Cateter Nasal (proceso)

| CURSOGRAMA ANALITICO                                       |           |     |     | R e s u m e n     |    |    |   |   |               |
|--|-----------|-----|-----|-------------------|----|----|---|---|---------------|
| Diagrama num.  | Hoja num. |     |     | A C T I V I D A D |    |    |   |   |               |
| Objetivo:  |           |     |     | A*                | P* | E* |   |   |               |
| Fabricación de cateter Nasal                               |           |     |     |                   |    |    |   |   |               |
| Actividad:   |           |     |     |                   |    |    |   |   |               |
| Fabricación completa del cateter.                          |           |     |     |                   |    |    |   |   |               |
| Método: Actual/Propuesto                                   |           |     |     |                   |    |    |   |   |               |
| Lugar: Toda la instalación de la planta                    |           |     |     |                   |    |    |   |   |               |
| Operario(s):   |           |     |     | Costo por:        |    |    |   |   |               |
| Compuesto por:   |           |     |     | Mano de Obra:     |    |    |   |   |               |
| Aprobado por:  |           |     |     | Materia:          |    |    |   |   |               |
|  |           |     |     | TOTAL             |    |    |   |   |               |
| Descripción  | C*        | D*  | T*  | Símbolo           |    |    |   |   | Observaciones |
|  |           |     |     | ○                 | ◇  | ▷  | □ | ▽ |               |
| Succión del camión   |           | 2   | 5   |                   |    |    |   |   |               |
| Colocado en carretilla                                     |           | -   | 2   |                   |    |    |   |   |               |
| Transportado al almacén                                    |           | 6   | 7   |                   |    |    |   |   |               |
| Acomodado en el almacén                                    |           | -   | 15  |                   |    |    |   |   |               |
| Almacenado   |           | -   | -   |                   |    |    |   |   |               |
| Transportado a la máquina                                  |           | 12  | 14  |                   |    |    |   |   |               |
| Vaceado en Tolba   |           | -   | 15  |                   |    |    |   |   |               |
| Operación de la máquina                                    |           | -   | -   |                   |    |    |   |   |               |
| Extracción de la máquina                                   |           | -   | 4   |                   |    |    |   |   |               |
| *  |           | 2   | 31  |                   |    |    |   |   |               |
| Inspección y recolección de pieza                          |           | -   | 10  |                   |    |    |   |   |               |
| Transportado a el área de corte                            |           | 5   | 7   |                   |    |    |   |   |               |
| Cortado  |           | -   | 7   |                   |    |    |   |   |               |
| Transportado a el área de ensamble                         |           | 1.5 | 2   |                   |    |    |   |   |               |
| Ensamblado   |           | -   | 7.5 |                   |    |    |   |   |               |
| Se Hizo  |           | 1.6 | 7.5 |                   |    |    |   |   |               |
| Transportado a área de inspección                          |           | 1.5 | 2   |                   |    |    |   |   |               |
| Inspección   |           | -   | 7.5 |                   |    |    |   |   |               |
| Transportado a el área de corte                            |           | 1.5 | 2   |                   |    |    |   |   |               |
| cortado ( Bolsa)   |           | -   | 7.5 |                   |    |    |   |   |               |
| Empacado   |           | -   | 7.5 |                   |    |    |   |   |               |
| Inspección   |           | -   | 7.5 |                   |    |    |   |   |               |
| Transporte al almacén                                      |           | 7   | 8   |                   |    |    |   |   |               |
| Almacenado   |           | -   | 15  |                   |    |    |   |   |               |
| Transportado a el área de cong. y des.                     |           | 9   | 10  |                   |    |    |   |   |               |
| Introducción y vaciado en el camión                        |           | 12  | 10  |                   |    |    |   |   |               |
| * Transportado, Vaceado, Extraído, entrado e inspeccionado |           | 2   | 31  |                   |    |    |   |   |               |
| TOTAL  |           | 63  | 262 |                   |    |    |   |   |               |

PROGRAMA MENSUAL

PRODUCTO: DISPOSITIVO INTRAUTERINO

| ACTIVIDADES                  | NO. PIEZAS: 77,334 |    |       |           |           |           |       |           |     |           |        |     | Hrs.. |
|------------------------------|--------------------|----|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----|-----------|--------|-----|-------|
|                              | 20                 | 40 | 60    | 80        | 100       | 120       | 140   | 160       | 180 | 200       | 220    | 240 |       |
| 1° Inyectora (Aplicador)     | [Hatched]          |    | 80.55 |           | 83.53     |           |       |           |     |           |        |     |       |
| 2° Inyectora (Tope y cuerpo) | [Hatched]          |    | 40.27 |           | 53.7      |           | 99.97 |           |     |           |        |     |       |
| Extrusora (Tubo)             | [Hatched]          |    | 9.44  |           |           |           |       |           |     |           |        |     |       |
| Supervisión                  |                    |    | 47    |           | [Hatched] |           |       |           |     |           | 197.37 |     |       |
| Embobinado                   |                    |    |       | [Hatched] |           | 150.3     |       | [Hatched] |     | [Hatched] |        |     |       |
| Atado                        |                    |    |       | [Hatched] |           | [Hatched] |       | [Hatched] |     | [Hatched] |        |     |       |
| Inspección                   |                    |    |       | [Hatched] |           | [Hatched] |       | [Hatched] |     | [Hatched] |        |     |       |
| Corte de Empaque             |                    |    |       | [Hatched] |           | [Hatched] |       | [Hatched] |     | [Hatched] |        |     |       |
| Empaque                      |                    |    |       | [Hatched] |           | [Hatched] |       | [Hatched] |     | [Hatched] |        |     |       |
| Sellado                      |                    |    |       | [Hatched] |           | [Hatched] |       | [Hatched] |     | [Hatched] |        |     |       |
| Inspección                   |                    |    |       | [Hatched] |           | [Hatched] |       | [Hatched] |     | [Hatched] |        |     |       |
| Producto Terminado           |                    |    |       | [Hatched] |           | [Hatched] |       | [Hatched] |     | [Hatched] |        | 202 |       |

[Hatched] Tiempo de Preparación (3 horas)

[Hatched] Tiempo de Fabricación.

PROGRAMA MENSUAL

PRODUCTO: SONDA DE NELATON

| ACTIVIDADES                 | NO. PIEZAS: 30.000 |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    | Hrs.  |
|-----------------------------|--------------------|----|-------|----|-------|-------|----|----|----|----|----|----|-------|
|                             | 5                  | 10 | 15    | 20 | 25    | 30    | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |       |
| 1° Inyectora                | 3                  |    | 20.83 |    | 23.83 |       |    |    |    |    |    |    |       |
| Extrusora                   | 3                  |    |       | 30 |       |       | 33 |    |    |    |    |    |       |
| Corte de Manguera           |                    |    |       |    |       | 58.33 |    |    |    |    |    |    | 61.33 |
| Ensamble                    |                    |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    |       |
| Sellado de Punta y Orificio |                    |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    |       |
| Inspección                  |                    |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    |       |
| Corte de Bolsa y Empaque    |                    |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    |       |
| Inspección Final            |                    |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    |       |
| Producto Terminado          |                    |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    | 63.33 |
|                             |                    |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    |       |
|                             |                    |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    |       |
|                             |                    |    |       |    |       |       |    |    |    |    |    |    |       |



Tiempo de Preparación (3 horas)



Tiempo de Fabricación

PROGRAMA MENSUAL

PRODUCTO: CATETER NASAL

NO. PIEZAS: 16,000

| ACTIVIDADES                         | NO. PIEZAS: 16,000 |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    | Hrs. |
|-------------------------------------|--------------------|----|----|-------|----|----|----|----|-------|----|----|----|------|
|                                     | 5                  | 10 | 15 | 20    | 25 | 30 | 35 | 40 | 45    | 50 | 55 | 60 |      |
| 1° Inyectora                        |                    |    |    | 14.11 |    |    |    |    |       |    |    |    |      |
| Extrusora                           |                    |    |    |       |    |    |    | 35 |       |    |    |    |      |
| Corte de Manguera                   |                    |    |    |       |    |    |    |    | 35.11 |    |    |    |      |
| Fabricación<br>Cateter y Abrazadera |                    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |      |
| Ensamble                            |                    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |      |
| Inspección                          |                    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |      |
| Sellado de Punta                    |                    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |      |
| Corte de Bolsa                      |                    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |      |
| Empaque                             |                    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |      |
| Inspección Final                    |                    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |      |
| Producto Terminado                  |                    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |      |

Tiempo de Preparación (3 horas)


Tiempo de Fabricación


PROGRAMA MENSUAL

PRODUCCION TOTAL DE LA PLANTA

| ACTIVIDADES   | Hrs.   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|--|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|   | 4  | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 |
| 1° Inyectora  | [Gantt chart bars for 1° Inyectora]  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2° Inyectora  | [Gantt chart bars for 2° Inyectora]  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Extrusora   | [Gantt chart bars for Extrusora]   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Supervisión y Corte de Manguera                           | [Gantt chart bars for Supervisión y Corte de Manguera]                           |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Embobinado, Fabricación de Cateter y Abrazadera, Ensamble | [Gantt chart bars for Embobinado, Fabricación de Cateter y Abrazadera, Ensamble] |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Atado, Ensamble y Sellado de Punta y Orificio             | [Gantt chart bars for Atado, Ensamble y Sellado de Punta y Orificio]             |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Inspección  | [Gantt chart bars for Inspección]  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Corte de Empaque y Sellado de Punta                       | [Gantt chart bars for Corte de Empaque y Sellado de Punta]                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Empaque y Corte de Bolsa                                  | [Gantt chart bars for Empaque y Corte de Bolsa]                                  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Sellado y Empaque   | [Gantt chart bars for Sellado y Empaque]   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Inspección Final  | [Gantt chart bars for Inspección Final]  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Producto Terminado  | [Gantt chart bars for Producto Terminado]  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

 D I U

 Sonda de Nelaton

 Cateter Nasal

NOTA: En las máquinas inyectoras como en la extrusora se trabajará solo 1 turno, en las op. siguientes 2 turnos.

## ANALISIS ECONOMICO

Uno de los puntos más importantes para la formulación de cualquier proyecto es el análisis económico de costos, el cual consta básicamente en especificar los costos por concepto de inversión y de operación.

## COSTO DE INVERSION.

En este rubro se incluyeron aquellos gastos relativos a adaptaciones del local, mano de obra, instalaciones, compra de equipo y de materias primas.

## COSTO DE OPERACION.

En este rubro se deberán de incluir la compra de materiales para hacer las obras de adaptación, costos por incremento de los servicios tales como el agua, la luz, etc. así como la depreciación de los equipos.

Para definir el proyecto, hemos analizado diferentes factores que intervienen en el mismo; sin embargo es importante señalar cuales son:

Los aspectos cuantitativos más importantes, más usuales y sencillos que se deberán de evaluar son los siguientes:

- Estimación de la inversión que se va a realizar.
- Estimación de los resultados de la operación.
- Estimación de los ingresos.
- Estimación de egresos.
- Los beneficios que se pueden alcanzar.
- El período de recuperación de la inversión.

Además de los aspectos cuantitativos existen los aspectos cualitativos, que son más difíciles de expresar en términos numéricos y estos son los siguientes:

- Conocimientos del grado de flexibilidad del proyecto.
- Medidas a largo plazo.
- Aspectos de tipo económico que puedan afectar nuestra operación.
- Situación que de una manera u otra (favorables o desfavorables) puedan modificar nuestro proyecto.

A continuación se presentan los costos necesarios para la implementación de la empresa.

#### INVERSION INICIAL

| <u>Concepto</u>                     | <u>costo \$ (M.N.)</u> |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1.- Inyectora                       | 74,142,000             |
| 2.- Pigmentadora                    | 2,442,567              |
| 3.- Enfriador de agua               | 5,273,693              |
| 4.- Molino                          | 3,432,500              |
| 5.- Extrusora                       | 11,807,800             |
| 6.- Equipo, medición y control      | 1,373,000              |
| 7.- Máquina de empaque              | 411,900                |
| 8.- Mobiliario y equipo             | 5,000,000              |
| 9.- Extinguidores(5)                | 375,000                |
| 10.- Instalaciones de Maq. y Equipo | 9,000,000              |
| 11.- Moldes para inyección.         | 12,000,000             |
|                                     | -----                  |
| TOTAL                               | 125,258,460 \$(M.N.)   |

## INSUMOS.

| <u>Concepto</u>   | <u>Costo x mes \$(M.N.)</u> |
|---|-----------------------------|
| 1.- Teléfono  | 45,000                      |
| 2.- Renta   | 400,000                     |
| 3.- Agua  | 45,000                      |
| 4.- Combustible   | 340,000                     |
| 5.- Energía eléctrica   | 216,000                     |
| 6.- Gastos de representación  | 200,000                     |
| 7.- Papelería   | 50,000                      |
| 8.- Mobiliario y equipo de<br>Oficina, (depreciación-<br>en línea recta). | 83,334                      |
|   | -----                       |
| TOTAL.  | 1,313,334 \$(M.N.)          |

## MANO DE OBRA.

| <u>Puesto</u>                     | <u>Sueldo x mes \$(M.N)</u> |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1.- Operario de extrusora         | 180,000                     |
| 2.- Operario de Inyectora(2)      | 360,000 UN SOLO<br>TURNO    |
| 3.- Operario rebabeador           | 126,000                     |
|                                   | SUMA = 666,000              |
| 4.- Supervisor control de calidad | 200,000                     |
| 5.- Supervisor de producción      | 240,000                     |
| 6.- Operario de embobinado(6)     | 1,080,000                   |
| 7.- Operario de atado(4)          | 720,000                     |
| 8.- Inspección(2)                 | 360,000                     |
| 9.- Corte de empaque              | 180,000                     |



## Cont.

|                 |           |          |
|-----------------|-----------|----------|
| 10.- Empaque(4) | 720,000   |          |
| 11.- Sellado(2) | 360,000   |          |
| 12.- Chofer     | 160,000   |          |
| 13.- Comodín    | 126,000   |          |
|                 | 4,146,000 |          |
|                 | x 2       | turnos   |
| =               | 8,292,000 | \$(M.N.) |
| TOTAL =         | 8,958,000 | \$(M.N.) |

## TRAMITES

| <u>Concepto</u>               | <u>Costo</u> | <u>\$(M.N.)</u> |
|-------------------------------|--------------|-----------------|
| 1.- Alta de la Cfa. Rel. Ext. | 100,000      |                 |
| 2.- Alta Hacienda             | 100,000      |                 |
| 3.- Acta Constitutiva         | 500,000      |                 |
| 4.- Alta de Libros            | 100,000      |                 |
| 5.- Licencia Sanitaria        | 100,000      |                 |
|                               | -----        |                 |
| TOTAL                         | 900,000      | \$(M.N.)        |

## GASTOS DE ADMINISTRACION

| <u>Puesto</u>             | <u>Sueldo x mes</u> | <u>\$(M.N.)</u> |
|---------------------------|---------------------|-----------------|
| 1.- Administrador General | 400,000             |                 |
| 2.- Gerente de Ventas     | 300,000             |                 |
| 3.- a)                    | 150,000             |                 |
| 4.- b)                    | 150,000             |                 |
| 5.- Contador              | 250,000             |                 |
| 6.- Secretarias(2)        | 180,000             |                 |
|                           | -----               |                 |
| TOTAL                     | 1,610,000           | \$(M.N.)        |

## PRECIOS DE NUESTROS PRODUCTOS.

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1.- Dispositivo Intrauterino: | \$ 1,000 <sup>00</sup> (M.N.) |
| 2.- Sonda de Nelatón:         | 1,000 <sup>00</sup> (M.N.)    |
| 3.- Cateter Nasal:            | 1,000 <sup>00</sup> (M.N.)    |

## CAPITAL DE TRABAJO.

| <u>Concepto</u>               | <u>Monto x mes \$(M.N.)</u> |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1.- Materia prima             | 1,975,000                   |
| 2.- Mano de obra(salarios)    | 8,958,000                   |
| 3.- Gastos de administración. | 1,610,000                   |
|                               | -----                       |
| TOTAL                         | \$ 12,543,000 \$(M.N.)      |

La interrogante que se nos presenta en este sentido puede llegar a ser múltiple por lo que es necesario establecer desde un principio algunos criterios que nos permitan tomar decisiones que sobre todo nos garanticen una alta rentabilidad.

Para este concepto sugerimos una tasa (real considerando inflación), del 50% ya que si consideramos una tasa nominal del 94% (según los CETES) a la fecha y una inflación esperada de un 120% (dato del Banco de México) por lo menos y según la ecuación de FISHER tendríamos una tasa de rendimiento bancario de aprox:

Ec. de FISHER.

$$(1 + t_n) = (1 + i) (1 + t_R) \dots\dots\dots(1)$$

donde:

$t_n$  - Tasa nominal

$t_R$  - Tasa real

$i$  - Inflación esperada

De ( 1 ) tenemos que:

$$\frac{(1 + t_n)}{(1 + i)} = 1 + t_R \quad t_R = \frac{(1 + t_n)}{(1 + i)} - 1 \dots\dots ( 2 )$$

Datos:

$$t_n = 94\%$$

$$i = 120\%$$

Sustituyendo en  $t_R$  tenemos:

$$t_R = \frac{(1 + 0.94)}{(1 + 1.20)} - 1 = \underline{-11.81\%//}$$

Por lo tanto tenemos una tasa real de rendimiento bancario del:

$$t_R = -11.81\%$$

De lo anterior tenemos que para obtener una  $t_R = 50\%$  con una  $i = 120\%$  necesitamos que:

$$\text{De ( 1 ) } \quad t_n = (1 + t_R) (1 + i) - 1 \dots\dots\dots ( 3 )$$

Sustituyendo en ( 3 )

$$t_n = (1 + 0.5) (1 + 1.2) - 1 = \underline{230\%//}$$

$$t_n = 230\%$$

El flujo de efectivo lo haremos por periodos mensuales y durante un año; por lo tanto tenemos que:

$$t_{eq} = \frac{t_{nR}}{n} \dots\dots\dots ( 4 )$$

$t_{eq}$  = Tasa equivalente

$t_{nR}$  = Tasa nominal real

$n$  = # Periodos por año

De donde:

$$t_{eq} = \frac{230}{12} = 19.166\% \text{ mensual}$$

Si nosotros quisiéramos saber cuales son las tarifas efectivas de am bos casos (CETES Y NUESTRO PROYECTO) tendríamos que:

$$t_{ef} = \left( 1 + \frac{t_n}{n} \right)^m - 1 \dots\dots (5)$$

$t_{ef}$  = Tasa efectiva

$t_n$  = Tasa nominal

$m$  = # de periodos por año.

Para el caso de los CETES con una  $t_n = 94\%$  y suponiendo que capitalizan cada mes tendríamos que:

$$t_{ef} = \left( 1 + \frac{0.92}{12} \right)^{12} - 1 = \underline{147.19\%//}$$

Para el caso de nuestro proyecto en el que calculamos una  $t_n = 230\%$  - tenemos que si capitaliza cada mes tendríamos que:

$$t_{ef} = \left( 1 + \frac{2.3}{12} \right)^{12} - 1 = \underline{720.08\%//}$$

Por indexación de precios incrementaremos nuestros ingresos en un -- 8% cada mes y nuestros egresos en un 24% cada cuatro meses por el fi nanciamiento que pretendemos lograr de nuestros proveedores.

Conociendo todos los elementos anteriores, podemos proceder por el método del valor presente neto y el de la tasa interna de retorno a evaluar la alternativa de nuestro proyecto contra la mínima atractiva, que en este caso vendría siendo la que nos ofrecen hoy los CETES de aproximadamente un 94% nominal anual que se capitaliza cada mes - y que equivale a una tasa efectiva de 147.19%.

|         | U F          |              | F T        |              | U F          |
|---------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TC)*N | INGRESOS     | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000      | 0.00         | 175258460.00 |
| 1       | 123734000.00 | 12543000.00  | 0.839      | 103497062.74 | 10555594.41  |
| 2       | 133700720.00 | 12543000.00  | 0.704      | 93790730.76  | 8930666.63   |
| 3       | 143926777.00 | 12543000.00  | 0.591      | 85002204.70  | 7412927.94   |
| 4       | 155365319.00 | 12543000.00  | 0.496      | 77047307.67  | 6319607.59   |
| 5       | 167794545.00 | 15553700.00  | 0.416      | 69823664.50  | 5472158.59   |
| 6       | 181216109.00 | 15553700.00  | 0.349      | 62909920.73  | 5431182.63   |
| 7       | 195715557.00 | 15553700.00  | 0.293      | 57351107.31  | 4557635.27   |
| 8       | 211372802.00 | 15553700.00  | 0.246      | 51976947.87  | 3824559.04   |
| 9       | 228202654.00 | 18204116.00  | 0.206      | 47106300.73  | 3779712.23   |
| 10      | 246345236.00 | 18204116.00  | 0.173      | 42600216.20  | 3329616.66   |
| 11      | 265824885.00 | 18204116.00  | 0.145      | 38671607.63  | 2802477.19   |
| 12      | 308346372.00 | 18204116.00  | 0.122      | 35500437.33  | 2351720.11   |

TASA NOMINAL = 230  
 TASA EQUIVALENTE = .191667  
 INGRESOS = 272970802.14  
 EGRESOS = 241607774.70  
 DIFERENCIA = 31363027.44

|         | U F          |              | F T        |             | U F          |
|---------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TC)*N | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000      | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123734000.00 | 12543000.00  | 0.845      | 67273070.71 | 6941436.34   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.709      | 59628966.28 | 5733601.45   |
| 3       | 143206777.00 | 12543000.00  | 0.602      | 53345252.01 | 5075529.47   |
| 4       | 155365319.00 | 12543000.00  | 0.507      | 4820713.67  | 4170289.40   |
| 5       | 167794545.00 | 15553700.00  | 0.432      | 4361507.54  | 359056.49    |
| 6       | 181216109.00 | 15553700.00  | 0.367      | 3972622.44  | 300412.72    |
| 7       | 195715557.00 | 15553700.00  | 0.314      | 3641407.79  | 251405.27    |
| 8       | 211372802.00 | 15553700.00  | 0.269      | 3360316.49  | 210405.55    |
| 9       | 228202654.00 | 18204116.00  | 0.234      | 31113.25    | 18007.45     |
| 10      | 246345236.00 | 18204116.00  | 0.207      | 28757.57    | 14804.27     |
| 11      | 265824885.00 | 18204116.00  | 0.185      | 26573.54    | 11572.37     |
| 12      | 308346372.00 | 18204116.00  | 0.166      | 24565.74    | 8374.41      |

TASA NOMINAL = 190  
 TASA EQUIVALENTE = .157002  
 INGRESOS = 143441162.52  
 EGRESOS = 109420112.10  
 DIFERENCIA = 34021050.42

|         | U F           |             | F T         |             | U P         |
|---------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| PERIODO | INGRESOS      | EGRESOS     | 1/(1+I)^(N) | INGRESOS    | EGRESOS     |
| 0       | 0.00          | 17525040.00 | 1.000       | 0.00        | 17525040.00 |
| 1       | 123331000.00  | 12543000.00 | 0.661       | 81543140.50 | 8292892.56  |
| 2       | 133200720.00  | 12543000.00 | 0.437       | 50225045.78 | 5182904.17  |
| 3       | 143056777.60  | 12543000.00 | 0.289       | 41576141.12 | 3625060.81  |
| 4       | 155365319.80  | 12543000.00 | 0.191       | 29607426.38 | 2396734.29  |
| 5       | 167794545.40  | 15553320.00 | 0.126       | 21198294.54 | 1964925.96  |
| 6       | 181218109.00  | 15553320.00 | 0.084       | 15133323.44 | 1799124.60  |
| 7       | 195713557.70  | 15553320.00 | 0.055       | 10988306.06 | 658925.33   |
| 8       | 211372802.30  | 15553320.00 | 0.037       | 771667.95   | 567884.53   |
| 9       | 228207276.50  | 1928116.30  | 0.024       | 5510796.77  | 465571.45   |
| 10      | 2464545236.50 | 1928116.80  | 0.016       | 3934902.30  | 307815.84   |
| 11      | 264740955.40  | 1928116.30  | 0.011       | 2808772.48  | 203514.30   |
| 12      | 308346372.00  | 1928116.00  | 0.007       | 2151266.54  | 174555.11   |

TASA NOMINAL = 315  
 TASA EQUIVALENTE = .5125  
 INGRESOS = 1 200300274.07  
 EGRESOS = 1 200650749.09  
 DIFERENCIA = 1 29441904.98

|         | U F           |             | F T         |             | U P         |
|---------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| PERIODO | INGRESOS      | EGRESOS     | 1/(1+I)^(N) | INGRESOS    | EGRESOS     |
| 0       | 0.00          | 17525040.00 | 1.000       | 0.00        | 17525040.00 |
| 1       | 123331000.00  | 12543000.00 | 0.598       | 7323235.24  | 747633.69   |
| 2       | 133200720.00  | 12543000.00 | 0.357       | 47894650.17 | 4491807.45  |
| 3       | 143056777.60  | 12543000.00 | 0.244       | 30203027.42 | 2827825.47  |
| 4       | 155365319.80  | 12543000.00 | 0.160       | 19716257.73 | 1871445.13  |
| 5       | 167794545.40  | 15553320.00 | 0.105       | 1388567.25  | 1127022.32  |
| 6       | 181218109.00  | 15553320.00 | 0.071       | 994742.47   | 702544.14   |
| 7       | 195713557.70  | 15553320.00 | 0.047       | 671308.21   | 404123.87   |
| 8       | 211372802.30  | 15553320.00 | 0.031       | 445018.24   | 258202.80   |
| 9       | 228207276.50  | 1928116.30  | 0.020       | 304351.24   | 167851.24   |
| 10      | 2464545236.50 | 1928116.80  | 0.014       | 208807.24   | 107871.11   |
| 11      | 264740955.40  | 1928116.30  | 0.009       | 142422.42   | 7147.72     |
| 12      | 308346372.00  | 1928116.00  | 0.006       | 96792.22    | 4677.24     |

TASA NOMINAL = 315  
 TASA EQUIVALENTE = .5125  
 INGRESOS = 1 200300274.07  
 EGRESOS = 1 200650749.09  
 DIFERENCIA = 1 29441904.98



|         | VF           | FT           | VP                    |             |              |
|---------|--------------|--------------|-----------------------|-------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE) <sup>N</sup> | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000                 | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 127374000.00 | 12543000.00  | 0.979                 | 79350744.74 | 7154652.41   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.925                 | 43337191.63 | 4081076.15   |
| 3       | 143956777.00 | 12543000.00  | 0.186                 | 3649798.13  | 2327891.71   |
| 4       | 15345215.00  | 12543000.00  | 0.174                 | 16447600.61 | 1327852.67   |
| 5       | 16774545.00  | 15553200.00  | 0.039                 | 10132425.62 | 939201.32    |
| 6       | 181218100.00 | 15553200.00  | 0.034                 | 6247007.05  | 535729.01    |
| 7       | 195745577.71 | 15553200.00  | 0.029                 | 3945343.75  | 30585.03     |
| 8       | 211372800.00 | 15553200.00  | 0.011                 | 2368896.25  | 17439.09     |
| 9       | 228000620.00 | 1926116.00   | 0.006                 | 1459341.44  | 123290.28    |
| 10      | 24545231.00  | 1926116.00   | 0.004                 | 899016.76   | 70326.01     |
| 11      | 26424955.00  | 1926116.00   | 0.002                 | 553970.78   | 40114.56     |
| 12      | 28346372.00  | 1926116.00   | 0.001                 | 365034.15   | 22801.00     |

TASA NOMINAL = 201.75  
 TASA EQUIVALENTE = 1.753125  
 INGRESOS = \$ 182703231.50  
 EGRESOS = \$ 192361300.53  
 DIFERENCIA = \$ -9658149.02

|         | VF           | FT           | VP                    |             |              |
|---------|--------------|--------------|-----------------------|-------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE) <sup>N</sup> | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175292460.00 | 1.000                 | 0.00        | 175292460.00 |
| 1       | 127374000.00 | 12543000.00  | 0.964                 | 7157776.63  | 730252.63    |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.341                 | 45382205.31 | 4271469.54   |
| 3       | 143956777.00 | 12543000.00  | 0.129                 | 28418235.21 | 2455244.09   |
| 4       | 15345215.00  | 12543000.00  | 0.114                 | 10942382.16 | 1484427.34   |
| 5       | 16774545.00  | 15553200.00  | 0.038                 | 1137345.22  | 105410.09    |
| 6       | 181218100.00 | 15553200.00  | 0.040                 | 7171780.64  | 415527.17    |
| 7       | 195745577.71 | 15553200.00  | 0.023                 | 4524544.72  | 299222.46    |
| 8       | 211372800.00 | 15553200.00  | 0.013                 | 2550774.57  | 206757.05    |
| 9       | 228000620.00 | 1926116.00   | 0.005                 | 1792550.34  | 151828.13    |
| 10      | 24545231.00  | 1926116.00   | 0.005                 | 1133105.07  | 95477.47     |
| 11      | 26424955.00  | 1926116.00   | 0.003                 | 714392.28   | 51731.42     |
| 12      | 28346372.00  | 1926116.00   | 0.002                 | 487032.25   | 30205.00     |

TASA NOMINAL = 257.425  
 TASA EQUIVALENTE = 1.718021  
 INGRESOS = \$ 18198150.22  
 EGRESOS = \$ 192360349.63  
 DIFERENCIA = \$ -727800.39

|         | V F          |              | F T                   |             | UP           |
|---------|--------------|--------------|-----------------------|-------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE) <sup>N</sup> | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000                 | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123374000.00 | 12543000.00  | 0.577                 | 71164922.61 | 7237433.51   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.333                 | 44347583.86 | 4176069.02   |
| 3       | 143056777.00 | 12543000.00  | 0.192                 | 27636295.11 | 2409633.00   |
| 4       | 15345317.00  | 12543000.00  | 0.111                 | 1772175.18  | 1390381.02   |
| 5       | 167794545.40 | 15553320.00  | 0.064                 | 10732321.19 | 794807.22    |
| 6       | 181210109.00 | 15553320.00  | 0.037                 | 6668066.40  | 574013.40    |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00  | 0.021                 | 4167805.06  | 331211.39    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.012                 | 2597253.99  | 191112.21    |
| 9       | 228292626.50 | 19286116.00  | 0.007                 | 1618532.19  | 136739.26    |
| 10      | 246545236.60 | 19286116.00  | 0.004                 | 1008621.59  | 78899.90     |
| 11      | 266769855.60 | 19286116.00  | 0.002                 | 628543.27   | 48526.01     |
| 12      | 288346372.00 | 19286116.00  | 0.001                 | 419907.94   | 26260.95     |

TASA NOMINAL = 679.108  
TASA EQUIVALENTE = .733073  
INGRESOS = \$ 160232359.47  
EGRESOS = \$ 192850556.67  
DIFERENCIA = \$ -4618197.19

|         | V F          |              | F T                   |             | UP           |
|---------|--------------|--------------|-----------------------|-------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE) <sup>N</sup> | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000                 | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123374000.00 | 12543000.00  | 0.580                 | 71579016.10 | 7279546.59   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.337                 | 44065407.17 | 4224810.53   |
| 3       | 143056777.00 | 12543000.00  | 0.195                 | 28121523.79 | 2451741.73   |
| 4       | 15345317.00  | 12543000.00  | 0.117                 | 17626484.91 | 1427026.71   |
| 5       | 167794545.40 | 15553320.00  | 0.067                 | 11048221.60 | 1324088.67   |
| 6       | 181210109.00 | 15553320.00  | 0.039                 | 6924900.23  | 594347.05    |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00  | 0.022                 | 4346657.29  | 334839.22    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.013                 | 2706548.26  | 200171.04    |
| 9       | 228292626.50 | 19286116.00  | 0.007                 | 1705293.08  | 144067.14    |
| 10      | 246545236.60 | 19286116.00  | 0.004                 | 1060971.70  | 87412.01     |
| 11      | 266769855.60 | 19286116.00  | 0.003                 | 689765.37   | 48626.25     |
| 12      | 288346372.00 | 19286116.00  | 0.001                 | 450270.75   | 26163.85     |

TASA NOMINAL = 687.156  
TASA EQUIVALENTE = .737047  
INGRESOS = \$ 104121247.36  
EGRESOS = \$ 193105725.70  
DIFERENCIA = \$ -194391.74



| PERIODO | V F          |              | 1/(1+TE) <sup>N</sup> | UP          |              |
|---------|--------------|--------------|-----------------------|-------------|--------------|
|         | INGRESOS     | EGRESOS      |                       | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175250460.00 | 1.000                 | 0.00        | 175250460.00 |
| 1       | 123334000.00 | 12543000.00  | 0.582                 | 71787875.25 | 7300787.45   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.337                 | 45127693.55 | 4249501.51   |
| 3       | 143076777.60 | 12543000.00  | 0.177                 | 28368421.79 | 2473467.05   |
| 4       | 155365317.00 | 12543000.00  | 0.115                 | 17033115.14 | 1439700.45   |
| 5       | 167794545.40 | 15553320.00  | 0.067                 | 11210352.06 | 1037117.17   |
| 6       | 181718105.00 | 15553320.00  | 0.037                 | 7047113.00  | 604829.27    |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00  | 0.023                 | 4429995.93  | 352047.35    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.013                 | 2784808.69  | 204912.93    |
| 9       | 228202626.50 | 19206116.00  | 0.006                 | 1750601.93  | 147896.97    |
| 10      | 246545236.60 | 19206116.00  | 0.004                 | 1100473.13  | 86005.03     |
| 11      | 266268855.40 | 19206116.00  | 0.003                 | 691705.54   | 50106.71     |
| 12      | 308346372.00 | 19206116.00  | 0.002                 | 464292.29   | 29165.15     |

TASA NOMINAL = 861.641  
TASA EQUIVALENTE = .718034  
INGRESOS = \$ 192598529.18  
EGRESOS = \$ 193236005.86  
DIFERENCIA = \$ -637556.68

| PERIODO | V F          |              | 1/(1+TE) <sup>N</sup> | UP          |              |
|---------|--------------|--------------|-----------------------|-------------|--------------|
|         | INGRESOS     | EGRESOS      |                       | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175250460.00 | 1.000                 | 0.00        | 175250460.00 |
| 1       | 123334000.00 | 12543000.00  | 0.583                 | 71892762.57 | 7311454.43   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.340                 | 45259659.58 | 4261998.24   |
| 3       | 143054777.60 | 12543000.00  | 0.178                 | 28492748.55 | 2434325.45   |
| 4       | 155365317.80 | 12543000.00  | 0.115                 | 17027565.70 | 1448140.09   |
| 5       | 167794545.60 | 15553320.00  | 0.067                 | 11292487.42 | 1045730.51   |
| 6       | 181718105.00 | 15553320.00  | 0.038                 | 7109119.06  | 610150.83    |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00  | 0.023                 | 4475500.84  | 355663.74    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.013                 | 2817526.10  | 207320.36    |
| 9       | 228202626.50 | 19206116.00  | 0.006                 | 1773756.74  | 149853.19    |
| 10      | 246545236.60 | 19206116.00  | 0.005                 | 1116557.97  | 87851.00     |
| 11      | 266268855.40 | 19206116.00  | 0.003                 | 702905.36   | 50917.93     |
| 12      | 308346372.00 | 19206116.00  | 0.002                 | 474533.75   | 27600.63     |

TASA NOMINAL = 850.623  
TASA EQUIVALENTE = .718507  
INGRESOS = \$ 192745534.03  
EGRESOS = \$ 193381927.42  
DIFERENCIA = \$ 433607.61

| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+T) <sup>N</sup> | INGRESOS    | EGRESOS      |
|---------|--------------|--------------|----------------------|-------------|--------------|
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000                | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123344000.00 | 12543000.00  | 0.982                | 71840280.62 | 7306117.05   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.967                | 45193404.31 | 4552780.07   |
| 3       | 143056777.60 | 12543000.00  | 0.952                | 38433584.27 | 2473288.72   |
| 4       | 155365319.80 | 12543000.00  | 0.937                | 17885245.11 | 1447917.02   |
| 5       | 167794515.40 | 15553320.00  | 0.922                | 11251300.89 | 1042915.56   |
| 6       | 181218109.00 | 15553320.00  | 0.907                | 7079072.74  | 607463.28    |
| 7       | 197715557.70 | 15553320.00  | 0.892                | 4452432.05  | 353850.27    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.877                | 2801113.66  | 206112.07    |
| 9       | 228262624.50 | 19206116.80  | 0.862                | 1762137.08  | 140071.02    |
| 10      | 246545236.60 | 19206116.80  | 0.847                | 1106573.04  | 84795.52     |
| 11      | 266268955.40 | 19206116.80  | 0.832                | 697260.92   | 50510.54     |
| 12      | 306346372.00 | 19206116.80  | 0.817                | 476703.47   | 29421.66     |

TASA NOMINAL = 800.137

TASA EQUIVALENTE = .716781

INGRESOS = \$ 1922971312.00

EGRESOS = \$ 19326971.04

DIFERENCIA = \$ 507454.96

| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+T) <sup>N</sup> | INGRESOS    | EGRESOS      |
|---------|--------------|--------------|----------------------|-------------|--------------|
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000                | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123344000.00 | 12543000.00  | 0.983                | 71866512.01 | 7308784.76   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.968                | 45226613.85 | 4250816.45   |
| 3       | 143056777.60 | 12543000.00  | 0.953                | 28461748.64 | 2481605.10   |
| 4       | 155365319.80 | 12543000.00  | 0.938                | 17911381.52 | 1446027.07   |
| 5       | 167794515.40 | 15553320.00  | 0.923                | 11271886.07 | 1044820.92   |
| 6       | 181218109.00 | 15553320.00  | 0.908                | 7093557.55  | 608815.37    |
| 7       | 197715557.70 | 15553320.00  | 0.893                | 4464076.23  | 354755.68    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.878                | 2809306.40  | 206715.53    |
| 9       | 228262624.50 | 19206116.80  | 0.863                | 1767736.30  | 149361.46    |
| 10      | 246545236.60 | 19206116.80  | 0.848                | 1112507.35  | 87032.47     |
| 11      | 266268955.40 | 19206116.80  | 0.833                | 700166.98   | 50713.79     |
| 12      | 306346372.00 | 19206116.80  | 0.818                | 472456.70   | 29550.84     |

TASA NOMINAL = 959.385

TASA EQUIVALENTE = .716154

INGRESOS = \$ 193190231.50

EGRESOS = \$ 193285459.64

DIFERENCIA = \$ -12728.04

|         | U F          |              | F T        |             | VP           |
|---------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE)^N | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000      | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123374000.00 | 12543000.00  | 0.983      | 71879674.39 | 7310119.35   |
| 2       | 133300720.00 | 12543000.00  | 0.940      | 45743132.19 | 4704371.92   |
| 3       | 143226477.00 | 12543000.00  | 0.198      | 28477342.90 | 2482964.78   |
| 4       | 153152131.00 | 12543000.00  | 0.115      | 17924467.63 | 1447083.54   |
| 5       | 163077845.00 | 15553320.00  | 0.057      | 11287332.85 | 1046252.72   |
| 6       | 181218109.00 | 15553320.00  | 0.039      | 7105224.20  | 609816.00    |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00  | 0.023      | 4469795.36  | 355209.38    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.013      | 2813412.87  | 207167.70    |
| 9       | 228292626.50 | 19286116.00  | 0.008      | 1772299.54  | 149730.09    |
| 10      | 244545236.60 | 19286116.00  | 0.005      | 1115678.70  | 87271.37     |
| 11      | 262288353.60 | 19286116.00  | 0.003      | 702279.61   | 50866.81     |
| 12      | 308346372.00 | 19286116.00  | 0.002      | 474014.06   | 29648.12     |

TASA NOMINAL = 859.009  
 TASA EQUIVALENTE = .715841  
 INGRESOS = \$ 193293853.98  
 EGRESOS = \$ 192293714.78  
 DIFERENCIA = -41890.90

|         | U F          |              | F T        |             | VP           |
|---------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE)^N | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000      | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123374000.00 | 12543000.00  | 0.983      | 71886198.13 | 7310786.83   |
| 2       | 133300720.00 | 12543000.00  | 0.940      | 45751304.75 | 4261149.97   |
| 3       | 143226477.00 | 12543000.00  | 0.198      | 28485144.30 | 2482644.99   |
| 4       | 153152131.00 | 12543000.00  | 0.115      | 17931015.17 | 1447612.14   |
| 5       | 163077845.00 | 15553320.00  | 0.067      | 11287332.85 | 1046252.72   |
| 6       | 181218109.00 | 15553320.00  | 0.039      | 7105224.20  | 609816.00    |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00  | 0.023      | 4472643.06  | 355436.48    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.013      | 2815400.64  | 207168.07    |
| 9       | 228292626.50 | 19286116.00  | 0.008      | 1772299.54  | 149730.09    |
| 10      | 244545236.60 | 19286116.00  | 0.005      | 1115678.70  | 87271.37     |
| 11      | 262288353.60 | 19286116.00  | 0.003      | 702279.61   | 50866.81     |
| 12      | 308346372.00 | 19286116.00  | 0.002      | 474014.06   | 29648.12     |

TASA NOMINAL = 356.021  
 TASA EQUIVALENTE = .715684  
 INGRESOS = \$ 193293853.19  
 EGRESOS = \$ 193293845.17  
 DIFERENCIA = \$ 808.02

|         | VP           | FT           | VP         |             |              |
|---------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TC)*N | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000      | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123334000.00 | 12543000.00  | 0.503      | 71882716.36 | 7310453.08   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.340      | 45247263.19 | 4260760.92   |
| 3       | 143056777.60 | 12543000.00  | 0.198      | 28401242.24 | 2483304.05   |
| 4       | 153365319.80 | 12543000.00  | 0.115      | 17927711.63 | 1447347.81   |
| 5       | 167794545.40 | 15553320.00  | 0.067      | 11284756.63 | 1046013.92   |
| 6       | 181718109.00 | 15553320.00  | 0.039      | 7103276.20  | 607619.66    |
| 7       | 195713557.70 | 15553320.00  | 0.023      | 4471213.95  | 355322.91    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.013      | 2814440.54  | 207093.32    |
| 9       | 228202674.50 | 19286116.80  | 0.008      | 1771571.58  | 149668.56    |
| 10      | 246545236.60 | 19286116.80  | 0.005      | 1115129.57  | 87231.53     |
| 11      | 266260955.60 | 19286116.80  | 0.003      | 701927.02   | 50841.27     |
| 12      | 308346372.00 | 19286116.80  | 0.002      | 473754.45   | 29631.08     |

TASA NOMINAL = 850.715  
 TASA EQUIVALENTE = .715762  
 INGRESOS = \$ 193295235.77  
 EGRESOS = \$ 193295779.74  
 DIFERENCIA = \$ -20543.97

|         | VP           | FT           | VP         |             |              |
|---------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TC)*N | INGRESOS    | EGRESOS      |
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000      | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123334000.00 | 12543000.00  | 0.503      | 71884557.21 | 7310619.95   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.340      | 45249328.90 | 4260955.44   |
| 3       | 143056777.60 | 12543000.00  | 0.198      | 28483193.68 | 2483474.71   |
| 4       | 153365319.80 | 12543000.00  | 0.115      | 17929378.00 | 1447479.97   |
| 5       | 167794545.40 | 15553320.00  | 0.067      | 11286044.65 | 1046133.31   |
| 6       | 181718109.00 | 15553320.00  | 0.039      | 7104751.12  | 609733.16    |
| 7       | 195713557.70 | 15553320.00  | 0.023      | 4471978.44  | 355379.69    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.013      | 2814954.54  | 207131.14    |
| 9       | 228202674.50 | 19286116.80  | 0.008      | 1771935.57  | 149699.33    |
| 10      | 246545236.60 | 19286116.80  | 0.005      | 1115304.14  | 87251.45     |
| 11      | 266260955.60 | 19286116.80  | 0.003      | 702103.29   | 50854.04     |
| 12      | 308346372.00 | 19286116.80  | 0.002      | 473894.24   | 29640.00     |

TASA NOMINAL = 850.868  
 TASA EQUIVALENTE = .715723  
 INGRESOS = \$ 193286743.79  
 EGRESOS = \$ 193296612.39  
 DIFERENCIA = \$ -9868.61

| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS     | 1/(1+TE)*N | INGRESOS    | EGRESOS     |
|---------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| 0       | 0.00         | 17525046.00 | 1.000      | 0.00        | 17525046.00 |
| 1       | 12334000.00  | 12543000.00 | 0.983      | 71080377.88 | 7319733.37  |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00 | 0.940      | 45250361.81 | 4341950.70  |
| 3       | 143056777.00 | 12543000.00 | 0.198      | 20404143.97 | 2483559.05  |
| 4       | 155365319.00 | 12543000.00 | 0.115      | 17730194.56 | 1447546.05  |
| 5       | 167794545.00 | 15553320.00 | 0.067      | 11286608.73 | 1046193.02  |
| 6       | 181210109.00 | 15553320.00 | 0.037      | 7104777.84  | 609776.97   |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00 | 0.023      | 4472205.73  | 355408.08   |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00 | 0.013      | 2815211.58  | 207150.05   |
| 9       | 228202626.50 | 15286116.00 | 0.008      | 1722117.59  | 149714.71   |
| 10      | 246545236.60 | 19286116.00 | 0.005      | 1115511.46  | 67261.41    |
| 11      | 266268955.40 | 19286116.00 | 0.003      | 702191.44   | 50860.42    |
| 12      | 308346372.00 | 19286116.00 | 0.002      | 473749.15   | 29644.06    |

TASA NOMINAL = 350.044  
 TASA EQUIVALENTE = .715704  
 INGRESOS = \$ 193297208.31  
 EGRESOS = \$ 193297320.76  
 DIFERENCIA = \$ -450.45

| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS     | 1/(1+TE)*N | INGRESOS    | EGRESOS     |
|---------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| 0       | 0.00         | 17525046.00 | 1.000      | 0.00        | 17525046.00 |
| 1       | 12334000.00  | 12543000.00 | 0.983      | 71385787.89 | 7310745.11  |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00 | 0.940      | 45250070.27 | 4261101.34  |
| 3       | 143056777.00 | 12543000.00 | 0.198      | 20484656.63 | 2483602.47  |
| 4       | 155365319.00 | 12543000.00 | 0.115      | 17930605.86 | 1447579.10  |
| 5       | 167794545.00 | 15553320.00 | 0.067      | 11287010.79 | 1046222.87  |
| 6       | 181210109.00 | 15553320.00 | 0.039      | 7104980.92  | 609775.80   |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00 | 0.023      | 4472464.39  | 355422.28   |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00 | 0.013      | 2815340.11  | 207159.51   |
| 9       | 228202626.50 | 19286116.00 | 0.008      | 1722208.61  | 149722.40   |
| 10      | 246545236.60 | 19286116.00 | 0.005      | 1115575.12  | 87266.39    |
| 11      | 266268955.40 | 19286116.00 | 0.003      | 702235.52   | 50863.61    |
| 12      | 308346372.00 | 19286116.00 | 0.002      | 473981.60   | 29646.09    |

TASA NOMINAL = 358.033  
 TASA EQUIVALENTE = .715694  
 INGRESOS = \$ 193297208.31  
 EGRESOS = \$ 193297506.96  
 DIFERENCIA = \$ -1861.25

| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE)*N | INGRESOS    | EGRESOS      |
|---------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000      | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123334000.00 | 12543000.00  | 0.583      | 71865993.01 | 7310765.97   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.340      | 45251136.51 | 4261137.01   |
| 3       | 143054777.60 | 12543000.00  | 0.198      | 28485022.46 | 2483634.36   |
| 4       | 15285119.00  | 12543000.00  | 0.117      | 17930912.84 | 1447603.88   |
| 5       | 16279545.40  | 12543000.00  | 0.067      | 11207252.33 | 1046245.26   |
| 6       | 17274557.70  | 12543000.00  | 0.039      | 7105163.30  | 609811.46    |
| 7       | 18271557.70  | 12543000.00  | 0.023      | 4472578.39  | 355432.93    |
| 8       | 19270280.30  | 12543000.00  | 0.013      | 2815436.51  | 207166.60    |
| 9       | 20270280.30  | 12543000.00  | 0.008      | 1772276.08  | 149728.17    |
| 10      | 21270280.30  | 12543000.00  | 0.005      | 1115622.84  | 82770.12     |
| 11      | 22270280.30  | 12543000.00  | 0.003      | 702240.59   | 50866.01     |
| 12      | 23270280.30  | 12543000.00  | 0.002      | 474005.95   | 29647.61     |

TASA NOMINAL = 0.50.027  
 TASA EQUIVALENTE = .715687  
 INGRESOS = \$ 193297109.44  
 EGRESOS = \$ 193297716.06  
 DIFERENCIA = - 526.43

| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE)*N | INGRESOS    | EGRESOS      |
|---------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| 0       | 0.00         | 175258460.00 | 1.000      | 0.00        | 175258460.00 |
| 1       | 123334000.00 | 12543000.00  | 0.583      | 71866075.57 | 7310776.40   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.340      | 45251265.63 | 4261137.01   |
| 3       | 143054777.60 | 12543000.00  | 0.198      | 28485022.30 | 2483634.36   |
| 4       | 15285119.00  | 12543000.00  | 0.115      | 17930912.84 | 1447603.88   |
| 5       | 16279545.40  | 12543000.00  | 0.067      | 11207252.33 | 1046245.26   |
| 6       | 17274557.70  | 12543000.00  | 0.039      | 7105163.30  | 609811.46    |
| 7       | 18271557.70  | 12543000.00  | 0.023      | 4472578.39  | 355432.93    |
| 8       | 19270280.30  | 12543000.00  | 0.013      | 2815436.51  | 207166.60    |
| 9       | 20270280.30  | 12543000.00  | 0.008      | 1772276.08  | 149728.17    |
| 10      | 21270280.30  | 12543000.00  | 0.005      | 1115622.84  | 82770.12     |
| 11      | 22270280.30  | 12543000.00  | 0.003      | 702240.59   | 50866.01     |
| 12      | 23270280.30  | 12543000.00  | 0.002      | 474005.95   | 29647.61     |

TASA NOMINAL = 0.50.024  
 TASA EQUIVALENTE = .715603  
 INGRESOS = \$ 193297721.31  
 EGRESOS = \$ 193297780.61  
 DIFERENCIA = 140.70

| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE)^N | INGRESOS    | EGRESOS      |
|---------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| 0       | 0.00         | 175250460.00 | 1.000      | 0.00        | 175250460.00 |
| 1       | 123334000.00 | 12543000.00  | 0.503      | 71036044.29 | 7310771.19   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.340      | 45751201.07 | 4261131.73   |
| 3       | 143056777.00 | 12543000.00  | 0.198      | 20484971.42 | 2483629.04   |
| 4       | 152915219.00 | 12543000.00  | 0.115      | 17930861.60 | 1447599.75   |
| 5       | 162794545.00 | 15553320.00  | 0.067      | 11287232.08 | 1046241.53   |
| 6       | 181218109.00 | 15553320.00  | 0.037      | 7105140.97  | 609808.85    |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00  | 0.023      | 4472576.06  | 355431.15    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.013      | 2815420.44  | 207165.42    |
| 9       | 228202626.50 | 19286116.80  | 0.008      | 1772265.50  | 149727.20    |
| 10      | 246545236.60 | 19286116.80  | 0.005      | 1115614.91  | 87269.50     |
| 11      | 266260855.60 | 19286116.80  | 0.003      | 702263.07   | 50865.61     |
| 12      | 308346372.00 | 19286116.80  | 0.002      | 474001.89   | 29647.36     |

TASA NOMINAL = 850.025  
 TASA EQUIVALENTE = .715308  
 INGRESOS = \$ 193297555.37  
 EGRESOS = \$ 193297740.34  
 DIFERENCIA = \$ -192.97

| PERIODO | INGRESOS     | EGRESOS      | 1/(1+TE)^N | INGRESOS    | EGRESOS      |
|---------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| 0       | 0.00         | 175250460.00 | 1.000      | 0.00        | 175250460.00 |
| 1       | 123334000.00 | 12543000.00  | 0.503      | 71036069.93 | 7310773.79   |
| 2       | 133200720.00 | 12543000.00  | 0.340      | 45751233.35 | 4261134.77   |
| 3       | 143056777.00 | 12543000.00  | 0.198      | 20484991.90 | 2483631.70   |
| 4       | 152915219.00 | 12543000.00  | 0.115      | 17930887.26 | 1447601.81   |
| 5       | 162794545.00 | 15553320.00  | 0.067      | 11287232.21 | 1046243.39   |
| 6       | 181218109.00 | 15553320.00  | 0.037      | 7105140.17  | 609810.16    |
| 7       | 195715557.70 | 15553320.00  | 0.023      | 4472587.22  | 355432.04    |
| 8       | 211372802.30 | 15553320.00  | 0.013      | 2815420.47  | 207166.01    |
| 9       | 228202626.50 | 19286116.80  | 0.008      | 1772271.19  | 149727.69    |
| 10      | 246545236.60 | 19286116.80  | 0.005      | 1115618.09  | 87269.81     |
| 11      | 266260855.60 | 19286116.80  | 0.003      | 702265.83   | 50865.81     |
| 12      | 308346372.00 | 19286116.80  | 0.002      | 474003.92   | 29647.49     |

TASA NOMINAL = 850.024  
 TASA EQUIVALENTE = .715687  
 INGRESOS = \$ 193297738.34  
 EGRESOS = \$ 193297764.48  
 DIFERENCIA = \$ -26.14

TASA INTERNA DE RETORNO = 850.024

### III. CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

De acuerdo a los estudios realizados a lo largo del presente trabajo, podemos asegurar que la producción de los artículos mencionados son sólo ejemplos de una amplia variedad de productos susceptibles de fabricarse debido a la versatilidad que se tiene en la utilización de materiales plásticos, así como del equipo necesario para tales fines, por lo que además de los elementos estudiados, esta planta tendrá la capacidad de producir diferentes artículos, tales como: Cateter Central, Cateter Epidural, Cateter de Alimentación, Equipos de Suero, -- Equipo de Sangre y Plasma, etc.

A su vez, podemos asegurar como se explico en la introducción de este trabajo y se ha constatado a lo largo del mismo, que el incremento en el uso de materiales plásticos se esta dando no solo dentro de la medicina sino en cualquier rama del aspecto humano; ya que gracias a -- las amplias caracterfsticas y propiedades otorgadas a los plásticos, -- así como las diversas combinaciones de propiedades encontradas en los plásticos de ingeniería desarrollados, pueden obtenerse caracterfsticas semejantes a los materiales tradicionales, o bien propiedades rara vez encontradas en otros materiales, por lo que podemos adecuar -- las exigencias de cualquier norma o necesidad que se requiera, dando como resultado el desplazamiento de materiales tradicionales por materiales plásticos. Por lo tanto, podemos concluir que la curva de vida útil comercial de los productos seleccionados tiende a ser muy suave, esto es, la posibilidad de obsolescencia de nuestros artículos o los factibles a realizarse es muy baja.

Otro justificante radica en el hecho de tratarse de artículos no permanentes (desechables) implicando en esta forma un mercado potencial en constante crecimiento, así como la educación sexual cambiante en nuestros días, por lo que la tendencia de nuestro principal producto (DIU) aumenta en proporciones mayores a las actuales.

Debido a estas amplias posibilidades, el crecimiento y expansión de la planta calculada originalmente debe ser considerada dentro del proyecto de inversión; creando por una parte, nuevas fuentes de trabajo y por otra la utilización de mano de obra calificada, más no es especializada utilizando por lo tanto las ventajas inherentes en el ahorro de esta inversión.

Asimismo, existe una gran posibilidad de exportar nuestros productos a mercados latinoamericanos (países sobrepoblados), debido fundamentalmente a que satisfacemos el mercado nacional, así como el cumplimiento de las normas internacionales a que están sujetos nuestros productos y a bajo costo, siendo la exportación uno de los renglones primordiales del Gobierno Federal para la captación de divisas.

Por otra parte, tomando en cuenta el análisis económico expuesto en capítulos anteriores, podemos observar que el proyecto como plan de inversión es factible de realizarse debido a la bondad económica -- respalda el proyecto, esto es, márgenes de utilidades muy amplios en la mayoría de los artículos, por lo que se considera como alternativa de inversión de capital, el posible financiamiento económico otorgado por el Gobierno Federal, ya que el cumplimiento de los requisitos técnicos (formatos) para el trámite de financiamiento pueden ser cubiertos en forma no muy compleja.

Sin embargo, existen ciertas limitantes para la realización de este proyecto, por una parte debido a que se fabricaran artículos referentes a la salud humana. Es necesario extremar las precauciones en cuanto a higiene, limpieza y esterilización dentro de la planta, así como del personal que se desempeñe en la misma, así también la materia prima de alta calidad utilizada y el control de la calidad tanto de esta como de nuestro producto final, traerá como consecuencia la imposibilidad de recuperar nuestros plásticos en productos médicos, pero se podrán reciclar en otro tipo de artículos diferentes a los médicos, siendo en esta forma la recuperación en parte del capital invertido en materias primas.

Otra limitante será la comercialización del producto principal (DIU) debido a que nuestro principal cliente, el Gobierno Federal por parte del Sector Salud, se encuentra enmarcado en un mercado cautivo sólo al alcance de determinadas industrias. Sin embargo, creemos que la calidad del artículo así como las diversas técnicas de comercialización lograrán dar a conocer nuestros artículos. Por lo tanto y por las razones analizadas a lo largo de la Tesis, no dudamos en concluir a nuestro proyecto como factible de ejecutarse.

## A P E N D I C E S

## A. DIRECTORIO DE FABRICANTES DE PLASTICOS

ACRILICO: DUPONT, S.A. DE C.V.  
 Industrial Resistol S.A.  
 Plastiglas de México, S.A.  
 Reichhold Química de México, S.A.  
 Rohm & Hass México, S.A. DE C.V.

PVC : Altaresin, S.A. de C.V.  
 Industrial Resistol, S.A.  
 Policyd, S.A.  
 Polímeros de México, S.A.  
 Promociones Industriales Mexicanas, S.A.  
 Especialidades Químicas, S.A.

ACETATO DE  
 CELULOSA : Celanese Mexicana, S.A.

POLIETILENO  
 DE ALTA DEN  
 sidad : Petroleos Mexicanos.

POLIETILENO  
 DE BAJA DEN  
 SIDAD : Petroleos Mexicanos.

POLIPROPI  
 LENO : No existen fabricantes nacionales.

POLIURETANO: Basf Mexicana, S.A.  
 K.J. Quin de México, S.A. de C.V.  
 Naylon de México, S.A.

Poliesteres-Bayer, S.A.  
 Poliuraquimia, S.A.  
 Reichhold Química de México, S.A.  
 Simon, S.A.

**POLUESTIRENO:** Aislantes y Acústicos de Monterrey, S.A.  
 Industrias Ebroquimex, S.A.  
 Industrias Kroylit, S.A.  
 Industrias Resistol, S.A.  
 Ing. Mario Orozco Obregon.  
 Monquímica, S.A.  
 Nacional de Resinas, S.A.  
 Poliestireno y Derivados, S.A.  
 Polioles, S.A.  
 Productos de Estireno, S.A.

**POLICARBONATO:** Utrapol (lexan)  
 Bayer de México, S.A.

**TEFLON :** Dupont, S.A. de C.V.  
 Bayer de México, S.A.

**NYLON :** Nylon de México, S.A.  
 Dupont, S.A. de C.V.

**SILICON :** Bayer de México, S.A.  
 Union Carvide  
 Wacker-Chemie GBMH

## B. DIRECTORIO DE FABRICANTES DE EQUIPO MEDICO.

## EQUIPOS MEDICOS VISCARRA

Chulavista 69 Cuernavaca Mor.

M. Ocampo Coyoacán D.F.

658-56-40

658-84-45

Cateter intravenoso

Cateter central

Cánula epidural

## IMPLEMENTOS PLASTICOS, S.A.

Mar Kara 14 C.P. 11400 D.F.

Cateter intravenoso

## Laboratorios GELT de MEXICO, S.A.

Agujas 725 Z.P.14

Carretera Saltillo-Monterrey Km.13.3

670-35-66

PRESERVATIVOS

## INDUSTRIAS PLASTICAS MEDICAS, S.A.

A. Delgado 16 Z.P. 8

Xocongo 43 Z.P. 8 D.F.

542-63-25

542-53-25

2-51-86 Cuautla

Eq. recolección de sangre.

Cateter nasal

## AHS MEXICO, S.A. de C.V.

Av. de los 50 metros No 2 CIVAC

Jiutepec Mor.

Eq. recolección de sangre y plasma.

Cateter alimentación.

## PRODUCTOS ADEX, S.A. de C.V.

Ermita Iztapalapa 855 México 13 D.F

581-80-22

582-65-01

Sonda foley.

## TROKAR, S.A. Laboratorio de

Especialidades Médicas

Centeno 691. Granjas México

Sonda nelaton.

Cateter Central.

BECTON, DICKINSON DE MEXICO, S.A. de C.V.  
Dr. Garciadiego 170 México 7 D.F.

JOHNSON & JOHNSON de México, S.A. de C.V.      **Cateter intravenoso**  
Av. Ermita Iztapalapa 557 Col. Esmeralda  
C.P. 09810  
581-86-64  
582-07-11  
582-10-51



C. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL  
CALCULO DEL VALOR PRESENTE NETO Y DE TASA INTERNA DE RETORNO

```

01 *****
02 *
03 ** TESIS: ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACION DE
04 ** DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS QUÍMICOS ELABORADOS CON
05 ** MATERIALES PLÁSTICOS
06 **
07 ** CALCULO DEL VALOR PRESENTE NETO Y DE TASA INTERNA DE RETORNO
08 **
09 *****
10 OPEN "M.LTC" FOR OUTPUT AS FILE 16, REFORMAT=80
11 * VFI(1) - INGRESOS VALOR FUTURO
12 * VFE(1) - EGRESOS VALOR FUTURO
13 * FT(1) - FACTOR DE TRANSFORMACION
14 * VPI(1) - INGRESO VALOR PRESENTE
15 * VPE(1) - EGRESOS VALOR PRESENTE
16 * T - TASA NOMINAL
17 * TE - TASA EQUIVALENTE
18 * TIP - TOTAL INGRESOS VALOR PRESENTE
19 * TEP - TOTAL EGRESOS VALOR PRESENTE
20 * DIF - TIP - TEP
21 * N - NUMERO DE PERIODOS
22 * DECLARACION DE VARIABLES
23 * DECLARACION DE CONSTANTES
24 * INICIO DE PERIODOS 0-24
25 FOR I=0 TO N
26 READ VFI(I)
27 NEXT I
28 FOR I=0 TO N
29 READ VFE(I)
30 NEXT I
31 INPUT TASA NOMINAL INFERIOR ITI
32 T=ITI
33 GOSUB 5000 (CALCULO)
34 IF DIF<0 THEN 250
35 DIF=DIF
36 INPUT TASA NOMINAL SUPERIOR ITS
37 T=ITS
38 GOSUB 5000 (CALCULO)
39 IF DIF<0 THEN 270
40 DIF=DIF
41 IF DIF<0 THEN 280
42 TEM=(ITI+ITS)/2
43 T=TEM
44 GOSUB 5000 (CALCULO)
45 DIF=DIF
46 IF ABS(DIF)<100 THEN 5200
47 IF DIF<0 THEN TI=TEM ELSE TS=TEM
48 GOTO 180
49 PRINT#5, "TASA INTERNA DE RETORNO = "IT
50 GOTO 3300
51 PRINT#6, "TASA INTERNO DE RETORNO = "IS
52 GOTO 5300
53 PRINT#5, PRINT#6, "EN ESTE INTERVALO NO EXISTE T I R "
54 GOTO 110
5500 (CALCULO DE VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO)
5600 TIP=0;TEP=0
5700 TE=(T/100)/100
5800 FOR I=0 TO N
5900 FT(I)=1/(1+TE)**I
6000 VPI(I)=VFI(I)*FT(I)
6100 TIP=TIP+VPI(I)
6200 VPE(I)=VFE(I)*FT(I)

```

```

5090 TEP=TEP*VFE(I)
5090 NEXT I
5100 DIF=TIP-TEP
5105 PRINT%;
5110 PRINT%;
5115 PRINT%;
5117 PRINT%;
5120 PRINT%; 'PERIODO INGRESOS EGRESOS 1/(1+TE)*N INGRESOS EGRESOS'
5125 PRINT%;
5130 FOR I=0 TO N
5132 PRINT%; ' *';
5134 PRINT%; USING'###.###',I;
5136 PRINT%; ' *';
5140 PRINT%; USING'#####.##', VFE(I);
5141 PRINT%; ' *';
5142 PRINT%; USING'#####.##',VFE(I);
5143 PRINT%; ' *';
5144 PRINT%; USING'#####.##',FT(I);
5145 PRINT%; ' *';
5146 PRINT%; USING'#####.##',VPI(I);
5147 PRINT%; ' *';
5148 PRINT%; USING'#####.##',VPE(I)
5150 NEXT I
5155 PRINT%; '\PRINT%; ' TASA NOMINAL = '%T
5160 PRINT%; ' TASA EQUIVALENTE = '%TE
5165 PRINT%; ' INGRESOS = $ %';
5185 PRINT%; USING'#####.##',TIP
5190 PRINT%; ' EGRESOS = $ %';
5195 PRINT%; USING'#####.##',TEP
5200 PRINT%; ' DIFERENCIA = $ %';
5202 PRINT%; USING'#####.##',DIF
5203 PRINT%; '\PRINT%; '\PRINT%; '\PRINT%; '\PRINT%; '\PRINT%; '\PRINT%;
5210 RETURN
5220 PRINT%; 'TASA INTERNA DE RETORNO = '%TEN
5225 DATA 0.123334000,133200720,143956777.6,155365319.8,167794545.4,181218109
5226 DATA 195715557.7,211372802.7,228282626.5,246545236.6,266260055.6,288346372
5228 DATA 176258460,12543000,12543000,12543000,12543000,15553320,15553320
5229 DATA 15553320,15553320,19286116.8,19286116.8,19286116.8,19286116.8,19286116.8
5300 END

```

**D. PROGRAMAS DE INVESTIGACION MAS  
ACTUALES SOBRE DISPOSITIVOS  
INTRAUTERINOS.**

**ORGANIZACIONES INVESTIGADORAS**

PROGRAMAS DE INVESTIGACIONES ACTUALES MAS IMPORTANTES QUE INCLUYEN LOS DISPOSITIVOS INTRAUTERINOS

| Organización   | Ref. No. | Tecnología que ha Sido Ensayada     | Propósito de la Investigación   | Ubicación   | Fuente de Financiamiento              | Nivel Aproximado de Fondos Anuales, 1978-1979 |
|--|----------|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------|---|
| Alza Corporation<br>(firma comercial).                         | 13, 217  | Progestasert DIU                    | Verificar la extensión de la vida efectiva del DIU, más allá de los 12 meses.   | EE.UU.  | Fondos propios                        | NC  |
|  |          |                                     | Probar dispositivos que tienen más de 38mg de progesterona  | México  |                                       |   |
|  |          |                                     | Comprobar la disminución de la pérdida menstrual y de los coágulos en EE.UU. como se comprobó en los primeros estudios europeos.                                      | EE.UU.  |                                       |   |
|  |          |                                     | Ensayar el valor profiláctico en mujeres próximas a la menopausia y/o con hiperplasia endometrial.  |   |                                       |   |
| Centro de Investigaciones en Población (agencia gubernamental) | 338      | Dispositivo en T que libera estriol | Determinar si el estriol tiene efecto anticonceptivo dentro del útero ligándose a los receptores estrogénicos y alterando el ciclo uterino normal                     | EE.UU.  | Instituto Nacional de Salud de EE.UU. | \$100.000-\$200.000                           |
|  |          |                                     | DIUs actualmente en uso en los EE.UU.   | Averiguar si el uso de DIU está asociado con un mayor riesgo de hospitalización por dolencias ginecológicas y obstétricas, como por ejemplo, perforación uterina, enfermedad inflamatoria pélvica, hemorragia vaginal, pérdida fetal espontánea, embarazo ectópico, desgarro placentario y placenta previa. | EE.UU.                                | Instituto Nacional de Salud de EE.UU.         |
|  |          |                                     | Determinar la tasa de riesgos, la severidad de estas situaciones y la certeza del diagnóstico con los DIUs de uso actual (Estudio comparativo de casos en 9 centros). |   |                                       |   |

| Organización   | Ref. No.           | Tecnología que ha Sido Ensayada              | Propósito de la Investigación  | Ubicación | Fuente de Financiamiento | Nivel Aproximado de Fondos Anuales, 1978-1979 |
|--|--------------------|--|--|-----------|--------------------------|---|
| Comité Internacional para Investigación aplicada en Población (ICARP) - (Organización privada filantrópica). | 55, 191            | TCu-380 Ag                                   | Comprobar la eficacia y seguridad de la inserción después de la regulación menstrual por curanderas.   | India     |                          | \$5.000                                       |
|  |                    | Lippes-Loop                                  | Comprobar eficacia y seguridad de la inserción post aborto   | Brasil    |                          | \$5.000                                       |
| Programa Internacional de Investigación en Fertilidad (IFRP) - (organización privada filantrópica)           | 147, 150, 223, 359 | Lippes-Loop<br>TCu-220<br>Multiload<br>Otros | Para desarrollar: a) un tipo de DIU que no fuera expulsado si fuera insertado en el período post parto inmediato, por el agregado de suturas biodegradables al Lippes Loop D y TCu, de modo de permitir que el dispositivo se mantenga en su posición durante la involución uterina y b) un tipo de DIU -- que libere lentamente trasilol o ácido tranexámico en la cavidad uterina, para así poder reducir pérdidas sanguíneas relacionadas al DIU (utilizando Lippes Loop D).<br><br>Conducir las pruebas clínicas - fase III para evaluar: a) el resultado de los dispositivos -- aplicados con suturas en período post parto (tasa de expulsión, extracción por otras razones médicas e infección), la técnica óptima de la inserción post parto (menos de 10 minutos versus 2-30 horas post placentaria; b) estudiar el efecto de los dispositivos que contienen trasilol o ácido tranexámico | Mundial   | USAID                    | \$200.000-\$300.000                           |

| Organización   | Ref. No.   | Tecnología que ha Sido Ensayada                                | Propósito de la Investigación   | Ubicación | Fuente de Financiamiento      | Nivel Aproximado de Fondos Anuales, 1978-1979 |
|--|------------|--|---|-----------|-------------------------------|---|
|  |            |  | co sobre la pérdida menstrual y c) otros dispositivos listos para investigación en fase III como por ejemplo, Nylon-Wound T, - la T del Consejo de Población -- Post parto y TCu-380 Ag, el Multiload y Alza Progestasert.  |           |                               |   |
| Consejo de Población (organización privada filantrópica).  | 191<br>271 | TCu-200<br>TCu-220C<br>TCu-380Ag                               | Determinar la vida efectiva del dispositivo medicado  |           | AID; UNFPA;<br>otros donantes | \$100.000                                     |
|  |            |  | Investigar el uso de un núcleo de plata en el alambre de cobre en TCu-380 Ag.   |           |                               |   |
|  |            |  | Para prolongar la vida efectiva previniendo la fragmentación.   |           |                               |   |
|  |            |  | Investigar diversos aspectos de seguridad   |           |                               |   |
|  |            |  | Estudiar dispositivos que liberan 10,20 y 30 ug de norgestrel diarios.  | Finlandia |                               |   |
| Programa de In troducción y Adaptación de Tecnología Anticonceptiva (PIACT) (Organización privada filantrópica). | 47<br>187  | La Sonda de Ala de Hasson y Dispositivos de Metrología Uterino | Investigar si las mediciones de la cavidad uterina pueden ser -- útiles para identificar mujeres que presentan escasos riesgos a) utilizando la Sonda de Ala de Hasson (para medidas verticales y b) usando el Dispositivo de Metrología Uterino (para mediciones verticales y horizontales). | Indonesia | UNFPA<br>Ford                 | \$30.000                                      |
|  |            |  | Estudiar las diferencias en las inserciones por personal médico o paramédico.   | México    |                               |   |
|  |            | Aplicador  | Verificar menores costos para un tubo de aplicación de dispositivos en T y Lippes Loop flexible y para uso repetido post parto; comprobado con inserción a mano o forceps.  | México    |                               |   |

| Organización   | Ref. No.   | Tecnología que ha Sido Ensayada      | Propósito de la Investigación   | Ubicación   | Fuente de Financiamiento | Nivel Aproximado de Fondos Anuales, 1978-1979 |
|--|------------|--------------------------------------|---|---|--------------------------|---|
|  |            | Lippes Loop y dispositivos con cobre | Estudiar inserción post parto inmediato.  | México  |                          |   |
| Organización Mundial de la Salud (agencia intergubernamental). | 242<br>368 | Lippes Loop D Cu-7 TCu-220           | Verificar eficacia y seguridad de 3 tipos de dispositivos insertados en mujeres multiparas, en el momento de la menstruación o inmediatamente después (estudios en 9 centros).                          | Egipto, Rep. Fed. Alemania, India, Filipinas, Tailandia, Reino Unido, Estados Unidos, Rusia, Hungría. | GMS                      | \$300.000                                     |
|  |            |                                      | Investigar los riesgos de enfermedad inflamatoria pélvica y de embarazo ectópico en usuarias de DIU (estudios comparativos de casos en 12 centros).   | Canadá, Chile, Hungría, India, Corea, Nigeria, Filipinas, Suecia, Tailandia, Reino Unido.             |                          |   |
|  |            |                                      | Estudiar el efecto de DIU y otros métodos de control de la fecundidad sobre la flora bacteriana de los oviductos (estudio grupal en 12 centros).  | Canadá, Chile, Colombia, Cuba, Corea, Nueva Zelanda, Singapur, Tailandia, Reino Unido.                |                          |   |
|  |            |                                      | Indagar el efecto y la intensidad de la pérdida sanguínea asociada al uso de DIUs   | Chile, Japón, Corea, México, Suecia, Reino Unido.   |                          |   |
|  |            | DIU con levonorgestrel               | Desarrollar y verificar clínicamente un tipo de DIU que libere 2 ug o menos, diariamente, de levonorgestrel con vida efectiva de por lo menos 10 años y con una reducción de pérdida menstrual del 50%. | Chile, Hungría, India, Corea, México, Filipinas, Suecia, Tailandia, Reino Unido, Yugoslavia.          |                          |   |



## G L O S A R I O

**ALERGENICOS.**- Se denominan así las sustancias de estructura química diversa, generalmente inicuas, que actuando como antígenos (es decir provocando la formación de anticuerpos), son capaces de determinar la aparición de un estado alérgico, o sea de la alergia, que es la capacidad que tiene el organismo de reaccionar, en algunas ocasiones de forma anormal frente a determinadas sustancias denominadas -- alergenos, con las que ha estado previamente sensibilizado. En el -- sujeto no alérgico estas sustancias no determinan ninguna reacción y en cambio en el sujeto alérgico funcionan como anticuerpos, que determinan unas reacciones de diverso grado y variedad que se repiten -- siempre que existe contanto con el alérgeno responsable

**ANTIFIBRINOLITICOS.**-Son los farmacos capaces de inhibir las situaciones a veces graves, caracterizadas por un aumento de la actividad fibronolítica de la sangre.

**CROMOSOMAS.**-Elemento del interior del núcleo cargado de cromatina -- que desempeña un importante papel en la división celular y la herencia.

**DESCAMACION.**- Desprendimiento del estrato más superficial de la piel de nuestra epidermis en forma de pequeñísimas escamas.

**DISMENORREA.**- Es la menstruación precedida o acompañada de una sintomatología dolorosa; como son los dolores pélvicos y las náuseas.

**DNA. (ACIDO DESOXIRRIBONUCLEICO).**- Acido presente en los cromosomas, -- también en algunos virus. Portador de información genética

**EMBARAZO ECTOPICO.**- Ocurre cuando el óvulo fertilizado se implanta fuera del útero en los oviductos, en los ovarios o en el abdomen. Es una amenaza para la vida de la embarazada y demanda cirugía tan pronto como es detectado.

**ENDOMETRITIS.**- Es la inflamación del endometrio, es decir, de la membrana mucosa que tapiza las paredes de la cavidad uterina.

**ESLABONAMIENTO CRUZADO.**- Conexiones hechas entre las moléculas de polímeros por un agente de enlace cruzado. Por ejemplo, el caucho butadiénico puede eslabonarse en cruz con azufre (vulcanización) u oxígeno (oxidación).

**ESTROGENO.**- Constituye uno de los tres grupos de hormonas ováricas junto con los progestágenos y los andrógenos.

Estos provocan en general el conjunto de fenómenos con la ovulación.

**ESTRUCTURA EN RED.**- Estructura formada cuando uno o más monómeros es tri o polifuncional.

**EXTRUSION.**- Forzado de un líquido o resina plástica a través de una matriz para obtener la forma requerida, por ejemplo una varilla.

**FAGOSITOSIS.**- Es el englobamiento y posterior digestión de partículas por parte de unas células capaces de efectuar este trabajo, englobando las partículas en su propio citoplasma.

**FIBRINOLISIS.**- Es un mecanismo fisiológico que conduce a la disolución del coágulo de fibrina, permitiendo la racanalización de un vaso sanguíneo previamente obstruido por un coágulo.

**FUNCIONALIDAD.**- Número de posiciones de un monómero en las que se posibilita el enlace a otro monómero. Se llama bifuncional cuando tiene dos posiciones de enlace, tri significa tres posiciones, etc.

GLUCOGENO.- Es un hidrato de carbono complejo que se forma en nuestro organismo y se almacena en diversos órganos, sobre todo en el hígado.

GRADO DE POLIMERIZACION.- Peso molecular de un polímero dividido -- por el peso molecular de la unidad de repetición.

HISTOMETRO.- Aparato que se utiliza para medir la profundidad del -- utero.

MERO.- Unidad de pocos átomos que se unen con otras para formar un polímero.

METRRORRAGIA.- Es la pérdida sanguínea de origen uterino que se produce fuera del período menstrual a diferencia de la menorragia que es la hemorragia asociada a las menstruaciones abundantes y prolongadas; la metrorragia puede estar provocada por una infección benigna, aun que algunas veces es síntoma de un transtorno grave que debe ser -- diagnosticado y tratado rapidamente.

MOLDEO POR COMPRESION.- Proceso en el cual una cantidad medida de - plástico se coloca en un troquel caliente y comprimido a las dimensiones deseadas. Es un proceso importante para las resinas termoes- tables.

MOLDEO POR INYECCION.- Inyección de resina líquida dentro de un tro- quel, seguida por solidificación e inyección.

MOLDEO POR TRANSFERENCIA.- Proceso en el cual el material se alimen- ta dentro de un recipiente de un molde de transferencia se calienta, y luego se fuerza bajo presión dentro de una cavidad adyacente del -- mismo molde.

MONOMERO.- La misma unidad de un mero que está sola, es decir, que no es parte de un polímero.

NEOPLASICA(ULCERA CANCERIGENA).- Es aquella ulcera que se forma en el centro de la placa dura de un cáncer superficial a consecuencia del esfacelo del núcleo central del tejido canceroso; el esfacelo se produce por la escasa nutrición sanguínea, ya que el tejido tumoral neoformado tiene pocos vasos sanguíneos y por lo tanto está mal nutrido.

NULIGRAVIDEZ.- Que no a existido embarazo.

PLASTICO TERMOESTABLE.- Alto polímero que se estabiliza en una red-rígida. Este polímero no se funde cuando se calienta sino que se carboniza y descompone, en un proceso denominado "degradación". Estos polímeros no son reutilizables.

PLASTIFICANTE.- Sustancia química de peso molecular menor, que se añade a un polímero para ablandarlo o licuarlo.

POLIMERIZACION POR ADICION.- Enlace entre monómeros semejantes y/o diferentes al eslabonar en posiciones funcionales sin la formación de un producto de condensación. También recibe el nombre de "polimerización por reacción en cadena". Cuando los monómeros son diferentes, se denomina "copolimerización".

POLIMERIZACION POR CONDENSACION.- Enlace entre unidades de repetición que se efectúa por una reacción en la cual el enlace se lleva a cabo, con la generación de un subproducto tal como  $H_2O$ ,  $NH_3$ , etc. Por ejemplo, el fenol más formaldehído da resina fenol-formaldehído más agua.

POLIMERO.- Mólécula formada por grupos estructurales repetidos o meros. Por ejemplo, el polietileno está formado por grupos  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ .

POLIMERO LINEAL.- Polímero en el cual las unidades de repetición se unen en línea en lugar de formar redes.

POLIMERO RAMIFICADO.- Polímero lineal con ramas bifurcadas.

PORTIO.- Es la parte del cuello uterino que sobresale en la vagina.

SEPTICO.- Se refiere a una infección generalizada.

Soplado.- Proceso en el cual un pedazo de plástico se forma y luego se sopla dentro de un molde que tiene la forma deseada.

TERMOPLASTICO.- Alto polímero que fluye y se funde cuando se calienta. El residuo se puede reconvertir fundiéndolo y reutilizándolo.

## B I B L I O G R A F I A

- ANGUITA, Ramón Delgado,  
"Teoría, moldes, equipos y materiales" en Moldeo por compresión y transferencia. España, ed. Blume, 1975. 277 pp.
- ANGUITA, Ramón Delgado,  
"Teoría y equipos" en Extrusión de plástico, parte I. España, ed. Blume, 1977. 246 pp.
- BEGEMAN, Myron L. et al.,  
Procesos de manufactura versión SI. 2<sup>a</sup> ed. Trad. de Sergio A. VILLANUEVA PRUNEDA. México, ed. CECSA, 1982. 820 pp.
- BREACH, M.,  
Esterilización; Métodos y control. Trad. de Vinico GAXIDLA. México, ed. El Manual Moderno, S.A., 1976. 107 pp.
- CONAPO. Programa nacional de planificación familiar.  
Folleto. México, 1983-1988.
- DAVIS, Hugh J.,  
"El Diu" en Dispositivos intrauterinos para anticoncepción. Trad. de Anibal ACOSTA. México, ed. El Manual Moderno, S.A., 1975. 217 pp.
- FLINN, Richard A. y Paul K. TROJAN,  
Materiales de ingeniería y sus aplicaciones. Trad. de Alvaro SANJINES. México, ed. MC. Graw Hill, 1980. 542 pp.
- HANSJÜRGEN, Saechtling,  
Los plásticos en la construcción. 2<sup>a</sup> ed. España, rd. Gustavo Gili, 1978. 256 pp.
- IMSS,  
Boletín de planificación familiar. Año III, no. 9 (México, D.F., Sept. de 1984) 4 pp.
- LASHERAS, Esteban et al.,  
Tecnología de los materiales industriales. 4<sup>ta</sup> ed. México, ed. El Manual Moderno, S.A., 1983. 393 pp.
- MC. CARY, James Leslie,  
Sexualidad humana de MC. Cary. 4<sup>ta</sup> ed. México, ed. El Manual Moderno, S.A., 1983. 393 pp.

- MENGES, G. y Mohren G.,  
Moldes para inyección de plásticos. España, ed. Gustavo Gili, 1980.  
217 pp.
- MEYSENBURG, C. M. Von,  
Tecnología de plásticos para ingenieros. (Manual del ingeniero)  
Vol. IV. Trad. de Ricardo PERELLADA. España, ed. Urmo, 1982. 227 pp.
- MINK, Walter Spe,  
Inyección de plásticos. 3<sup>a</sup> ed. España, ed. Gustavo Gili, 1981. 475 pp.
- POTTS, Malcom y Clive WOOD,  
Nuevos conceptos en medidas anticonceptivas. México, ed. El Manual  
Moderno, S.A., 1975. 220 pp.
- SAVGORODNY, V. K.,  
Transformación de plásticos. 2<sup>a</sup> ed. Trad. de Luis URALDE. España,  
ed. Gustavo Gili, 1978. 461 pp.