

300618
4
29



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**RECICLAJE DE POLIESTIRENO
EXPANSIBLE**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
IRMA BEATRIZ CARDENAS AMARO

Asesor: ING. Jorge García Acevedo

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

CAPITULO I _____ 1

1.- INTRODUCCION

CAPITULO II _____ 3

2.- GENERALIDADES

2.1 CARACTERISTICAS

2.2. CLASIFICACION DE LOS PLASTICOS

2.3 NATURALEZA DEL MATERIAL

2.3.1 PRE-EXPANSION

2.3.2 PROCESO CONTINUO

2.3.3 PRE-EXPANSION "BATCH"

2.4 CARACTERISTICAS DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE

2.4.1 PROPIEDADES FISICAS

2.4.2 RESISTENCIA QUIMICA

2.4.3 LIMITACIONES

2.4.4 VENTAJAS

2.5 ESPUMAS

2.5.1 AGENTES ESPUMANTES

2.5.2 AGENTES QUIMICOS

2.5.3 AGENTES NUCLEANTES

2.5.4 PIGMENTOS Y COLORANTES

2.5.5 ESTABILIZADORES A LA LUZ Y AL CALOR

2.6 TIPOS DE PROCESO DE MOLDEO DE ESPUMA ESTRUCTURAL

2.6.1 BAJA PRESION

2.6.2 ALTA PRESION

2.7 PROCESOS DE TRANSFORMACION

2.7.1 PROCESAMIENTO DE MATERIALES TERMOPLASTICOS

2.7.2 TIPOS DE PROCESOS DE TRANSFORMACION

2.7.3 EXTRUSION

2.7.4 INYECCION

2.7.5 MOLDEO POR COMPRESION

2.7.6 CALANDREO

2.8 USOS DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE

CAPITULO III

25

3.- RECICLAJE

3.1 CONVENIENCIA DEL RECICLAJE DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE

3.2 DESCRIPCION DEL PROCESO DE LA NATIONAL POLYSTYRENE RECYCLING COMPANY

3.3 PROCESO PROPUESTO PARA INSTALAR EN MEXICO

3.4 CONVENIOS LEGALES

3.4.1 CONVENIO REALIZADO CON EL CENTRO DE DIVERSIONES " REINO AVENTURA "

3.4.2 CONVENIO REALIZADO CON LA CAFETERIA ULSA

3.5 PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL

3.5.1 POLIESTIRENO EXPANSIBLE PARA EMPAQUE PROTECTOR

3.5.2 POLIESTIRENO EXPANSIBLE PARA SERVICIO DE COMIDA

3.5.3 PRUEBAS DE CARACTERIZACION

3.6 USOS POSIBLES DEL MATERIAL RECICLADO

3.7 VOLUMEN DE LA PLANTA

4.- ESTUDIO DE MERCADO**4.1 MATERIA PRIMA DISPONIBLE****4.1.1 REINO AVENTURA****4.1.2 CAFETERIA ULSA****4.1.3 EMPAQUE****4.1.4 CONSUMO DEL HOGAR****4.2 ESTUDIO DE MERCADO****4.2.1 ESTIMACION DE LA DEMANDA****4.2.2 ESTIMACION DE LA OFERTA****4.2.3 MACROLOCALIZACION DE LA INDUSTRIA****4.2.4 MICROLOCALIZACION DE LA INDUSTRIA****4.2.5 COMERCIALIZACION****4.2.6 ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA****4.2.7 ASIGNACION DEL PRECIO AL PRODUCTO****4.2.8 COSTOS DE PRODUCCION****4.2.9 GASTOS ADMINISTRATIVOS****4.2.10 COSTO DE INSTALACION DE EQUIPOS****4.2.11 PRESUPUESTO DE LA INVERSION FIJA****4.2.12 DEPRECIACION****4.2.13 INGRESOS FIJOS****4.2.14 FLUJO NETO DE EFECTIVO****4.2.15 VALOR PRESENTE****5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	REACCION DEL MONOMERO DE ESTIRENO _____	3
FIGURA 2	REACCION DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE _____	4
FIGURA 3	POLIMERO AMORFO _____	5
FIGURA 4	POLIMERO CRISTALINO _____	5
FIGURA 5	POLIMERIZACION EN SUSPENSION _____	7
FIGURA 6	PROCESO DE BAJA PRESION _____	14
FIGURA 7	MOLDE DE BAJA PRESION _____	15
FIGURA 8	PROCESO DE ALTA PRESION _____	16
FIGURA 9	MOLDE DE ALTA PRESION _____	17
FIGURA 10	EXTRUSORA _____	20
FIGURA 11	INYECTORA _____	21
FIGURA 12	MOLDE _____	22
FIGURA 13	PRODUCCION DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE _____	26
FIGURA 14	MERCADO DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE _____	27
FIGURA 15	PROCESO DE ESTADOS UNIDOS _____	29

FIGURA 16	PROCESO PROPUESTO PARA MEXICO	31
FIGURA 17	DISEÑO PARA REINO AVENTURA	32
FIGURA 18	ESQUEMAS DE TOLVAS	36
FIGURA 19	MACROLOCALIZACION DE LA PLANTA	53
FIGURA 20	MICROLOCALIZACION DE LA PLANTA	54
FIGURA 21	DISTRIBUCION DE LA PLANTA BAJA	55
FIGURA 22	DISTRIBUCION DE LA PLANTA ALTA	56

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1	PROPIEDADES DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE _____	9
TABLA 2.2	CARGAS MAXIMAS DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE _____	9
TABLA 2.3	COMPARACION ENTRE ALTA Y BAJA PRESION _____	13
TABLA 3.1	COMPARACIONES ENTRE TOLVAS _____	35

CAPITULO I

INTRODUCCION

CAPITULO I

1.- INTRODUCCION

EL OBJETIVO DE ESTA TESIS, ES EL DE PROPONER UN METODO DE RECICLAJE DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE EN MEXICO, YA QUE HASTA LA FECHA NO EXISTE NINGUNO.

EN UN PRINCIPIO, EL MATERIAL UTILIZADO PARA EL EMPAQUE, Y EL CONSUMO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS ERA EL CARTON, EL CUAL SE COMERCIALIZABA PARA VARIOS FINES. EL SURGIMIENTO DEL PLASTICO SE DA A RAIZ DE UN USO EXCESIVO DE CARTON, PAPEL, ETC., IMPLICANDO UN CONSUMO ALTO EN LAS RESERVAS NATURALES. EN UN PRINCIPIO, LOS PLASTICOS PROBARON SER UN MATERIAL PRACTICO Y ECONOMICO.

A PARTIR DE ESTO, EL PLASTICO COMIENZA A TENER AUGE EN EL MERCADO DE EMPAQUE Y PARA EL CONSUMO DE COMIDAS Y BEBIDAS. ASI SURGE LA IDEA DE DAR AL CONSUMIDOR UN MATERIAL QUE PUEDA CUMPLIR CON CIERTAS CARACTERISTICAS COMO SON : UN MATERIAL LIGERO, MANEJABLE, ECONOMICO, QUE PUEDA CONSERVAR LOS ALIMENTOS CON CIERTA TEMPERATURA, ETC. EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE, ES UN PLASTICO QUE CUMPLE CON ESTAS CARACTERISTICAS.

SE CONSIDERA EL RECICLAJE DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE DEBIDO A QUE SE DEGRADA MUY LENTAMENTE, POR LO TANTO, PUEDE DURAR AÑOS EN QUE DESAPAREZCA. AL RECICLAR ESTE MATERIAL SE OBTENDRIA UN AHORRO ECONOMICO EN MATERIAS PRIMAS, YA QUE SE APROVECHARIA EL MATERIAL COMPLETAMENTE. DESDE EL PUNTO DE VISTA ECOLOGICO ES ATRACTIVO DEBIDO A QUE LOS DESECHOS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE SERIAN RECICLADOS DE INMEDIATO.

LA IMPORTANCIA DEL PROCESO DE RECICLADO DE UN MATERIAL RADICA EN SU APROVECHAMIENTO TOTAL, MANTENIENDO SUS CARACTERISTICAS ORIGINALES. EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE TIENE UN MERCADO BASTANTE GRANDE, POR LO QUE, SE CONSIDERA APROPIADO RECICLARLO PARA QUE EL POLIESTIRENO RECICLADO OCUPE MERCADOS QUE ACTUALMENTE OCUPA EL POLIESTIRENO VIRGEN.

LA ESTRUCTURA DE LA TESIS ES LA SIGUIENTE :

- EN EL CAPITULO II, SE DAN LAS GENERALIDADES DE LOS PLASTICOS, SU CLASIFICACION, CARACTERISTICAS Y CONSUMO. SE TRATA LA NATURALEZA DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE, ASI COMO A SU METODO DE PRODUCCION, TIPOS DE MOLDEO, ESPUMAS, PROCESOS DE TRANSFORMACION Y SUS USOS.

- EN EL CAPITULO III, SE HABLA DE LOS METODOS DE RECICLAJE ACTUALES, TANTO EL DE ESTADOS UNIDOS COMO EL PROPUESTO EN ESTA TESIS. SE HABLA SOBRE LA MAQUINARIA, AL METODO DE ADQUISICION DEL MATERIAL POR MEDIO DE LOS CONVENIOS REALIZADOS CON LA CAFETERIA ULSA Y CON EL CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA", Y A LAS PRUEBAS DE CARACTERIZACION Y REQUERIMIENTOS SOBRE EL MATERIAL RECICLADO.

- EN EL CAPITULO IV, SE REALIZA EL ESTUDIO DE MERCADO, A PARTIR DE LAS CANTIDADES DE MATERIAL PARA RECICLAR, EL ESTUDIO DE LA DEMANDA, LOCALIZACION DE LA PLANTA, ADQUISICION DE LA MAQUINARIA, ASIGNACION DEL PRECIO AL PRODUCTO, COSTOS DE PRODUCCION Y SE DETERMINA LA FACTIBILIDAD ECONOMICA DE LA PLANTA.

- EN EL CAPITULO V, SE DAN LAS CONCLUSIONES Y LAS RECOMENDACIONES PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE, OBTENIDAS EN BASE AL ANALISIS REALIZADO EN ESTA TESIS.

CAPITULO II

GENERALIDADES

2.- GENERALIDADES

EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE (UNICEL), ES UN PLASTICO DE BAJO PESO MOLECULAR COMPUESTO POR ATOMOS DE HIDROGENO Y DE CARBONO. ES UN DERIVADO DEL PETROLEO Y DEL GAS NATURAL, Y ES TAL VEZ MEJOR CONOCIDO POR SU USO EN LA INDUSTRIA DEL EMPAQUE. EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE ES UN POLIMERO EL CUAL ESTA FORMADO POR UNA CADENA DE MONOMEROS. HOY EN DIA, EL POLIESTIRENO ES EL MIEMBRO MAS FACIL DE PRODUCIR DENTRO DE LA FAMILIA DE LOS ESTIRENOS EN LOS PLASTICOS. ESTE MATERIAL ORGANICO CELULAR HA DEMOSTRADO TENER UNA VERSATILIDAD EN CUALQUIER NUMERO DE APLICACIONES. LAS FUENTES INDUSTRIALES ESTIMAN QUE SON UTILIZADAS ANUALMENTE EN EL MUNDO 90 MILLONES DE LIBRAS (40.81 KG.). EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE ES DIFICILMENTE BIODEGRADABLE.

2.1.- CARACTERISTICAS

- MONOMERO DE ESTIRENO.- EL MONOMERO BASICO ES EL ESTIRENO, O SEA, EL VINIL BENCENO; VER REACCION EN LA FIGURA 1. LAS CARACTERISTICAS QUE PROPORCIONA EL MONOMERO DE ESTIRENO A UN POLIMERO NO ESPUMADO SON:

- RIGIDEZ
- ALTO BRILLO
- PROCESABILIDAD



FIGURA 1

- POLIMEROS.- LOS POLIMEROS SON MOLECULAS GIGANTES O MACROMOLECULAS. BASICAMENTE, TODOS LOS POLIMEROS SON FORMADOS DE ENCADENAMIENTOS QUIMICOS ENTRE PEQUEÑAS MOLECULAS O MONOMEROS PARA FORMAR LAS MOLECULAS LARGAS O POLIMEROS.

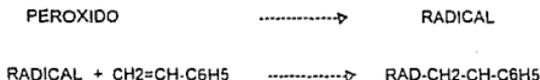
SE CLASIFICAN EN 3 GRUPOS GENERALES SEGUN SU APLICACION :

- ELASTOMEROS
- FIBRAS
- PLASTICOS

LAS CARACTERISTICAS DEL POLIMERO VARIAN CON EL GRADO DE POLIMERIZACION ALCANZADO.

- POLIMERIZACION.- CONSISTE EN LA CONDENSACION DE MOLECULAS DE UN COMPUESTO CON FORMACION DE OTRO COMPUESTO DE PESO MOLECULAR MULTIPLE (POLIMERO), CON PROPIEDADES QUIMICAS Y FISICAS DIFERENTES.

EL ESTIRENO PERTENECE AL GRUPO DE LOS ALQUENOS. LA FORMA USUAL DE POLIMERIZACION DE LOS ALQUENOS ES MEDIANTE UN MECANISMO DE RADICALES LIBRES. LA POLIMERIZACION COMIENZA POR ACCION DE UN INICIADOR, TAL COMO OXIGENO MOLECULAR O UN PEROXIDO. EL POLIMERO RESULTANTE SE FORMA POR UN PROCESO DE PROPAGACION EN CADENA. VER FIGURA 2.



REPITIENDOSE LOS PASOS DA:

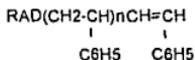


FIGURA 2

2.2.- CLASIFICACION DE LOS PLASTICOS

LOS PLASTICOS SE PUEDEN CLASIFICAR SEGUN:

A) COMPORTAMIENTO AL CALOR

- TERMOPLASTICOS.- USUALMENTE SE ENCUENTRA EN FORMA GRANULAR.SU COMPORTAMIENTO ES MUY SENCILLO. SE LE PUEDE APLICAR CALOR, Y EL MATERIAL SE FUNDE Y SE SOLIDIFICA AL ENFRIARSE. ESTE CICLO SE PUEDE APLICAR VARIAS VECES; LA UNICA DESVENTAJA ES QUE CADA VEZ QUE SE REPITE EL PROCESO, EL MATERIAL PIERDE PROPIEDADES.

- TERMOFIJOS.- ESTE MATERIAL ES UN POCO COMPLICADO. SI SE LES APLICA CALOR, SE FORMAN CADENAS ENTRECruzADAS Y NO ES POSIBLE SEPARARLAS; POR ESTA RAZON, SI SE LE VUELVE A APLICAR CALOR, EL MATERIAL SE CARBONIZA Y NO LLEGARA A FUNDIRSE. USUALMENTE SE ENCUENTRAN COMO UNA MEZCLA DE MONOMERO-POLIMERO O COMO UN COMPUESTO PARCIALMENTE POLIMERIZADO. SE LES PUEDE DAR FORMA CON O SIN PRESION Y POLIMERIZARSE CON QUIMICOS O CALOR.

B) CRISTALINIDAD

EN ADICION AL TAMAÑO DE MOLECULAS Y SU DISTRIBUCION, ESTA LA DISCUSION DEL ENLACE ENTRE CADENAS PARA LA FORMACION DEL POLIMERO. ESTO IMPLICA QUE HAY POLIMEROS CON FORMA ALINEADA DENTRO DE SUS LARGAS CADENAS SIN NINGUNA PROTUBERANCIA O BACHE, O CON CONEXIONES LATERALES FORMANDO ESTRUCTURAS COMPLICADAS. LOS PRIMEROS SON LLAMADOS POLIMEROS CRISTALINOS, MIENTRAS QUE LOS SEGUNDOS SON POLIMEROS AMORFOS.

- POLIMERO AMORFO.- EN ESTE CASO EL POLIMERO ESTA FORMADO POR CADENAS CONTINUAS O CADENAS RAMIFICADAS ENREDADAS. NO TIENEN PUNTO DE FUSION, PERO ANTES DE LOS RANGOS DE REBLANDECIMIENTO SON NORMALMENTE TRANSPARENTES Y SOLAMENTE CAMBIAN A UN VOLUMEN PEQUEÑO CUANDO SOLIDIFICAN PARA LA FUSION. VER FIGURA 3.



FIGURA 3

- POLIMERO CRISTALINO.- EL POLIMERO ESTA FORMADO POR CADENAS CONTINUAS MANTENIDAS JUNTAS. TIENEN UN CONSIDERABLE ORDEN DE SUS MOLECULAS EN EL ESTADO SOLIDO, INDICANDO QUE ALGUNOS DE LOS OTROS ATOMOS ESTAN REGULARMENTE ESPACIADOS. TIENEN UN VERDADERO PUNTO DE FUSION CON UN CALOR LATENTE DE FUSION ASOCIADO CON LOS PROCESOS DE FUSION Y ENFRIAMIENTO, Y UN CAMBIO DE VOLUMEN DURANTE LA TRANSICION DE FUNDIDO A SOLIDO. VER FIGURA 4.



FIGURA 4

C) CONSUMO

- COMMODITIES.- SON POLIMEROS CON MAYOR CONSUMO. VISTAS PARA EXPORTACION, SE LES AGREGAN ADITIVOS PARA DAR MEJORES UTILIDADES Y TIENEN UN BUEN BALANCE DE PROPIEDADES.

- VERSATILES O TECNICOS.- SON POLIMEROS CON CONSUMO MEDIO. PUEDEN UTILIZARSE COMO SUSTITUTOS DE MADERA, CERAMICAS, ETC.

- ESPECIALIDADES O INGENIERILES.- SON POLIMEROS DE BAJO CONSUMO. SON UTILIZADOS PARA VARIAS TECNOLOGIAS, TIENEN ALTOS COSTOS DE TRANSFORMACION, APLICACIONES MEDICAS, INDUSTRIALES Y CIENTIFICAS.

2.3.- NATURALEZA DEL MATERIAL

DE ACUERDO A LA CLASIFICACION ANTERIOR, PODEMOS DECIR QUE EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE SE PUEDE UBICAR EN EL GRUPO DE LOS TERMOPLASTICOS, SIENDO UN POLIMERO NO CRISTALINO Y DEBIDO A SU GRAN UTILIDAD ES UN PLASTICO "COMMODITY".

EL POLIESTIRENO, QUE ES NORMALMENTE USADO EN MOLDEO POR INYECCION Y EXTRUSION, ES ADEMAS UNO DE LOS MATERIALES MAS VERSATILES DISPONIBLE PARA LA MANUFACTURA DE PLASTICOS ESPUMADOS.

EL PROCESO PARA LA OBTENCION DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE, ES A GRANDES RASGOS EL SIGUIENTE:

1.- LAS PEQUEÑAS PERLAS DE POLIESTIRENO, SON PRODUCIDAS POR UN PROCESO DE POLIMERIZACION EN SUSPENSION. VER FIGURA 5

2.- DESPUES DEL PASO DE TAMIZADO PARA CLASIFICAR LAS PERLAS DE ACUERDO A SU TAMAÑO, UN AGENTE EXPANSOR, USUALMENTE UN HIDROCARBURO VOLATIL, SE FUERZA DENTRO DE LAS PERLAS EN UN CONTENEDOR A PRESION.

3.- ESTE PROCESO DE IMPREGNACION DEL AGENTE EXPANSOR, TIENE COMO RESULTADO, PEQUEÑAS ESFERAS DENTRO DEL RANGO DE 12 A 35 MALLAS Y CON UN CONTENIDO DE 5 A 8% DE MATERIAL VOLATIL.

4.- AL SER EXPUESTO A CALOR, ESTAS PERLAS SERAN EXPANDIDAS PARA OBTENER MENOR DENSIDAD. CON EL CALOR, EL HIDROCARBURO SE VOLATILIZA Y ESCAPA, SIENDO REEMPLAZADO POR EL AIRE. EN ESTA FORMA PARCIALMENTE EXPANDIDA, LAS PERLAS PUEDEN SER COLOCADAS EN UN MOLDE CERRADO Y EXPANDERSE UN POCO MAS Y OBTENER LA FORMA DESEADA MEDIANTE UNA REAPLICACION DE CALOR. CON ESTA TECNICA SE LOGRA UNA ESTRUCTURA MAS CERRADA EN SUS CELDAS Y EL CONTROL DE LA DENSIDAD EN LA MASA DE POLIMERO.

EL MOLDEO DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE GENERALMENTE COMPRENDE DOS PASOS:

- A) PRE-EXPANSION DE LAS PERLAS VIRGENES POR MEDIO DE CALOR.
- B) LA EXPANSION Y FUSION DE LAS PERLAS POR MEDIO DE CALOR SIN LA PRESENCIA DE UN MOLDE.

EN LA PRE-EXPANSION NO CONFINADA, LAS PERLAS TRANSLUCIDAS CRECEN Y CAMBIAN SU COLOR A BLANCO. CUANDO SON CONFINADAS Y EXPUESTAS AL CALOR, LAS PERLAS PRE-EXPANDIDAS PUEDEN PRODUCIR UNA ESPUMA DE CELDAS CERRADAS DE DENSIDAD CONTROLADA, REGISTRANDO CADA DETALLE DEL MOLDE.

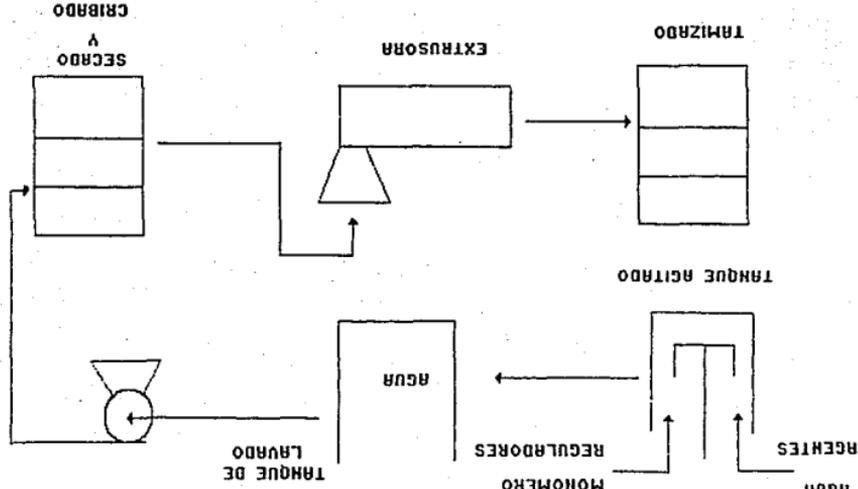
2.3.1 PRE-EXPANSION :

PERLAS:

PARA MINIMIZAR LA FORMACION DE UN GRADIENTE DE DENSIDAD Y PARA ASEGURAR UNA EXPANSION UNIFORME, LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE SON PRE-EXPANDIDAS HASTA APROXIMADAMENTE LA DENSIDAD REQUERIDA, POR CONTROL DE TIEMPO Y DE TEMPERATURA.

DOLIMERIZACION EN SUSPENSION

FIGURA 5



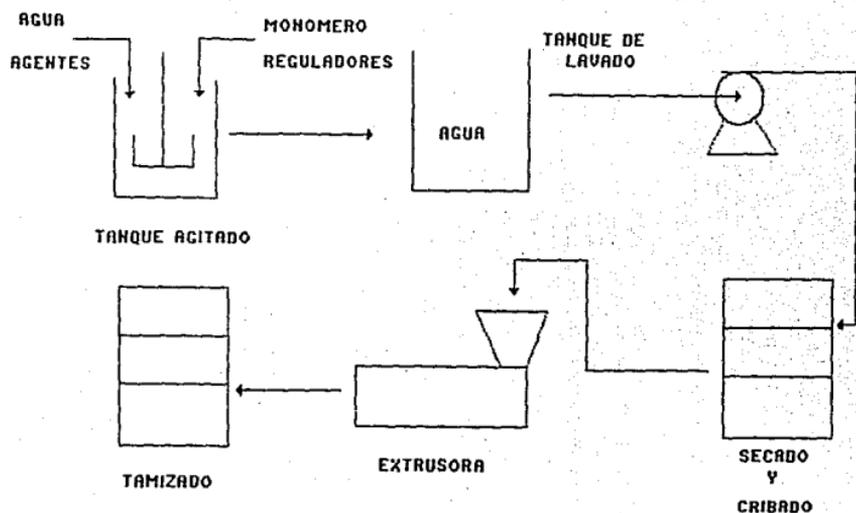


FIGURA 5

DOLIMERIZACION EN SUSPENSION

EN EL PROCESO DE PRE-EXPANSION CONTINUO, EL VAPOR A TRAVES DE UN VENTURI INYECTA LAS PERLAS A UN PRE-EXPANSOR. ASI COMO LAS PERLAS SE VAN EXPANDIENDO, UN AGITADOR ROTATORIO EVITA QUE LAS PERLAS SE FUNDAN UNA CON OTRA A BAJA DENSIDAD, LAS PERLAS EXPANDIDAS SON FORZADAS PARA LLEGAR HASTA EL TOPE DEL TANQUE Y SALGAN.

"STRANDS" O TIRAS:

LAS TIRAS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE SON USUALMENTE PRE-EXPANDIDAS EN UN CINTURON TRANSPORTADOR DE MALLA DE ALAMBRE, EL CUAL PASA A TRAVES DE UNA CAMARA DE VAPOR. LOS "STRANDS" SIN EXPANDER, SON POSICIONADOS EN EL CINTURON CAYENDO DE UNA MALLA ROTATORIA. ASI COMO LOS "STRANDS" VAN PASANDO A TRAVES DEL TRANSPORTADOR, EL CALOR HACE QUE SE VAYAN EXPANDIENDO, PARA LUEGO SALIR.

2.3.2 PROCESO CONTINUO DE PRE-EXPANSION CON AIRE CALIENTE

LOS PRE-EXPANSORES DE AIRE CALIENTE SE UTILIZAN CUANDO SON REQUERIDAS DENSIDADES MAS ALTAS EN DIFERENTES APLICACIONES. TIENE UN CONTROL DE DENSIDADES ALTAS COMO 5-10 LB/FT³, QUE PUEDEN SER MANTENIDAS EN UN PRE-EXPANSOR DE AIRE CALIENTE.

2.3.3 PRE-EXPANSION "BATCH" O EN LOTES

LA PRE-EXPANSION "BATCH" SE USA PRIMERAMENTE PARA PRODUCIR PEQUEÑAS CANTIDADES DE PERLAS PRE-EXPANDIDAS, GENERALMENTE EN UNA OPERACION DE LABORATORIO. ASI COMO EN UN PRE-EXPANSOR DE VAPOR CONTINUO, LA DENSIDAD ES CONTROLADA POR VARIACION DEL TIEMPO Y LA TEMPERATURA DEL PRE-EXPANSOR. CUALQUIERA DE ESTOS TRES MEDIOS DE CALOR ES UTILIZADO EN EL PROCESO "BATCH":

- AIRE CALIENTE
- AGUA CALIENTE
- VAPOR

EL VAPOR A 212 °F (100°C) ES EL MEDIO MAS DESEABLE DE CALENTAMIENTO EN EL PROCESO "BATCH". EL AGUA CALIENTE A 212 °F ES USADA DONDE UNA FUENTE DE VAPOR NO PUEDE ESTAR DISPONIBLE Y DONDE DENSIDADES LIGERAMENTE ALTAS SON REQUERIDAS. EL HORNO DE PRE-EXPANSION TIPO "BATCH", UTILIZA AIRE CALIENTE A 220 - 240 °F. EN AMBOS CASOS EN EL PROCESO DE PRE-EXPANSION, DE VAPOR O DE AIRE CALIENTE, LAS PERLAS DEBEN PRIMERO SER CUBIERTAS CON UN LIQUIDO DETERGENTE EN AGUA PARA INHIBIR LA FUSION. ESTO NO ES NECESARIO EN EL PROCESO DE PRE-EXPANSION DE AGUA CALIENTE, YA QUE LAS PERLAS ESTAN EN SUSPENSION CON AGUA.

2.4.- CARACTERISTICAS DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE

2.4.1 PROPIEDADES FISICAS

EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE ES CARACTERIZADO POR SU BAJA CONDUCTIVIDAD TERMICA Y SU EXTREMADAMENTE BAJO PESO MOLECULAR. EL MATERIAL CON UNA DENSIDAD DE 1 LB/FT³ TIENE UN ESFUERZO DE TENSION EN EL RANGO DE 15-30 LB/in², UN ESFUERZO DE COMPRESION DE 10-15 LB/in² Y ESFUERZO DE FLEXION DE 30 LB/in². VER TABLA 2.1

EN DENSIDADES ALTAS, EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE TIENE MEJORES PROPIEDADES MECANICAS. POR EJEMPLO, CON UNA DENSIDAD DE 1.5 A 2.75 LB/FT³, TIENE UN ESFUERZO DE TENSION DE 35 LB/in² Y UN ESFUERZO DE COMPRESION DE 36 LB/in².

LA CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE TIENE UN VALOR MINIMO DE 0.22 BTU/in/FT²/Hr/°F.

SU ESTRUCTURA CONSISTE EN MUCHAS CELULAS PEQUEÑAS CERRADAS QUE CONTIENEN AIRE CON UN ALTO RADIO ENTRE SUS ESPACIOS DEL MATERIAL. EL MATERIAL TIENE Poca CONDUCTIVIDAD TERMICA, BUENA RESISTENCIA A LA TRANSMISION DEL VAPOR DE AGUA Y ABSORCION DE LA HUMEDAD Y ALTAS FUERZAS ESTATICAS SIN DEFORMACION. EXHIBE GRAN FUERZA AL COMPRIMIRLO, ES FLEXIBLE, TIENE LA HABILIDAD DE ABSORBER EL IMPACTO AL CHOQUE. LAS PROPIEDADES MECANICAS VARIAN DIRECTAMENTE CON LA DENSIDAD. EL MOLDEADO DEL PS EXP. EMPIEZA A SER MAS CRITICO CUANDO LA DENSIDAD DECRECE.

LA MAXIMA TEMPERATURA DE TRABAJO RECOMENDADA ES APROXIMADAMENTE 80 °C.

2.4.2 RESISTENCIA QUIMICA

LA RESISTENCIA QUIMICA EN GENERAL DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE ES BUENA. EL MATERIAL ES INSOLUBLE EN ACIDOS Y BASES ACUOSAS, PERO ES SOLUBLE EN HIDROCARBUROS AROMATICOS Y CLORADOS, CETONAS, ESTERES, PINTURAS Y ADHESIVOS. TIENE BAJA FLAMABILIDAD, PERO PUEDE SER ENCENDIDO FACILMENTE.

TABLA 2.1.- PROPIEDADES DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE

PROPIEDAD	VALOR
* DENSIDAD LB/FT ³	1-1.5
KG/M ³	16-24
* CONDUCTIVIDAD TERMICA	
BTU/in ² /FT ² /hr/°F	0.20-0.26
KCAL/cm ² /M ² /h/°C	0.0248-0.028
* ESFUERZO DE TENSADO	
LB/in ²	10-16
KG/cm ²	0.7-1.12
* TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION	
°C	75-80
* COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA	
POR °C	3.5-7 E-5
* TRANSMISION DE VAPOR DE AGUA	
LB/FT ² /h/ATM	0.007-0.011

TABLA 2.2.- CARGAS MAXIMAS DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE

DENSIDAD		CARGA MAXIMA	
LB/FT ³	KG/M ³	LB/in ²	KG/cm ²
1	16	7.3	0.5
3	48	24	1.7
10	160	66	4.6

EN LA TABLA 2.2 PODEMOS OBSERVAR QUE LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL MATERIAL DEPENDEN DE LA DENSIDAD. MIENTRAS MAS ALTA SEA LA DENSIDAD, MEJORES PROPIEDADES DE CARGA TIENE.

2.4.3 LIMITACIONES

UNA LIMITACION DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE ES QUE ES MUY SUAVE EN SU SUPERFICIE, PARTICULARMENTE A BAJA DENSIDAD. ESTO OCASIONA QUE EN DETERMINADO MOMENTO EL MATERIAL PUEDA ROMPERSE. EL PS EXP. ES DEFORMADO A PARTIR DE LOS 175 °C.

2.4.4 VENTAJAS

- 1.- CERRADO EN SU ESTRUCTURA
- 2.- DENSIDAD CONTROLABLE
- 3.- BAJA CONDUCTIVIDAD TERMICA
- 4.- BAJA ABSORCION DEL AGUA
- 5.- BAJA TRANSMISION DE VAPOR DE AGUA
- 6.- EXCELENTE ABSORCION DE ENERGIA
- 7.- BUENAS PROPIEDADES DIELECTRICAS
- 8.- BUENA PROPIEDADES A BAJAS TEMPERATURAS
- 9.- RESISTENCIA QUIMICA
- 10.- NO TIENE EFECTOS TOXICOS

2.5.- ESPUMAS

HAY DIFERENTES TIPOS DE ESPUMAS:

- TERMOPLASTICAS
- TERMOFIJAS
- ELASTOMERICAS
- MINERALES
- REFORZADAS CON FIBRA DE VIDRIO

EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE SE ENCUENTRA DENTRO DE LAS TERMOPLASTICAS. LOS COMPONENTES DE UNA ESPUMA SON:

- * AGENTES ESPUMANTES
- * AGENTES QUIMICOS
- * AGENTES NUCLEANTES
- * PIGMENTOS
- * ESTABILIZADORES AL CALOR Y A LA LUZ

2.5.1 AGENTES ESPUMANTES

UN AGENTE ESPUMANTE SE UTILIZA SOLO O EN COMBINACION CON OTRAS SUBSTANCIAS PARA PRODUCIR UNA ESTRUCTURA MAS PLASTICA EN UNA CELULAR. EL COMPUESTO ESTA LIMITADO POR AGENTES QUIMICOS, LOS CUALES SE DESCOMPONEN BAJO LA INFLUENCIA DE CALOR. LOS AGENTES EXPANSORES QUIMICOS SON SALES TALES COMO LA SAL DE AMONIO O BICARBONATO DE SODIO.

SON UTILIZADOS EN CUALQUIER OPERACION DE ESPUMADO, BASICAMENTE CON ELLOS SE DESEA DISMINUIR LA DENSIDAD DEL PLASTICO. LA APROXIMACION MAS COMUN ES LLENAR EL MATERIAL CON BURBUJAS DE GAS, POR LO TANTO BAJA SU DENSIDAD.

HAY 3 TIPOS DE AGENTES ESPUMANTES:

1.- COMPUESTOS ORGANICOS O INORGANICOS.- LOS CUALES DESPUES DE MEZCLARSE CON LA RESINA, SE DESCOMPONEN AL CALENTARSE, EXPULSIENDO UN GAS QUE HACE EXPANDIR EL PLASTICO FUNDIDO.

2.- GASES QUE SE INYECTAN AL PLASTICO.- LOS CUALES LO EXPANDEN DIRECTAMENTE CUANDO SE LIBERA LA PRESION.

3.- LIQUIDOS VOLATILES.- SE INYECTAN COMO GAS O LIQUIDO A LA RESINA FUNDIDA, VOLATILIZANDO AL PUNTO DE EBULLICION DEJANDO CELULAS DE GAS EN LA RESINA.

EL AGENTE GASEOSO MAS USADO ES EL NITROGENO, YA QUE ES INERTE, NO ES TOXICO, INFLAMABLE Y ES MENOS PERMEABLE EN LA MAYORIA DE LAS RESINAS. LA TECNICA DE INYECCION DIRECTA DE GAS, DEBE SELECCIONARSE PARA MODIFICAR EL EQUIPO E INYECTAR EL GAS EN EL MOMENTO Y LUGAR PRECISOS. SI SE INYECTA DEMASIADO PRONTO, EL GAS ESCAPA. Y, POR EL CONTRARIO, SI SE INYECTA DEMASIADO TARDE NO SE LOGRA BUENA DISPERSION.

LOS REQUERIMIENTOS DE UN AGENTE ESPUMANTE ES QUE SEA INERTE, NO TOXICO, INFLAMABLE, FACIL DE ALMACENAR, NO COSTOSO EN SU APLICACION, QUE NO MANCHE, Y QUE NO FORME RESIDUOS.

2.5.2 AGENTES QUIMICOS

PUESTO QUE LA PROPORCION VARIA CON LA TEMPERATURA, EL LAPSO DE TIEMPO EN LA EVOLUCION DEL GAS, DEPENDE DE LA TEMPERATURA Y EL COMPUESTO QUIMICO QUE SE ESTA USANDO.

EN GENERAL SE JUEGA CON EL PUNTO DE DESCOMPOSICION DEL AGENTE ESPUMANTE Y LA TEMPERATURA DE FUSION DEL PLASTICO.

NO ES RECOMENDABLE ELEVAR LA TEMPERATURA DE LA RESINA FUNDIDA PARA COINCIDIR CON EL PUNTO MAS ALTO DE DESCOMPOSICION DEL AGENTE ESPUMANTE, YA QUE ESTO OCASIONARIA LA DEGRADACION DE LA RESINA Y/O PROLONGAR EL CICLO.

HAY 3 CLASES PRINCIPALES DE AGENTES QUIMICOS ESPUMANTES:

1.- AZO COMPUESTOS:

SON LOS MAS UTILIZADOS POR LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

- PROPORCIONAN GASES DE DESCOMPOSICION CON UN ALTO CONTENIDO DE NITROGENO
- SE ALMACENA CON FACILIDAD
- NO RESPALDAN LA COMBUSTION
- SE DISPERSAN CON FACILIDAD

2.- SULFONIL HIDRACIDAS

3.- COMPUESTOS N-NITROSOS

LOS COMPUESTOS NITROSOS DOMINAN EL TERRENO DE AGENTES QUIMICOS ESPUMANTES. ALGUNOS DE LOS PRODUCTOS COMERCIALMENTE DISPONIBLES SON CON AGENTES NITROSOS.

COMO UNA NUEVA INGENIERIA PARA LOS TERMOPLASTICOS Y SUS APLICACIONES DE ALTAS TEMPERATURAS, LOS REQUERIMIENTOS PARA AGENTES ESPUMANTES CON ALTA TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION ESTAN INCREMENTANDO.

2.5.3 AGENTES NUCLEANTES

HAY DOS CLASES PRINCIPALES:

1.- LOS AGENTES NUCLEANTES CREAN NUCLEOS EN EL PUNTO DE EBULLICION DEL AGUA.

2.- LOS AGENTES ESPUMANTES QUIMICOS TALES COMO BICARBONATO DE SODIO, ACIDO CITRICO O CITRATO DE SODIO SE USAN CON EL PENTANO EN LA FABRICACION DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE COMO AUXILIARES DEL AGENTE ESPUMANTE-NUCLEANTE.

LOS AGENTES NUCLEANTES SON INTRODUCIDOS A LA TOLVA ALIMENTADORA CON LA RESINA Y ACTUAN CUANDO SE INTRODUCEN LOS GASES AL SISTEMA. LA PRINCIPAL VENTAJA DE LOS AGENTES ESPUMANTES QUIMICOS ES LA FACILIDAD DE CONTROLAR LA PEQUEÑA CANTIDAD DEL AGENTE ESPUMANTE REQUERIDO PARA LAS ESPUMAS DE ALTA DENSIDAD, LOGRANDOSE UNA MEZCLA MAS UNIFORME.

LOS HIDROCARBUROS VOLATILES NO SE USAN COMERCIALMENTE, PRINCIPALMENTE PORQUE EL NITROGENO RESULTA BARATO Y FACIL DE USAR. LA CANTIDAD OPTIMA DE ESPUMADO ES GENERALMENTE DETERMINADA DE UNA MANERA EMPIRICA Y EXPERIMENTAL, AUNQUE SE PUEDEN CALCULAR LOS REQUERIMIENTOS DE AGENTES ESPUMANTES PARTIENDO DE MEDIDAS INDEPENDIENTES.

SE PUEDE USAR EL SIGUIENTE BALANCE DE MATERIALES SI SE TIENE LA INFORMACION:

AGENTE ESPUMANTE TOTAL REQUERIDO = GAS EN LAS CELULAS + GAS REMANENTE EN LA SOLUCION + FUGAS DURANTE LA EXPANSION + PERDIDAS DEL PROCESO.

LAS FUGAS SON CRITICAS CON LOS HIDROCARBUROS DE MENOR PUNTO DE EBULLICION, TALES COMO EL CO₂ Y N₂. EN EL CASO DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE, SE USA PENTANO YA QUE EL PROBLEMA DE FUGAS DE NITROGENO EN LOS SELLOS DE LOS MEZCLADORES ES MUY IMPORTANTE.

2.5.4 PIGMENTOS Y COLORANTES

EN REALIDAD LOS COLORANTES Y PIGMENTOS SON UTILIZADOS PARA HACER MAS VISTOSO EL MATERIAL, YA QUE LE PROPORCIONAN COLORIDO Y PRODUCE QUE SEA UN POCO MAS COMERCIAL.

PARA ESCOGER EL COLORANTE O PIGMENTO A SER UTILIZADO, DEPENDE DE LA COMPATIBILIDAD DE LA RESINA O LA NECESIDAD DE SOLUBILIDAD DEL MATERIAL, ADEMAS DE LA RESISTENCIA, PROPIEDADES ELECTRICAS, GRAVEDAD ESPECIFICA, CLARIDAD Y RESISTENCIA A LA MIGRACION.

LOS PLASTICOS PIGMENTADOS SON OPACOS Y SENSIBLES A LA LUZ. LA COLOCACION CON PIGMENTOS SOLO SE PUEDE CLASIFICAR EN TERMINOS DE DISPERSION. UN PIGMENTO CON TAMAÑO DE PARTICULA LARGA, COMO EL BLANCO DE TITANIO, ES MAS FACIL DE MANEJAR. LOS PIGMENTOS INORGANICOS SON GENERALMENTE DE PARTICULAS LARGAS VOLUMINOSAS O PESADAS. POR EL CONTRARIO LOS PIGMENTOS ORGANICOS SON MAS DIFICILES DE DISPERSAR.

EN GENERAL EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE ACEPTA UNA GRAN VARIEDAD DE COLORANTES Y PIGMENTOS.

2.5.5 ESTABILIZADORES AL CALOR Y A LA LUZ

1.- ESTABILIZADORES AL CALOR

SON UTILIZADOS PARA PREVENIR LA DEGRADACION DE RESINAS DURANTE EL PROCESO, CUANDO LAS MEZCLAS SON EXPUESTAS A ALTAS TEMPERATURAS O CUANDO ES USADO PARA EXTENDER LA VIDA DE PRODUCTOS.

EN GENERAL EL ESTABILIZADOR SE ENCUENTRA EN FORMA SOLIDA. SE APLICA INTERNAMENTE Y DA BUENA CALIDAD AL PRODUCTO TERMINADO.

2.- ESTABILIZADORES A LA LUZ

VIRTUALMENTE CADA PLASTICO SE DEGRADA CON LA LUZ; LAS FORMAS MAS COMUNES SON LA DECOLORACION DEL MATERIAL Y PERDIDA DE PROPIEDADES FISICAS. EN GENERAL EL NEGRO, YA SEA NEGRO DE HUMO O PINTURA NEGRA, SON LOS MEJORES ESTABILIZADORES, EL PROBLEMA ES QUE NO TODOS LOS MATERIALES LO ACEPTAN.

LAS CONCENTRACIONES PARA CUALQUIER FORMULACION ESTA EN EL ORDEN DE 0.25-1 % APROBADA POR LA FDA (FOOD AND DRUGS ASSOCIATION). LOS ESTABILIZANTES MAS UTILIZADOS PARA EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE SON LAS BENZOFENONAS Y LOS BENZOTRIAZOLES, QUE TAMBIEN SON LAS QUE PROPORCIONAN MEJORES CARACTERISTICAS DE ABSORCION AL MATERIAL.

2.6 TIPOS DE PROCESO DE MOLDEO DE ESPUMA ESTRUCTURAL

UNA ESPUMA ESTRUCTURAL SE UTILIZA CUANDO EL MATERIAL VA A SER MOLDEADO. EL PROCESO PROPORCIONA UNA CAPA RIGIDA EN LA SUPERFICIE DEL MATERIAL MIENTRAS QUE EN EL INTERIOR EL MATERIAL ES BLANDO. PRINCIPALMENTE EL PROCESO DE MOLDEO POR ESPUMA ESTRUCTURAL ES DIFERENTE A TODOS LOS DEMAS.

HAY DOS TIPOS PRINCIPALES:

2.6.1 BAJA PRESION

AQUI LA MEZCLA FUNDIDA SE EXPANDE EN EL MOLDE Y LLENA LA CAVIDAD. REQUIERE MOLDES BARATOS. EN CONDICIONES DE BAJA PRESION EN LA CAVIDAD, EL AGENTE ESPUMANTE EXPANDE LA RESINA Y EMPUJA EL MATERIAL FUERA DE LAS PAREDES DE LA CAVIDAD. VER FIGURAS 6 Y 7.

2.6.2 ALTA PRESION

EN ESTE CASO EL MOLDE SE LLENA POR LA PRESION DE LA MAQUINA; PROPORCIONA UNA EXCELENTE DUPLICACION DE LA SUPERFICIE DEL MOLDE. VER FIGURAS 8 Y 9.

TABLA 2.3 COMPARACION ENTRE ALTA Y BAJA PRESION

BAJA PRESION	ALTA PRESION
MENOR DENSIDAD	UNIFORMIDAD
INYECCION DE 200 - 400 PSI	INYECCION DE 15 - 20,000 PSI
MOLDES ESTANDAR	SECCION DE MOLDES MOVIBLES
MENOR COSTO EN MOLDES	MAYOR COSTO EN MOLDES
BAJO ESFUERZO EN EL MOLDEO	MEJOR SUPERFICIE DE MOLDEO

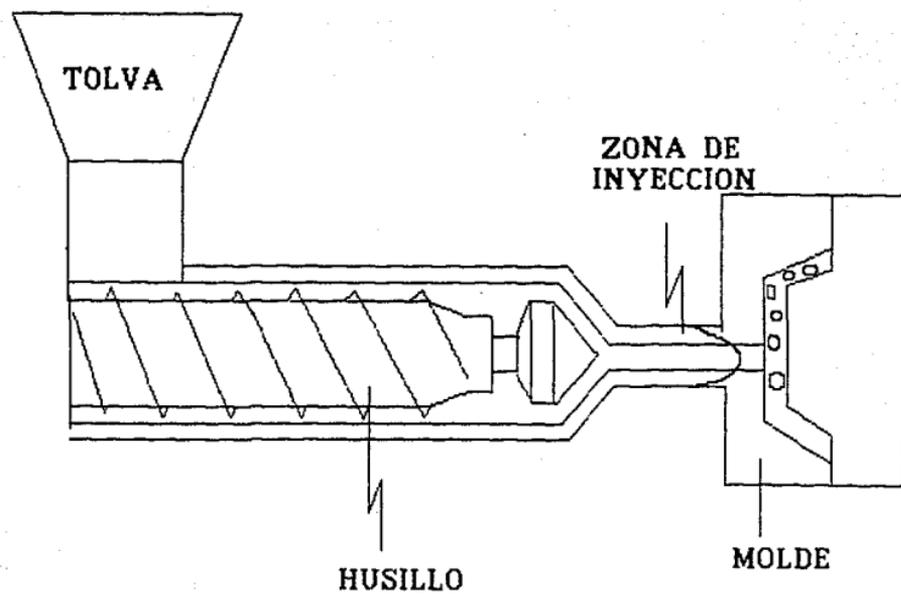


FIGURA 6
BAJA PRESION

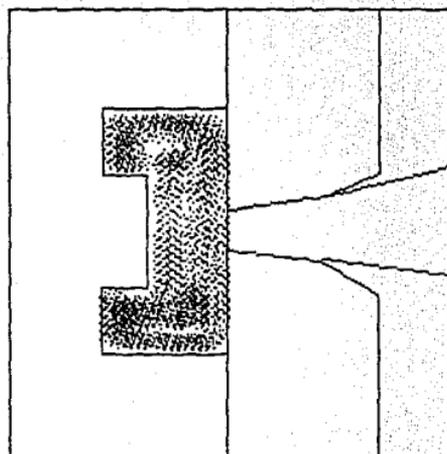
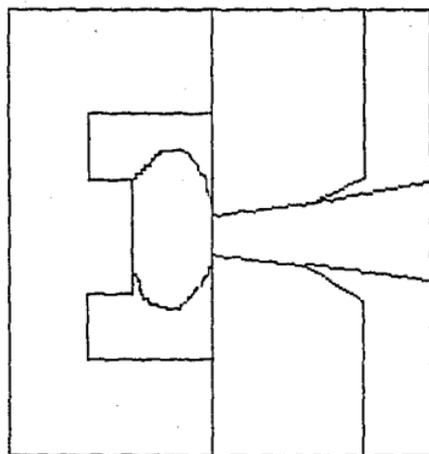


FIGURA 7
BAJA DRESION

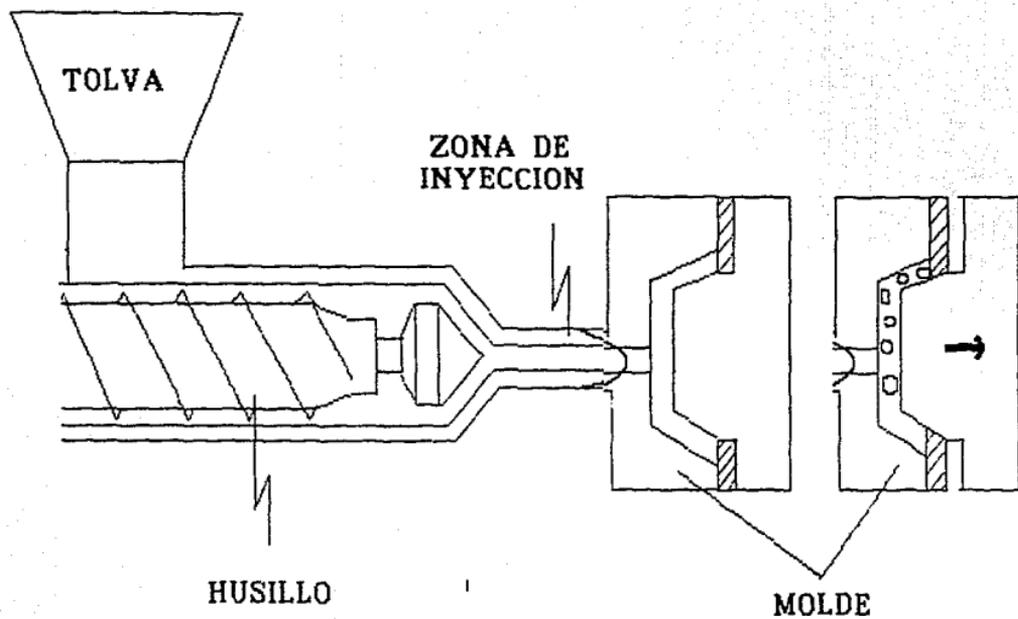


FIGURA 8
ALTA PRESION

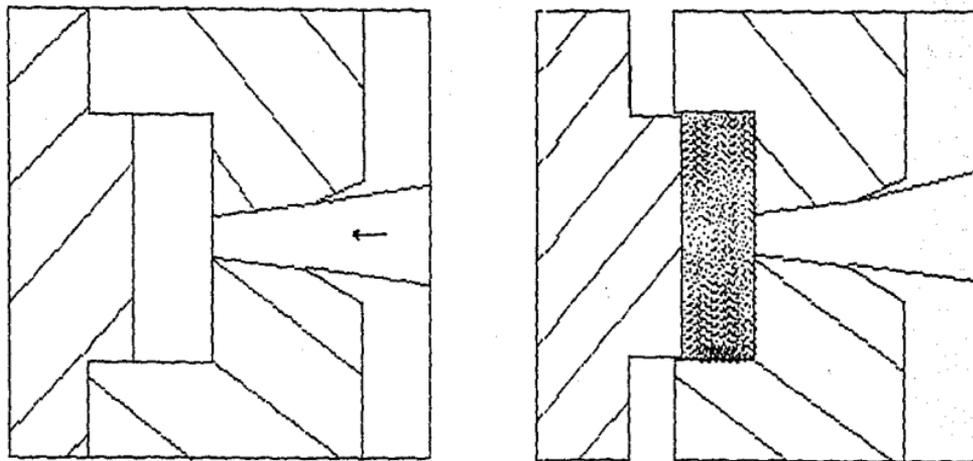


FIGURA 9
ALTA PRESION

EL PROCESO DE MOLDEO DE ESPUMA ESTRUCTURAL CONSTA DE DOS PASOS. LAS PERLAS SE PASAN A TRAVES DE UN PROCESO DONDE SE LES APLICA CALOR PARA REDUCIR SU DENSIDAD HASTA LA DESEADA EN EL PRODUCTO FINAL. EL MOLDE ES LLENADO HASTA SU CAPACIDAD CON PERLAS EXPANDIDAS. EL CALOR SE APLICA NUEVAMENTE AL MOLDE Y A LAS PERLAS PARA PROVOCAR LA EXPANSION SUFICIENTE PARA LLENAR TODOS LOS HUECOS ENTRE LAS PERLAS Y PROVOCAR EL SELLO ENTRE LAS MISMAS.

ESTE PROCESO PARA EL MOLDEO DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE OFRECE AL MOLDEADOR LA OPORTUNIDAD DE REALIZAR PRODUCTOS CON DETERMINADAS CARACTERISTICAS YA QUE LA DENSIDAD ES FACILMENTE CONTROLADA.

PRIMER PASO: PRE-EXPANSION

LAS PERLAS DEL POLIESTIRENO HAN SIDO EXPANDIDAS POR SU INMERSION EN AGUA CALIENTE, AGITANDOLAS CON AIRE CALIENTE O VAPOR, Y EXPONIENDOLAS EN CALOR POR MEDIO DE RADIACION.

EL EXPANSOR CONTINUO DE VAPOR, CONSISTE DE UNA CAMARA DE MEZCLADO EN LA CUAL EL AIRE, VAPOR, Y LAS PERLAS EXPANDIDAS SON INTRODUCIDAS EN EL FONDO. CONFORME LA DENSIDAD ES REDUCIDA, EL MATERIAL VA FLUYENDO PARA SALIR POR LA PARTE DE ARRIBA.

SEGUNDO PASO.CICLO DE MOLDEO

ES UNA OPERACION MUY SIMPLE. LAS TEMPERATURAS Y PRESIONES SON BAJAS. CONSISTE EN PRECALENTAR LOS MOLDES PARA SACAR EL AGUA DE LAS PERLAS, COMPLETANDO LAS CAVIDADES ENTRE ELLAS YA EXPANDIDAS, MOLDEANDO, ENFRIANDO, ABRIENDO Y SACANDO LA PIEZA.

2.7.- PROCESOS DE TRANSFORMACION

2.7.1 PROCESAMIENTO DE MATERIALES TERMOPLASTICOS

NO SE OBSERVAN CAMBIOS QUIMICOS, UNICAMENTE CAMBIOS FISICOS TALES COMO FUNDIDO, MEZCLADO, HOMOGENIZACION, SOLIDIFICACION, ETC.

2.7.2 TIPOS DE PROCESAMIENTO DE MATERIALES TERMOPLASTICOS

- EXTRUSION
- INYECCION
- MOLDEO POR COMPRESION
- CALANDREO

2.7.3 EXTRUSION

- * PRINCIPIOS BASICOS
 - PROPORCIONAR SUFICIENTE PRESION CONTINUA Y UNIFORME AL MATERIAL PARA REBLANDECERLO Y VOLVERLO PROCESABLE.
 - PERMITIR QUE SE SOLIDIFIQUE AL CAMBIAR LAS CONDICIONES DE PROCESAMIENTO. VER FIGURA 10.

* PROCESO

EL MATERIAL SE COLOCA EN UNA TOLVA DE LA QUE PASA A UN CILINDRO DE CALEFACCION Y A TRAVES DEL CUAL BAJA CON LA AYUDA DE UN TORNILLO (HUSILLO) DE ALIMENTACION.

EN EL EXTREMO OPUESTO DEL CILINDRO DE CALENTAMIENTO, SE OBLIGA AL MATERIAL (QUE SE HA CALENTADO Y COMPRIMIDO HASTA FORMAR UNA MASA PLASTICA), A PASAR A TRAVES DE UNA BOQUILLA QUE DA FORMA A LA SECCION EXTRUIDA.

LA SECCION EXTRUIDA SE CONDUCE FUERA DE LA BOQUILLA CON AYUDA DE UNA CINTA TRANSFORMADORA EN MOVIMIENTO Y LA DIMENSION FINAL DE LA PIEZA VIENE DETERMINADA POR LA VELOCIDAD DE ESTA CINTA QUE ESTIRA LA SECCION EXTRUIDA HASTA UN AREA DE SECCION DETERMINADA.

2.7.4 INYECCION

* PROCESO BASICO

- INTRODUCIR PLASTICO FUNDIDO EN UN MOLDE CERRADO Y FRIO DONDE SE SOLIDIFICA PARA DAR EL PRODUCTO. LA PIEZA MOLDEADA SE RECUPERA ABRIENNO EL MOLDE. VER FIGURA 11.

* SECCIONES BASICAS DE UNA MAQUINA INYECTORA

- UNIDAD DE PLASTIFICACION

ESTA UNIDAD ES PRACTICAMENTE IGUAL AL PROCESO DE EXTRUSION. ESTA PARTE ES LA QUE PLASTIFICA EL MATERIAL. CONSTA DE UNA TOLVA, UN HUSILLO DOSIFICADOR Y UN BARRIL CALENTADO. LA DIFERENCIA PRINCIPAL CON EL PROCESO DE EXTRUSION ES QUE EL HUSILLO ES RECIPROCANTE, ES DECIR, AVANZA COMO UN PISTON DENTRO DEL BARRIL DURANTE LA FASE DE INYECCION.

DURANTE LA ETAPA DE PLASTIFICACION, LA BOQUILLA ESTA SELLADA POR UNA VALVULA, Y EL HUSILLO ACTUA COMO UNA RESERVA, O " TIRO " DE MATERIAL EN SU PARTE ANTERIOR, AL RETROCEDER GIRANDO EN CONTRA DE LA PRESION DEL MOTOR DE GIRO. CUANDO TERMINA ESTA ETAPA, LA VALVULA DE SELLADO SE ABRE, EL HUSILLO DEJA DE GIRAR Y SE LE APLICA PRESION PARA QUE ACTUE COMO UN PISTON QUE EMPUJA AL FUNDIDO ACUMULADO A TRAVES DE LA BOQUILLA HACIA EL MOLDE CONTENIDO EN LA UNIDAD DE CIERRE.

- UNIDAD DE CIERRE

CONSISTE GENERALMENTE EN UNA PRENSA QUE SE CIERRA POR MEDIO DE UN SISTEMA HIDRAULICO O MECANICO, O UNA COMBINACION DE AMBAS. LA FUERZA DE CIERRE DEBE SER SUFICIENTEMENTE GRANDE COMO PARA RESISTIR LA FUERZA DEL FUNDIDO MIENTRAS ES INYECTADO. LA PRESION DEL FUNDIDO PUEDE REQUERIR DESDE DECENAS HASTA CENTENARES DE TONELADAS DE CIERRE.

- MOLDE

EL MOLDE SE AJUSTA MECANICAMENTE POR MEDIO DE PERNOS A LA UNIDAD DE CIERRE Y ES INTERCAMBIABLE PARA PERMITIR QUE PRODUCTOS DIFERENTES SEAN MOLDEADOS. VER FIGURA 12.

LAS PARTES PRINCIPALES DE UN MOLDE SON:

1.- CAVIDAD: ES LA QUE DA FORMA AL PRODUCTO. GENERALMENTE SE DENOMINA CAVIDAD A LA PARTE CONCAVA Y CORAZON A LA CONVEXA. EL MOLDE PUEDE TENER UNA O VARIAS CAVIDADES.

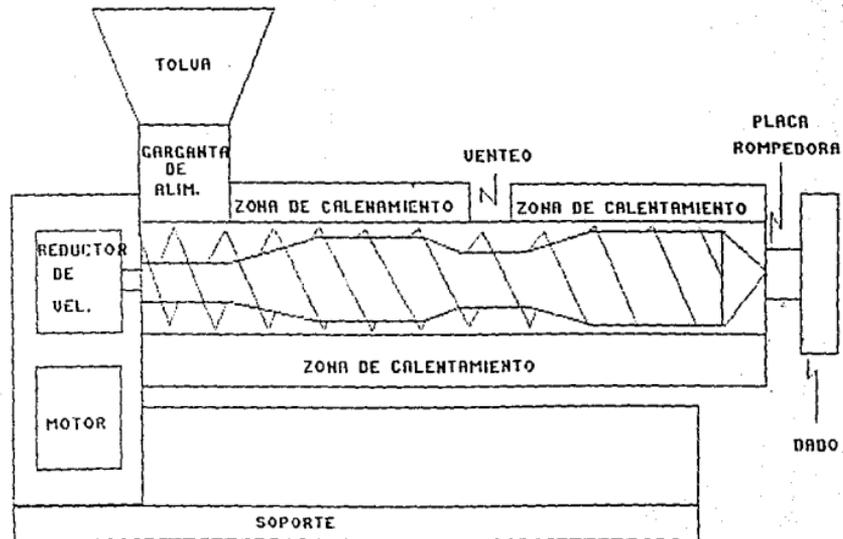
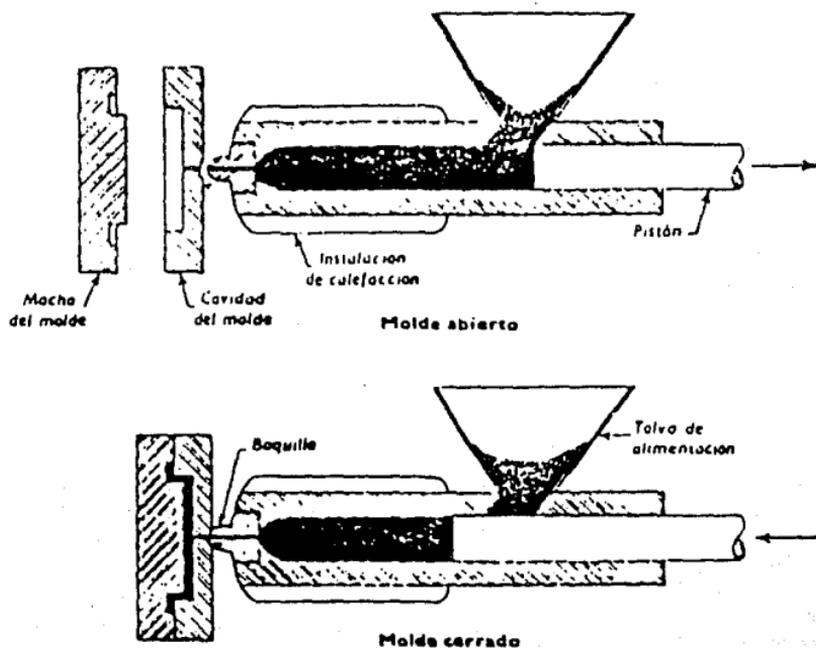


FIGURA 10
EXTRUSORA

FIGURA 11 INYECTORA



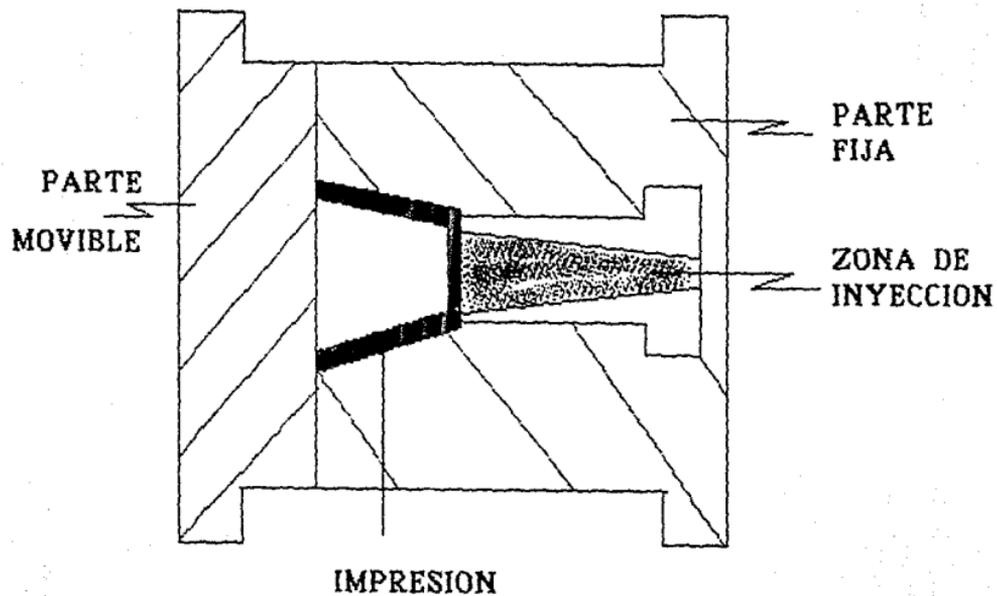


FIGURA 12
MOLDE

2.- CANALES: ES POR DONDE FLUYE EL MATERIAL FUNDIDO AL SER INYECTADO, CONSTA DE LA COLADA QUE ES EL CANAL DESDE LA BOQUILLA, Y DE LOS CORREDORES QUE CONECTAN LA COLADA CON LAS CAVIDADES INDIVIDUALES. EL CORREDOR SE CONSTRUYE EN UNA PEQUEÑA ENTRADA EN LA CAVIDAD.

3.- CANALES DE ENFRIAMIENTO: A TRAVES DE LOS CUALES SE BOMBEA AGUA PARA REMOVER EL CALOR DEL FUNDIDO. EL TAMAÑO Y LA UBICACION DE ESTOS CANALES ES CRITICA PARA LA CORRECTA DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA.

4.- PERNOS EYECTORES: SON LOS QUE RETIRAN LA PIEZA DE LA CAVIDAD. SE ACTIVAN AUTOMATICAMENTE CONFORME EL MOLDE SE ABRE.

2.7.5 MOLDEO POR COMPRESION

LOS MOLDES USADOS EN EL MOLDEO POR COMPRESION CONSTAN DE UNA CAVIDAD Y DE UN MACHO O NUCLEO . LA DEBIDA ALINEACION ENTRE AMBAS PARTES SE LOGRA MEDIANTE UNAS ESPIGAS DE GUIA.

EN EL PROCESO, EL OPERARIO DE LA PRENSA COLOCA EL MATERIAL EN LA CAVIDAD DEL MOLDE; AL CERRARSE EL MOLDE, EL POLVO DE MOLDEO SE COMPRIME HASTA ADQUIRIR LA FORMA DE LA PIEZA Y SE MANTIENE DE ESTE MODO HASTA QUE ENDURECE.

2.7.6 CALANDREO

LA CALANDRIA SE UTILIZA PARA LA PRODUCCION DE LAMINADO. CONSTA DE DOS, TRES O CUATRO RODILLOS, EN TAMAÑOS DE 15 CM. DE DIAMETRO POR 33 CM. DE LARGO HASTA 33 CM. DE DIAMETRO POR 90 CM. DE LARGO. LOS RODILLOS ESTAN PUESTOS DE LA FORMA QUE MEJOR LE CONVenga AL PROCESO, INCLUYENDO CONFIGURACIONES VERTICALES, HORIZONTALES, DE 120° O EN FORMA DE "S" O "Z".

2.8.- USOS DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE.*** INDUSTRIAL**

- AISLAMIENTO ACUSTICO
- AISLAMIENTO TERMICO

*** CONSTRUCCION**

- BLOQUES QUE PROPORCIONAN 25% AHORRO
- MEZCLA CON CEMENTO PROPORCIONA 15% DE AHORRO EN PESO

*** ENVASES DESECHABLES***** EMPAQUE**

- EMPAQUE PARA ELECTRODOMESTICOS
- EMPAQUE PARA VEGETALES
- EMBALAJE
- CAJAS GUARDA VEGETALES PARA NAVES ESPACIALES
- HIELERAS

*** JUGUETES**

- RELLENO PARA MUÑECOS

*** OTROS**

- ALMACIGOS, INVERNADERO

CAPITULO III

RECICLAJE

CAPITULO III

RECICLAJE

3.1.- CONVENIENCIA DEL RECICLAJE DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE.

HOY EN DIA, EL MATERIAL MAS UTILIZADO PARA EMPAQUE DE APARATOS ELECTRICOS, ES EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE. LOS PLASTICOS OCUPAN EL TERCER SEGMENTO EN USO EN LA INDUSTRIA DEL EMPAQUE. EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE OCUPA UN 10% DE ESTE SEGMENTO Y TAMBIEN OCUPA UN 5% DE LA BASURA SOLIDA EN UTILIDADES COMO VASOS Y PLATOS. VER FIGURAS 13 Y 14

COMO YA SE HABIA MENCIONADO EN EL CAPITULO UNO, EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE NO ES BIODEGRADABLE. ESTO REPRESENTA UN PROBLEMA EN CUANTO A QUE TODA ESTA CANTIDAD DE POLIESTIRENO SE UTILIZA Y PROVOCA CONTAMINACION Y DESECHOS. LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS ESTIMA QUE LA CANTIDAD DE PLASTICO QUE SE ENCUENTRA EN EL MAR ES CERCA DE LAS 14 BILLONES DE LIBRAS (6.35 BILLONES DE KG.).

EL PROPOSITO DE ESTA TESIS, ES PROPONER UN METODO DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE. EN MEXICO NO EXISTE NINGUNA PLANTA DE RECICLAJE Y NINGUN METODO PARA ESTE OBJETIVO. DE TODA LA INFORMACION RECOPIADA SE LOGRO AVERIGUAR QUE EN ESTADOS UNIDOS DE AMERICA EXISTE UN METODO DE RECICLAJE PARA ESTE PLASTICO.

DE ACUERDO CON ESTO, PODEMOS DECIR QUE EN MEXICO NO EXISTE NINGUNA TECNOLOGIA PARA LOGRARLO. EL HECHO DE RECICLAR ESTE PLASTICO TRAERIA VENTAJAS COMO SON LA PRODUCCION DE MENOS PLASTICO, EL APROVECHAMIENTO DE MATERIALES INUTILES, AHORRO EN MATERIA PRIMA, ETC.

EN ALGUNAS INVESTIGACIONES SE LOGRO AVERIGUAR QUE LA COMPAÑIA POLIOLES, ESTA TRATANDO DE REALIZAR UN PROCESO DE RECICLADO PARA ESTE MATERIAL. DEBIDO A LA FALTA DE TECNOLOGIA, ESTA EMPRESA NO HA PODIDO REALIZAR EL PROYECTO.

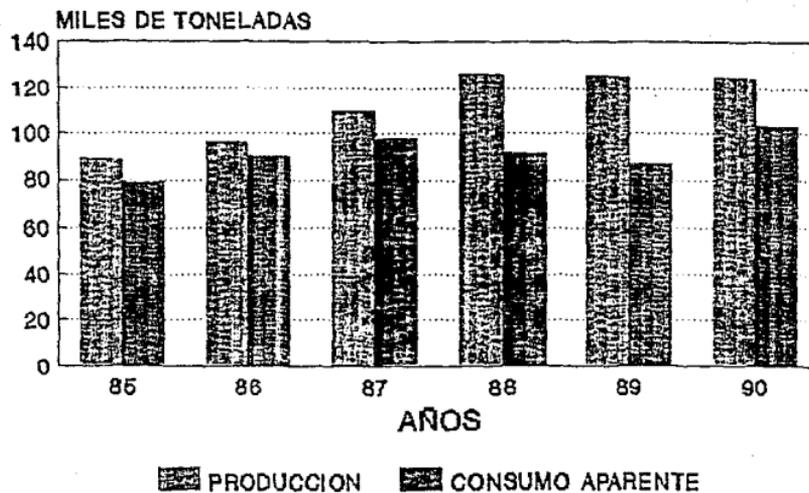
EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE TIENE UN MERCADO DEMASIADO GRANDE. SI SE PROPONE UN METODO DE RECICLAJE, EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE PODRIA OCUPAR ALGUNOS DE ESTOS MERCADOS. EN DETERMINADO MOMENTO, SE APROVECHARIAN AL MAXIMO CARACTERISTICAS DENTRO DEL PLASTICO.

SE CALCULA QUE SON CERCA DE 100 LIBRAS (45.4 KG) DE POLIESTIRENO QUE SON DESECHADAS SEMANALMENTE EN PROMEDIO POR CADA FAMILIA. EN DADO CASO DE QUE EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE FUERA RECICLADO LA REDUCCION EN SUS DESECHOS SERIA DEL 25-30%.

EL PROYECTO ESTA ENFOCADO AL CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA" EN DONDE TODOS LOS VASOS Y PLATOS UTILIZADOS SON DE UNICEL. SE CALCULA QUE EL CONSUMO DE POLIESTIRENO ES DE 3000- 4000 VASOS POR DIA, ESTO REPRESENTA 50 KG. TAMBIEN SE LOGRO CONSEGUIR DATOS DE CONSUMO POR PARTE DE TIENDAS DE AUTOSERVICIO COMO SON: COMERCIAL MEXICANA, AURRERA Y GIGANTE, DONDE SE CONSUMEN DE 5000 A 6000 CHAROLAS AL DIA PARA EMPAQUE DE CARNES, LO QUE REPRESENTA 72 KG.

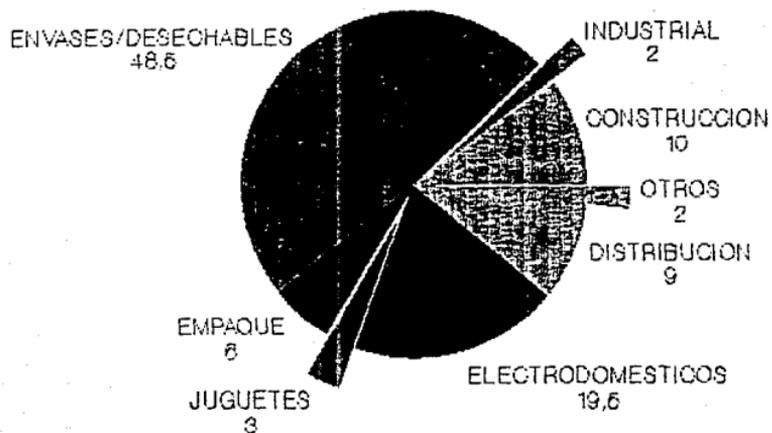
PRODUCCION

FIGURA 13



MERCADO DEL PS EXP.

FIGURA 14



PORCENTAJES

3.2.- DESCRIPCION DEL PROCESO UTILIZADO EN ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA, POR LA "NATIONAL POLYSTYRENE RECYLING COMPANY (NPRC)".

EL PROCESO SE MUESTRA EN LA FIGURA 15 LA MATERIA PRIMA (DESECHOS) LLEGAN A LA PLANTA PARA SU INSPECCION. DE AQUI, PASAN A UN CENTRO DE LAVADO Y AHI MISMO SON GRANULADOS. DESPUES, SON ALMACENADOS EN SILOS, PARA LUEGO PASAR AL MEZCLADOR. EL SIGUIENTE PASO ES DIRIGIR EL MATERIAL A LA EXTRUSORA DONDE ES PELLETIZADO, DE DONDE SALEN PARA PASAR A LA TOLVA EMPACADORA. EL PROCESO LLEVA UN SISTEMA DE LAVADO Y SECADO DONDE SE UTILIZA UN FILTRO PARA EL AGUA DE LAVADO.

EL SISTEMA DE INSPECCION CUENTA CON UNA BANDA DONDE EL MATERIAL ES REVISADO PARA QUE NO TENGA AVERIAS, TALES COMO QUEMADURAS, COMPUESTOS QUIMICOS INSOLUBLES EN AGUA, ETC. ESTA BANDA VIENE DEL TRANSPORTE DONDE SE RECOLECTO EL MATERIAL Y SE DIRIGE HASTA EL CENTRO DE LAVADO Y GRANULADO.

EN EL CENTRO DE LAVADO, EXISTE UNA CORRIENTE DE AGUA QUE CAE DIRECTAMENTE AL MATERIAL BAJO PRESION, PARA QUITAR TODO TIPO DE IMPUREZAS COMO SON LOS DESECHOS DE COMIDA, BEBIDAS, ETC. AQUI MISMO EL MATERIAL YA LAVADO PASA A UNA SECADOR CENTRIFUGO. EL MATERIAL ES ALMACENADO EN LOS SILOS.

EN LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO SE RETIENE EL MATERIAL HASTA QUE ES PASADO A LA MEZCLADORA POR UN SISTEMA QUE CONTROLA LA CANTIDAD A SALIR.

LA MEZCLADORA SE ENCARGA DE DISTRIBUIR HOMOGENEAMENTE EL TAMAÑO DE PARTICULAS, YA ESTANDO EL MATERIAL MEZCLADO PASA A LA EXTRUSORA.

COMO YA SE MENCIONO EN EL CAPITULO UNO, LA EXTRUSORA VA A PERMITIR QUE EL MATERIAL SE REBLANDEZCA Y LE PERMITA PASAR POR LA BOQUILLA QUE LE DARA LA FORMA REQUERIDA. EL MATERIAL EN LA EXTRUSORA AL PASAR POR EL TORNILLO DE ALIMENTACION, VA A SER PLASTIFICADO HASTA FORMAR UNA MASA HOMOGENEA.

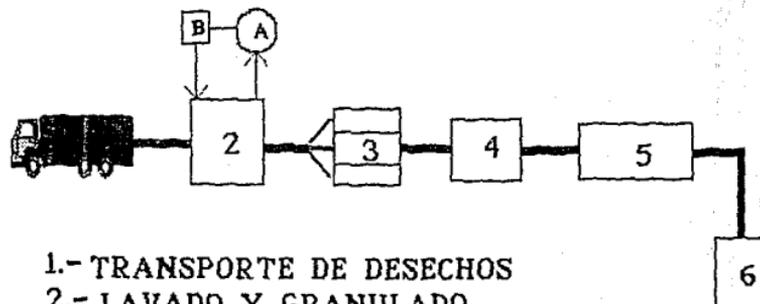
EL MATERIAL DESPUES DE SER PELLETIZADO POR LA EXTRUSORA, PASA A UNA TOLVA EMPAQUETADORA DONDE ES PUESTO EN CONTENEDORES, COSTALES O BOLSAS PARA SER ENVIADO PARA SU CONSUMO.

EL AGUA OCUPADA PARA EL LAVADO, ES RECUPERADA JUNTO CON EL AGUA DEL DESECADO DEL MATERIAL. ESTA AGUA ES DIRIGIDA A UN FILTRO CENTRIFUGO QUE PERMITE QUE LOS DESECHOS SEAN REMOVIDOS CON FACILIDAD, Y PERMITE QUE ESTOS DESECHOS SALGAN CON LA MENOR HUMEDAD POSIBLE. DESPUES DE HABER SIDO FILTRADA, EL AGUA ES ALMACENADA EN UN TANQUE HASTA QUE SE REQUIERA UN NUEVO LAVADO.

EL OBJETIVO DE LA PLANTA ES, RECOGER EL MATERIAL, LAVARLO, TRITURARLO Y EMPAQUETARLO PARA SER UTILIZADO OTRA VEZ. EL METODO QUE SE PROPONE EN ESTA TESIS, ES UN POCO SIMILAR, PERO MAS SENCILLO.

TODA ESTA INFORMACION FUE PROPORCIONADA POR LA "NPRC". NO SE DIERON DATOS SOBRE LAS CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LA MAQUINARIA UTILIZADA, SOLO SE MENCIONARON GENERALIDADES SOBRE EL PROCESO Y EL TIPO DE MAQUINARIA.

PROCESO DE E.U.A.



- 1.- TRANSPORTE DE DESECHOS
 - 2.- LAVADO Y GRANULADO
 - 3.- SILOS DE ALMACENAMIENTO
 - 4.- MEZCLADOR
 - 5.- EXTRUSORA
 - 6.- TOLVA EMPAQUETADORA
- A.- FILTRO CENTRIFUGO
B.- TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

FIGURA 15

3.3 PROPUESTA DEL PROCESO DE ESTA TESIS PARA SER APLICADO EN MEXICO.

EL PROCESO PROPUESTO ES ALGO SIMILAR AL PROCESO DE E.U.A. Y SE MUESTRA EN LA FIGURA 16. EN ESTE CASO SE PROPONE TIPO DE MAQUINARIA, LA CAPACIDAD DE LA PLANTA, Y EL TIPO DE ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO. EL PRIMER PASO ES EL RECOLECTAR LA BASURA. YA QUE LA RECOLECCION SE LLEVARIA A CABO EN EL CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA" Y LA CAFETERIA ULSA. SE LLEGARIA A UN ACUERDO DONDE CADA SEMANA SE RECOGIERAN LOS DESECHOS. ESTE CONVENIO SE MUESTRA EN LA SECCION 3.4. UN METODO PARA LA SEPARACION DE LOS DESECHOS DE UNICEL, SERIA MOSTRAR A LA GENTE POR MEDIO UN TROZO DE ESTE MATERIAL INDICANDOLES QUE ESTE TIPO DE DESECHO SE DEPOSITARA EN UN BOTE O CONTENEDOR APARTE DE LOS DEMAS DESECHOS. EL DISEÑO SE MUESTRA EN LA FIGURA 17.

UN CAMION DE LA PLANTA SE ENCARGARIA DE RECOGER TODOS LOS DESECHOS ACUMULADOS EN ESA SEMANA. YA CON LOS DESECHOS EN LA PLANTA SE EMPIEZA SU INSPECCION POR MEDIO DE UNA BANDA SIN FIN, LA CUAL CUENTA CON UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MOTOR REVISANDO QUE LOS DESECHOS NO TRAIGAN ALGUNA AVERIA. SI LOS DESECHOS NO CONTIENEN NINGUNA AVERIA, SE PROCEDE AL LAVADO, DONDE LOS VASOS Y PLATOS SERIAN CONDUCCIDOS HACIA UNA CORRIENTE DE AGUA A PRESION CON EL PROPOSITO DE EXTRAER TODAS LAS IMPUREZAS DE COMIDA Y BEBIDA CONTENIDOS EN ELLOS. EL CENTRO DE LAVADO CUENTA CON ROCIADORES TAMBIEN CONTROLANDO LA CANTIDAD Y LA PRESION DE SALIDA DEL AGUA. SALIENDO DEL CENTRO DE LAVADO, HABRA UNA BANDA RECOLECTORA DONDE SE DEPOSITARAN LOS VASOS Y LOS PLATOS YA LAVADOS Y SERAN DIRIGIDOS A LA TRITURADORA.

EN ESTA ETAPA TAMBIEN SE PENSO EN UN EQUIPO PARA RECUPERAR EL AGUA DE LAVADO CON EL PROPOSITO DE NO DESPERDICAR RECURSOS NATURALES. ESTA ETAPA, INCLUIRIA UN FILTRO QUE ES COMPUESTO POR UN CARTUCHO DE POLIESTER QUE FUNCIONA PARA RETIRAR LOS DESECHOS ALIMENTICIOS EN EL AGUA TENIENDO UN CAMBIO DE CARTUCHO DE 2 A 3 MESES DEPENDIENDO DE LA CANTIDAD DE SOLIDOS, TRABAJANDO CON 3" DE DIAMETRO; Y PARA LA PURIFICACION DEL AGUA CONTIENE UNA LAMPARA DE LUZ ULTRAVIOLETA FUNCIONANDO DE 1-100 LTS/MIN. QUEDANDO ASI EL AGUA TOTALMENTE PURIFICADA. SE PUEDE OPERAR POR LOTES EVITANDO QUE LOS SOLIDOS LLEGARAN A ESTADO DE DESCOMPOSICION. YA FILTRADA EL AGUA, SE PASARIA AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO HASTA QUE SE REQUIERA LAVAR UN NUEVO LOTE. EL UNICEL YA LAVADO, PASA A LA TRITURADORA. COMO EL MATERIAL ES MUY FACIL DE MANEJAR Y DE ROMPER, SE PENSO EN UNA TRITURADORA DE RODILLOS. LOS RODILLOS SERIAN DENTADOS, YA QUE ESTO PERMITIRIA QUE MIENTRAS EL MATERIAL VA PASANDO, VAYA SIENDO DESPEDAZADO POR LOS DIENTES DEL RODILLO. LOS DIENTES RECOMENDADOS PARA LA TRITURACION DE PLASTICOS SON LOS DIENTES DE SIERRA. EL TAMAÑO DEL PRODUCTO SE CONTROLA ESPACIANDO LAS SIERRAS Y GRADUANDO LAS VELOCIDADES. LA TRITURADORA SELECCIONADA ES PARA UN MATERIAL DE ESPESOR DE 5 mm. SU PROCESO ES LLAMADO DE CONFETI, DONDE EL TAMAÑO DE PARTICULAS ES DE 5 Y 7 mm. Y EL TIEMPO DE TRITURACION ES DE 5 - 10 SEG.

LA TRITURADORA CONSTA DE DOS RODILLOS. CADA RODILLO TENDRIA UN ESPACIAMIENTO DIFERENTE DE LOS DIENTES, SIENDO EL PRIMERO CON UN ESPACIAMIENTO MAYOR, SOLO PARA DESPEDAZAR AL MATERIAL. EL SEGUNDO RODILLO CONTENDRIA LOS DIENTES CON UN MENOR ESPACIAMIENTO, ESTO PERMITIRIA QUE EL MATERIAL SALIERA UN POCO MAS TRITURADO. LA ACCION QUE ESTA PROVOCANDO LA TRITURADORA SOBRE EL PLASTICO ES LA DE DESGARRARLO.

LA ALIMENTACION PUEDE SER CONTINUA O POR LOTES. LA TRITURADORA DE RODILLOS DENTADOS, CONSTA GENERALMENTE DE DOS RODILLOS DEL MISMO DIAMETRO QUE GIRAN EL UNO HACIA EL OTRO A VELOCIDADES IDENTICAS O DIFERENTES DE ACUERDO A SU TAMAÑO. LA DISTANCIA ENTRE LOS RODILLOS ES AJUSTABLE.

PROCESO PROPUESTO

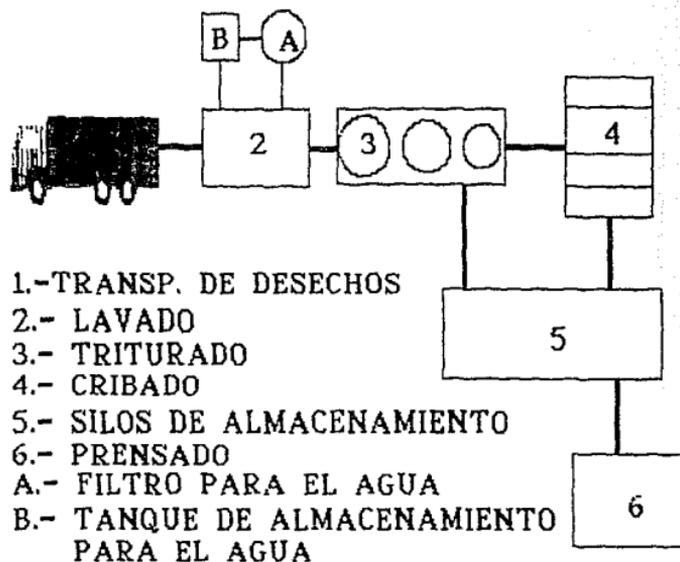


FIGURA 16

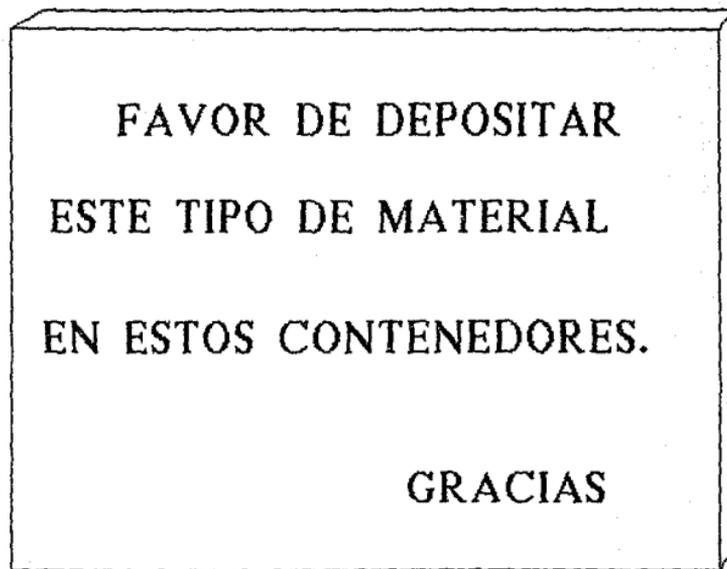


FIGURA 17

EL DIAMETRO DEL RODILLO SE DETERMINA SEGUN LA ALIMENTACION QUE SE TENGA. EL ANGULO DE Prensado ES EL PUNTO DE CONTACTO DEL RODILLO CON LA PARTICULA QUE SE VA A TRITURAR. GENERALMENTE NO PASA DE 30°. SE CALCULA CON LA FORMULA:

$$(N/2) = (r+a)/(r+b)$$

DONDE: r = RADIO DE LOS RODILLOS
 a = MEDIO DE LA DISTANCIA ENTRE LOS RODILLOS
 b = RADIO DE LA PARTICULA
 N = ANGULO DE Prensado

LA CAPACIDAD DE LA TRITURADORA DE RODILLOS, SE CALCULA CON LA FORMULA:
 $Q = (dLs)/1728$

DONDE: Q = CAPACIDAD (FT³/MIN)
 d = DISTANCIA ENTRE LOS RODILLOS
 L = LONGITUD DE LOS RODILLOS
 s = VELOCIDAD

LA VELOCIDAD VARIA DE 200 A 1200 FT/MIN. SEGUN EL MATERIAL.

DESPUES DE HABER PASADO POR LA TRITURADORA, EL MATERIAL PASA AL CRIBADO CON DIFERENTES TIPOS DE MALLAS. EL TAMAÑO DE LAS PERLAS DEPENDERIA DEL TIPO DE UNICEL, YA SEA QUE LAS PERLAS FUERAN MAS GRANDES O MAS PEQUEÑAS. GENERALMENTE EL TAMAÑO DE LA PERLA VARIA ENTRE 5 Y 7 mm. PARA ESTE TIPO DE PERLA SERIAN NECESARIAS DOS CAMAS.

SE PROPONE EL TIPO DE CRIBA DE VIBRACION ELECTRICA. MANEJAN MATERIALES LIGEROS Y SECOS. TIENEN UNA VIBRACION INTENSA, DE ALTA VELOCIDAD, APROXIMADAMENTE DE 1500 A 7200 VIBRACIONES/MIN. LA CRIBA SE PROPONE DE ACERO AL CARBON FUNCIONANDO CON UN MOTOR DE 7 - 10 HP. A 1500 RPM. POR EL TAMAÑO DE PARTICULAS LAS MALLAS SERIAN DEL No.4 Y DE 0.265 PULG.

PARA PODER ESCOGER UNA MAQUINA DE CRIBADO SE DEBEN TOMAR EN CUENTA DOS FACTORES: LA ANCHURA DE LA CRIBA SE RELACIONA CON LA CAPACIDAD Y LA LONGITUD CON LA EFICIENCIA. LA ANCHURA ES NECESARIA PARA REDUCIR EL ESPESOR A UN MINIMO PRACTICO Y LA LONGITUD, PARA PERMITIR QUE SE RETIEN PARTICULAS DE TAMAÑOS MENORES, SIN QUE HAYA CANTIDADES DESORDENADAS DE PARTICULAS FINAS EN LOS MATERIALES DE TAMAÑOS MAYORES. TAMBIEN SE DEBEN TOMAR EN CUENTA EL TIPO DE MATERIAL, SU PESO, DUREZA, FORMA DE LAS PARTICULAS. PORCENTAJE DE HUMEDAD, LA TEMPERATURA Y TAMBIEN LA VELOCIDAD DE ALIMENTACION DE LA CRIBA.

LA SELECCION DE LA SUPERFICIE APROPIADA DE LAS CRIBAS ES MUY IMPORTANTE Y SE DEBE TOMAR EN CUENTA LA ABERTURA, EL DIAMETRO DEL ALAMBRE Y LA ZONA ABIERTA.

AL ESCOGER LA TELA DE ALAMBRE, ES NECESARIO LLEGAR A UN TERMINO MEDIO ENTRE LA SEPARACION, LA CAPACIDAD Y LA DURACION DE LA TELA. PARA SELECCIONAR EL TAMAÑO DE LA MALLA SE RECURRIO A LA SERIE DE MALLAS DE TYLER DEL A.S.T.M.-E-11-61.

DESPUES DE QUE EL MATERIAL ES PASADO POR LA TRITURADORA Y EL CRIBADO, SE PASA A LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO. LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO VARIARAN DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DE MATERIAL QUE HAYA.

HAY DOS TIPOS DE RECIPIENTES:

- FLUJO DE MASA.- SI SE ABRE LA COMPUERTA DEL FONDO SIN AYUDA SE OBTIENE UN FLUJO.
- FLUJO DE EMBUDO.- PUEDE TENER O NO FLUJO, PERO SE PUEDE HACER QUE FLUYA POR ALGUN MEDIO.

LA TABLA 3.1 MUESTRA LAS COMPARACIONES ENTRE TOLVAS DE FLUJO DE MASA Y DE FLUJO DE EMBUDO. CON LAS TOLVAS DE FLUJO DE MASA, NO SE NECESITA ALIMENTADOR PARA EL FLUJO. GENERALMENTE SE TOMA UN PUNTO MEDIO ENTRE EL FLUJO DE MASA O DE EMBUDO. YA QUE SE TOMO LA DECISION, SE DEBE TOMAR EN CUENTA LA SALIDA DE LA TOLVA Y EL TIPO DE ALIMENTADOR.

ANDREW JENIKE REALIZO ESTUDIOS SOBRE EL COEFICIENTE DE FRICCION DE LA SALIDA DEL RECIPIENTE. DE ACUERDO A QUE EL MATERIAL PRESENTA CIERTA RESISTENCIA (f) CONTRA EL ESFUERZO INTERNO (s) A LA SALIDA. JENIKE SUGIERE QUE CUANDO:

- f < s, HAY FLUJO
- f > s, NO HAY FLUJO
- f = s, SE ALCANZA EL PUNTO CRITICO.

PARA EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE SE RECOMIENDA UN RECIPIENTE CON FLUJO DE EMBUDO. LA FIGURA 18 MUESTRA UN ESQUEMA DE TOLVA DE FLUJO DE MASA Y DE EMBUDO. EL TAMAÑO DE PARTICULAS ES UNO DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD DE FLUJO Y QUE ES CONTROLABLE. SE SUPONE QUE EN CUANTO MAYOR SEA EL TAMAÑO DE LAS PARTICULA Y MAS LIBRE SE ENCUENTRE EL MATERIAL DE PARTICULAS FINAS, MAS FACIL FLUIRA.

SE PUEDE CONTROLAR EL NIVEL DE PARTICULAS DENTRO DEL RECIPIENTE ACTIVANDO UNA SEÑAL DE ALARMA O AUDITIVA. ESTO TAMBIEN APLICARIA CONTRA LOS DAÑOS DE ATASCAMIENTO. PARA LA ALIMENTACION SE PENSO EN UN ALIMENTADOR DE BANDA PARA DAR UNA ALIMENTACION UNIFORME. PARA ASEGURAR EL FLUJO DE LOS SOLIDOS SE PONE UNA PLACA GOLPEADORA, ASEGURANDO QUE EL MATERIAL FLUIRA. ESTA PLACA ES COLOCADA INCLINADA AL FRENTE DE LA TOLVA.

DESPUES DE LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO, EL MATERIAL SE PASA A LA PRENSA, DONDE EL MATERIAL TOMARA LA FORMA DE LOS PRODUCTOS DESEADOS, QUE EN ESTE CASO SON VASOS Y PLATOS.

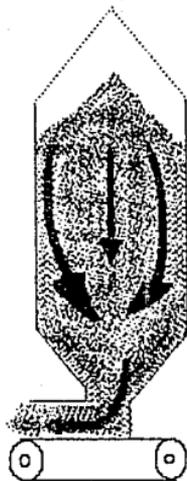
SE UTILIZARA UNA PRENSA DE MOLDEO, QUE SON UTILIZADAS PARA CREAR COMPACTOS UNIFORMES Y A VECES COMPLEJOS, SOBRE TODO PARA LA FORMACION DE PLASTICOS.

EL EQUIPO COMPRENDE UNA PRENSA OPERADA MECANICA O HIDRAULICAMENTE Y, UNIDA A LAS PLACAS O LOS PLATOS DE LA PRENSA, UN MOLDE DE DOS PARTES QUE CONSTA DE UNA PORCION SUPERIOR (MACHO) Y OTRA INFERIOR (HEMBRA). LA ACCION DE PRESION Y CALOR SOBRE LA CARGA HACE QUE SE FUNDA Y TOMA LA FORMA DE LA CAVIDAD DEL MOLDE, Y LOS COMPACTOS QUEDAN PRACTICAMENTE ACABADOS AL DESCARGARSE DE LA MAQUINA DE MOLDEO.

CARACTERISTICAS DE LAS TOLVAS

<u>TOLVAS DE FLUJO DE MASA</u>	<u>TOLVAS DE FLUJO DE EMBUJO</u>
1.- LAS PARTICULAS SE REUNEN HASTA LA DEBOARGA	1.- LAS PARTICULAS SE SEGREGAN
2.- LAS PARTICULAS SE DESAIREAN	2.- LA PRIMERA PORCION QUE ENTRA, ES LA ULTIMA EN SALIR
3.- EL FLUJO ES UNIFORME	3.- QUEDAN PRODUCTOS EN ZONAS MUERTAS, HASTA LA LIMPIEZA
4.- LA DENSIDAD DEL FLUJO ES CONSTANTE.	4.- EL FLUJO ES ERRATICO
5.- NO QUEDAN PRODUCTOS EN ZONAS MUERTAS	5.- LA DENSIDAD PUEDE VARIAR
6.- SE PUEDEN DISEÑAR COMO MEZCLADORAS	6.- FUNCIONAN CON SOLIDOS GRANDES Y FLUJO LIBE

TABLA 3.1



FLUJO DE MASA



FLUJO DE EMBUDO

FIGURA 18

LA ECUACION MAS USUAL PARA LA COMPACTACION DE PARTICULAS DE POLIESTIRENO ES:

$$\log \frac{1}{1 - R} = mp + b$$

DONDE

p = PRESION APLICADA PARA COMPACTAR

R = DENSIDAD APARENTE O EN MASA DEL COMPACTO / DENSIDAD REAL DEL MATERIAL SOLIDO

m, b = CONSTANTES

PARA PODER FUNDIR EL MATERIAL DENTRO DEL MOLDE, ES NECESARIO APLICAR CALOR AL MATERIAL, Y DADO QUE EL MATERIAL ES SUMAMENTE SENSIBLE AL CALOR DIRECTO, SE HACE PASAR UNA CORRIENTE DE VAPOR DE AGUA PARA CALENTAR EL MOLDE Y PODER FUNDIR EL MATERIAL.

PARA ESTE OBJETIVO ES NECESARIO UTILIZAR UNA CORRIENTE DE VAPOR, QUE VIENE DE UN GENERADOR DE VAPOR PEQUEÑO, Y SUS ESPECIFICACIONES SON:

LA CAPACIDAD ES DE 10 CABALLOS CALDERA. UN CABALLO CALDERA EQUIVALE A 15.649 KG DE VAPOR DE AGUA POR HORA. SE TOMA UNA PRESION DE DISEÑO DE 10.5 KG/CM² Y UNA PRESION DE OPERACION DE 7 KG/CM². ESTAS CONDICIONES DE OPERACION SE CUMPLEN EN UNA SUPERFICIE DE 5 FT²/ CABALLO DE CALDERA, Y LA EFICIENCIA TERMICA ES DEL 80%. LA CALDERA ES LA MAS CHICA EN EL MERCADO, YA QUE EL REQUERIMIENTO DE LA PLANTA NO NECESITA MAS POR EL MOMENTO.

3.4 CONVENIOS LEGALES

3.4.1 CONVENIO DE PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES QUE CELEBRAN POR UNA PARTE LA INGENIERO IRMA B. CARDENAS AMARO, Y POR LA OTRA EL CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA", A QUIENES EN LO SUCESIVO Y PARA EFECTOS DE ESTE INSTRUMENTO SE LES DENOMINARA COMO "LA PROFESIONISTA" Y "LA EMPRESA" RESPECTIVAMENTE AL TENOR DE LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLAUSULAS.

DECLARACIONES

LA PROFESIONISTA DECLARA QUE:

I.- ES CIUDADANA MEXICANA CON REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES N° CAAI090208 Y TIENE LA CAPACIDAD SUFICIENTE Y NECESARIA PARA LA REALIZACION DEL TRABAJO OBJETO DEL PRESENTE CONTRATO.

II.- SU DOMICILIO SEÑALADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE SUS OBLIGACIONES Y EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS, ASI COMO PARA CUALQUIER REQUERIMIENTO QUE AL EFECTO DERIVE DE ESTE CONTRATO ES EL CITO EN FRANCISCO VILLA N°. 33, COLONIA SANTA MARIA AZTAHUACAN, MEXICO D.F.

III.- QUE POSEE LA EXPERIENCIA, CAPACIDAD, TECNICA E INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS MATERIA DEL PRESENTE CONTRATO, YA SEA DIRECTAMENTE O A TRAVES DE TERCEROS QUE ACTUEN BAJO SU RESPONSABILIDAD.

IV.- QUE ES SU VOLUNTAD LIBRE Y FUERA DE CUALQUIER PRESION EL CONTRATAR CON LA EMPRESA "REINO AVENTURA".

V.- SU REPRESENTANTE LEGAL EN ESTE ACTO ES LA LICENCIADA ELIZABETH VAZQUEZ GOMEZ, QUIEN ACREDITA SU PERSONALIDAD CON EL TESTIMONIO DE LA ESCRITURA PUBLICA N°. 54339 DE FECHA 6 DE ENERO DE 1992, OTORGADA ANTE LA FE DEL LICENCIADO DIEGO VARGAS TORRES, NOTARIO PUBLICO N°. 84, DE LA CIUDAD DE MEXICO.

LA EMPRESA DECLARA QUE:

I.- EL CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA" ES UNA SOCIEDAD CONSTITUIDA CONFORME A LAS LEYES DE LA REPUBLICA MEXICANA, SIENDO SU OBJETO SOCIAL LA DE ESPARCIMIENTO, RECREACION Y DIVERSION FAMILIAR.

II.- SU REPRESENTANTE LEGAL EN ESTE ACTO ES EL LICENCIADO GERARDO CORONA GUTIERREZ, QUIEN ACREDITA SU PERSONALIDAD CON EL TESTIMONIO DE LA ESCRITURA PUBLICA N°. 287654 DE FECHA 16 DE FEBRERO DE 1989, OTORGADA ANTE LA FE DEL LICENCIADO FAUSTO RICO DE LA TORRE, NOTARIO N°. 5 DE LA CIUDAD DE MEXICO.

III.- QUE LAS FACULTADES LEGALES CONFERIDAS A SU REPRESENTANTE NO LE HAN SIDO MODIFICADAS O RESTRINGIDAS EN FORMA ALGUNA, POR LO QUE CUENTA CON LA CAPACIDAD SUFICIENTE PARA OBLIGARSE EN TERMINOS DEL PRESENTE CONTRATO.

DE ACUERDO CON LAS ANTERIORES DECLARACIONES, LAS PARTES CONVIENEN EN CELEBRAR EL PRESENTE CONTRATO DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN LAS SIGUIENTES:

CLAUSULAS

PRIMERA. OBJETO DEL CONTRATO.- LA EMPRESA SE OBLIGA A ENTREGAR SEMANALMENTE DESPÉRDICIOS DE VASOS Y PLATOS DE 12 GR. DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE EN EL DOMICILIO DE LA PLANTA DE RECICLAJE DE LA PROFESIONISTA. Y A SU VEZ SE COMPROMETE A COMPRAR SEMANALMENTE 102,000 PIEZAS, PRODUCTO DE EL PROCEDIMIENTO DE RECICLAJE DE EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE QUE LLEVO A CABO LA PROFESIONISTA.

POR OTRA PARTE LA PROFESIONISTA SE OBLIGA A REALIZAR EL PROCEDIMIENTO DE RECICLAJE DE VASOS Y PLATOS DE 12 GR. DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE, A FIN DE OBTENER COMO RESULTADO FINAL PRODUCTO DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE NUEVAMENTE UTILIZABLE, ES DECIR, DARLES NUEVAMENTE FORMA DE VASOS Y PLATOS, A FIN DE QUE SEMANALMENTE VENDA ESTOS NUEVOS VASOS Y PLATOS A LA EMPRESA.

SEGUNDA. - MONTO DEL CONTRATO.- LA PROFESIONISTA SE OBLIGA A PAGAR LA CANTIDAD DE \$ 3,000.00 (TRES MIL PESOS 00/100 M.N.), POR CADA KILO DE VASOS Y PLATOS DE 12 GR. DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE, QUE LE SEA ENTREGADO POR LA EMPRESA.

A SU VEZ, LA EMPRESA SE COMPROMETE A PAGAR POR LAS 102,000 PIEZAS DE VASOS Y PLATOS, LA CANTIDAD DE \$ 14790,000.00 (CATORCE MILLONES SETECIENTOS NOVENTA MIL PESOS 00/100 M.N.), ES DECIR \$ 145.00 (CIENTO CUARENTA Y CINCO PESOS 00/100 M.N.) POR CADA PIEZA.

TERCERA. - PLAZO DE EJECUCION.- LA EMPRESA SE OBLIGA A ENTREGAR EL MATERIAL DE DESECHO DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE EN EL DOMICILIO DE LA PLANTA DE RECICLAJE, LOS DIAS VIERNES DE CADA SEMANA POR LA MAÑANA.

A SU VEZ LA PROFESIONISTA, SE COMPROMETA A RECICLAR EL MATERIAL DE DESECHO DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE, A FIN DE OBTENER VASOS Y PLATOS NUEVAMENTE UTILIZABLES, QUE VENDERÁ Y ENTREGARÁ SEMANALMENTE EL DÍA VIERNES SIGUIENTE AL QUE SEA ENTREGADA LA MERCANCÍA DE DESECHO, SIENDO EL PLAZO DE REALIZACIÓN DE DICHO CONTRATO DE UN AÑO, QUE INICIA PARA LA EMPRESA EL VIERNES 6 DE MARZO DE 1992 Y TERMINA EL VIERNES 5 DE MARZO DE 1993.

POR SU PARTE LA PROFESIONISTA SE OBLIGA A RECICLAR EL MATERIAL Y ENTREGAR LA MERCANCÍA NUEVA SEMANALMENTE, A PARTIR DEL VIERNES 13 DE MARZO DE 1992 TERMINANDO EL VIERNES 12 DE MARZO DE 1993.

LA VIGENCIA DEL PRESENTE CONTRATO ES DE UN AÑO, Y PUEDE SER RENOVADO POR OTRO PERÍODO, SI LAS PARTES CONVIENEN NUEVAMENTE EN EL PRECIO, GARANTÍAS, DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LAS PARTES.

CUARTA. OBLIGACIONES DE LA EMPRESA. - LA EMPRESA SE COMPROMETE A ENTREGAR EN EL DOMICILIO DE LA PLANTA, CITO EN FRANCISCO VILLA Nº. 33, COLONIA SANTA MARÍA AZTÁHUACÁN, MÉXICO D.F., LOS VIERNES POR LA MAÑANA EL MATERIAL DE DESECHO DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE.

QUINTA. OBLIGACIONES DE LA PROFESIONISTA. - LA PROFESIONISTA SE COMPROMETE A ENTREGAR LOS DÍAS VIERNES POR LA TARDE EN EL DOMICILIO DE LA EMPRESA, CITO EN EL KILOMETRO 11.5 DE LA CARRETERA AL AJUSCO, LOS VASOS Y PLATOS YA RECICLADOS.

SEXTA. GARANTÍAS. - LA EMPRESA QUEDA OBLIGADA A PRESENTAR UNA FIANZA PARA GARANTIZAR EL CUMPLIMIENTO DE LA TOTALIDAD DE LAS OBLIGACIONES A CARGO DE LA EMPRESA, ASÍ COMO CUALQUIER OTRA OBLIGACIÓN CONTRAÍDA EN VIRTUD DEL CONTRATO CELEBRADO.

EL MONTO DE ESTA FIANZA SERÁ DE \$ 40'000,000.00 (CUARENTA MILLONES DE PESOS 00/100 M.N.) Y SU VIGENCIA DEBERÁ SER DE UN AÑO A PARTIR DE LA INICIACIÓN DEL CONTRATO.

LA GARANTÍA ESTIPULADA EN ESTA CLÁUSULA DEBERÁ SER OTORGADA POR UNA INSTITUCIÓN DE FIANZAS DEBIDAMENTE AUTORIZADA Y SERÁ APLICABLE A PARTIR DEL DÍA HÁBIL SIGUIENTE EN QUE FUEREN INCUMPLIDAS CUALESQUIERA DE LAS OBLIGACIONES A CARGO DE LA EMPRESA.

SEPTIMA. RESCISIÓN DEL CONTRATO. EN CASO DE INCUMPLIMIENTO POR PARTE DE LA EMPRESA, A CUALESQUIERA DE LAS ESTIPULACIONES DEL PRESENTE CONTRATO. LA PROFESIONISTA PODRÁ OPTAR ENTRE EXIGIR EL CUMPLIMIENTO DEL MISMO, O DECLARAR SU RESCISIÓN, MISMA QUE OPERARÁ EN FORMA INMEDIATA Y SIN NECESIDAD DE DECLARACIÓN JUDICIAL QUE AUTORICE O RATIFIQUE LA RESCISIÓN DEL CONTRATO.

OCTAVA. PARA LA INTERPRETACION Y CUMPLIMIENTO DE LO ESTABLECIDO EN EL PRESENTE CONTRATO, LAS PARTES ESTARAN A LO DISPUESTO EN LAS LEYES FEDERALES Y SE SUJETARAN A LOS TRIBUNALES FEDERALES DE LA CIUDAD DE MEXICO, D.F.

LA EMPRESA

LA PROFESIONISTA

LIC. GERARDO CORONA GUTIERREZ

LIC. ELIZABETH VAZQUEZ GOMEZ

3.4.2 CONVENIO DE PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES QUE CELEBRAN POR UNA PARTE LA INGENIERO IRMA B. CARDENAS AMARO, Y POR LA OTRA LA CAFETERIA ULSA, A QUIENES EN LO SUCESIVO Y PARA EFECTOS DE ESTE INSTRUMENTO SE LES DENOMINARA COMO "LA PROFESIONISTA" Y "LA EMPRESA" RESPECTIVAMENTE AL TENOR DE LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLAUSULAS.

DECLARACIONES

LA PROFESIONISTA DECLARA QUE:

I.- ES CIUDADANA MEXICANA CON REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES N° CAAI690206 Y TIENE LA CAPACIDAD SUFICIENTE Y NECESARIA PARA LA REALIZACION DEL TRABAJO OBJETO DEL PRESENTE CONTRATO.

II.- SU DOMICILIO SEÑALADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE SUS OBLIGACIONES Y EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS, ASI COMO PARA CUALQUIER REQUERIMIENTO QUE AL EFECTO DERIVE DE ESTE CONTRATO ES EL CITO EN FRANCISCO VILLA N°. 33, COLONIA SANTA MARIA AZTAHUACAN, MEXICO D.F.

III.- QUE POSEE LA EXPERIENCIA, CAPACIDAD, TECNICA E INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS MATERIA DEL PRESENTE CONTRATO, YA SEA DIRECTAMENTE O A TRAVES DE TERCEROS QUE ACTUEN BAJO SU RESPONSABILIDAD.

IV.- QUE ES SU VOLUNTAD LIBRE Y FUERA DE CUALQUIER PRESION EL CONTRATAR CON LA CAFETERIA ULSA.

V.- SU REPRESENTANTE LEGAL EN ESTE ACTO ES LA LICENCIADA ELIZABETH VAZQUEZ GOMEZ, QUIEN ACREDITA SU PERSONALIDAD CON EL TESTIMONIO DE LA ESCRITURA PUBLICA N°. 54339 DE FECHA 6 DE ENERO DE 1992, OTORGADA ANTE LA FE DEL LICENCIADO DIEGO VARGAS TORRES, NOTARIO PUBLICO N°. 84, DE LA CIUDAD DE MEXICO.

LA EMPRESA DECLARA QUE:

I.- LA CAFETERIA ULSA ES UNA SOCIEDAD CONSTITUIDA CONFORME A LAS LEYES DE LA REPUBLICA MEXICANA, SIENDO SU OBJETO EL BRINDAR ALIMENTOS A LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE.

II.- SU REPRESENTANTE LEGAL EN ESTE ACTO ES EL LICENCIADO JORGE NAVA MARTINEZ, QUIEN ACREDITA SU PERSONALIDAD CON EL TESTIMONIO DE LA ESCRITURA PUBLICA N°. 835809 DE FECHA 30 DE MARZO DE 1986, OTORGADA ANTE LA FE DEL LICENCIADO ERNESTO GOMEZ RIVA, NOTARIO N°. 7 DE LA CIUDAD DE MEXICO.

III.- QUE LAS FACULTADES LEGALES CONFERIDAS A SU REPRESENTANTE NO LE HAN SIDO MODIFICADAS O RESTRINGIDAS EN FORMA ALGUNA, POR LO QUE CUENTA CON LA CAPACIDAD SUFICIENTE PARA OBLIGARSE EN TERMINOS DEL PRESENTE CONTRATO.

DE ACUERDO CON LAS ANTERIORES DECLARACIONES, LAS PARTES CONVIENEN EN CELEBRAR EL PRESENTE CONTRATO DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN LAS SIGUIENTES:

CLAUSULAS

PRIMERA. OBJETO DEL CONTRATO.- LA EMPRESA SE OBLIGA A ENTREGAR SEMANALMENTE DESPERDICIOS DE VASOS DE 8 GR. Y PLATOS DE 12 GR. DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE EN EL DOMICILIO DE LA PLANTA DE RECICLAJE DE LA PROFESIONISTA. Y A SU VEZ SE COMPROMETE A COMPRAR SEMANALMENTE 77,000 PIEZAS, PRODUCTO DE EL PROCEDIMIENTO DE RECICLAJE DE EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE QUE LLEVO A CABO LA PROFESIONISTA.

POR OTRA PARTE LA PROFESIONISTA SE OBLIGA A REALIZAR EL PROCEDIMIENTO DE RECICLAJE DE VASOS Y PLATOS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE, A FIN DE OBTENER COMO RESULTADO FINAL PRODUCTO DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE NUEVAMENTE UTILIZABLE, ES DECIR, DARLES NUEVAMENTE FORMA DE VASOS Y PLATOS, A FIN DE QUE SEMANALMENTE VENDA ESTOS NUEVOS VASOS Y PLATOS A LA EMPRESA.

SEGUNDA. - MONTO DEL CONTRATO.- LA PROFESIONISTA SE OBLIGA A PAGAR LA CANTIDAD DE \$ 3,000.00 (TRES MIL PESOS 00/100 M.N.), POR CADA KILO DE VASOS Y PLATOS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE, QUE LE SEA ENTREGADO POR LA EMPRESA.

A SU VEZ, LA EMPRESA SE COMPROMETE A PAGAR POR LAS 102,000 PIEZAS DE VASOS DE 8 GR. LA CANTIDAD DE \$ 4'350,000.00 (CUATRO MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA MIL PESOS 00/100 M.N.) Y PLATOS DE 12 GR. LA CANTIDAD DE \$ 6'345,000.00 (SEIS MILLONES TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL PESOS 00/100 M.N.), ES DECIR \$ 135.00 (CIENTO TREINTA Y CINCO PESOS 00/100 M.N.) POR CADA VASO Y \$ 145.00 (CIENTO CUARENTA Y CINCO PESOS 00/100 M.N.) POR CADA PLATO.

TERCERA. - PLAZO DE EJECUCION.- LA EMPRESA SE OBLIGA A ENTREGAR EL MATERIAL DE DESECHO DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE EN EL DOMICILIO DE LA PLANTA DE RECICLAJE, LOS DIAS VIERNES DE CADA SEMANA POR LA MAÑANA.

A SU VEZ LA PROFESIONISTA, SE COMPROMETA A RECICLAR EL MATERIAL DE DESECHO DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE, A FIN DE OBTENER VASOS Y PLATOS NUEVAMENTE UTILIZABLES, QUE VENDERA Y ENTREGARA SEMANALMENTE EL DIA VIERNES SIGUIENTE AL QUE SEA ENTREGADA LA MERCANCIA DE DESECHO, SIENDO EL PLAZO DE REALIZACION DE DICHO CONTRATO DE UN AÑO, QUE INICIA PARA LA EMPRESA EL VIERNES 6 DE MARZO DE 1992 Y TERMINA EL VIERNES 5 DE MARZO DE 1993.

POR SU PARTE LA PROFESIONISTA SE OBLIGA A RECICLAR EL MATERIAL Y ENTREGAR LA MERCANCIA NUEVA SEMANALMÉTETE, A PARTIR DEL VIERNES 13 DE MARZO DE 1992 TERMINANDO EL VIERNES 12 DE MARZO DE 1993.

LA VIGENCIA DEL PRESENTE CONTRATO ES DE UN AÑO, Y PUEDE SER RENOVADO POR OTRO PERIODO, SI LAS PARTES CONVIENEN NUEVAMENTE EN EL PRECIO, GARANTIAS, DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LAS PARTES.

CUARTA. OBLIGACIONES DE LA EMPRESA- LA EMPRESA SE COMPROMETE A ENTREGAR EN EL DOMICILIO DE LA PLANTA, CITO EN FRANCISCO VILLA N°. 33, COLONIA SANTA MARIA AZTAMUACAN, MEXICO D.F., LOS VIERNES POR LA MAÑANA EL MATERIAL DE DESECHO DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE.

QUINTA. OBLIGACIONES DE LA PROFESIONISTA- LA PROFESIONISTA SE COMPROMETE A ENTREGAR LOS DIAS VIERNES POR LA TARDE EN EL DOMICILIO DE LA EMPRESA, CITO EN LA CALLE DE BENJAMIN FRANKLIN #47, LOS VASOS Y PLATOS YA RECICLADOS.

SEXTA. GARANTIAS- LA EMPRESA QUEDA OBLIGADA A PRESENTAR UNA FIANZA PARA GARANTIZAR EL CUMPLIMIENTO DE LA TOTALIDAD DE LAS OBLIGACIONES A CARGO DE LA EMPRESA, ASI COMO CUALQUIER OTRA OBLIGACION CONTRAIDA EN VIRTUD DEL CONTRATO CELEBRADO.

EL MONTO DE ESTA FIANZA SERA DE \$ 40'000.000.00 (CUARENTA MILLONES DE PESOS 00/100 M.N.) Y SU VIGENCIA DEBERA SER DE UN AÑO A PARTIR DE LA INICIACION DEL CONTRATO.

LA GARANTIA ESTIPULADA EN ESTA CLAUSULA DEBERA SER OTORGADA POR UNA INSTITUCION DE FIANZAS DEBIDAMENTE AUTORIZADA Y SERA APLICABLE A PARTIR DEL DIA HABIL SIGUIENTE EN QUE FUEREN INCUMPLIDAS CUALESQUIERA DE LAS OBLIGACIONES A CARGO DE LA EMPRESA.

SEPTIMA. RESCISION DEL CONTRATO. EN CASO DE INCUMPLIMIENTO POR PARTE DE LA EMPRESA, A CUALESQUIERA DE LAS ESTIPULACIONES DEL PRESENTE CONTRATO. LA PROFESIONISTA PODRA OPTAR ENTRE EXIGIR EL CUMPLIMIENTO DEL MISMO, O DECLARAR SU RESCION, MISMA QUE OPERARA EN FORMA INMEDIATA Y SIN NECESIDAD DE DECLARACION JUDICIAL QUE AUTORICE O RATIFIQUE LA RESCION DEL CONTRATO.

OCTAVA. PARA LA INTERPRETACION Y CUMPLIMIENTO DE LO ESTABLECIDO EN EL PRESENTE CONTRATO, LAS PARTES ESTARAN A LO DISPUESTO EN LAS LEYES FEDERALES Y SE SUJETARAN A LOS TRIBUNALES FEDERALES DE LA CIUDAD DE MEXICO, D.F.

LA EMPRESA

LA PROFESIONISTA

LIC. JORGE NAVA MARTINEZ

LIC. ELIZABETH VAZQUEZ GOMEZ

3.5 PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES PARA EL MATERIAL.

EL MATERIAL RECICLADO PUEDE TENER MÚLTIPLES USOS. ENTRE ELLOS ESTA EL DE EMPAQUE PROTECTOR YA SEA INCLUYENDO CONSTRUCCION, Y EL MATERIAL PARA COMIDA COMO SON VASOS Y PLATOS.

CADA DIVISION CUENTA CON CIERTAS ESPECIFICACIONES. EN ESTA SECCION SE HACE LA PROPUESTA PARA TALES ESPECIFICACIONES SEGUN EL USO QUE SE LE VAYA A DAR AL MATERIAL.

3.5.1 ESPUMA DE POLIESTIRENO PARA USO DE EMPAQUE PROTECTOR:

DESCRIPCION DEL MATERIAL:

EN LAS HOJAS MOLDEADAS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE NO EXISTE NINGUN OTRO TIPO DE MATERIAL, POR LO TANTO SON 100% DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE.

REQUERIMIENTOS:

- EL PRINCIPAL PROPOSITO DE ESTE MATERIAL ES QUE DEBE SER SEGURO PARA EL EMPAQUE, POR LO TANTO DEBE TENER CIERTA RESISTENCIA, Y DEBE SER ESTABLE.
- EL CONTENIDO EN EL EMPAQUE DEBE PERMANECER INTACTO HASTA LLEGAR A SU DESTINO.
- LA IMPRESION DIRECTA EN LA ESPUMA ES ACEPTABLE, PERO CUALQUIER PAPEL, OTRO PLASTICO O METAL PUEDE SER CAUSA DE RECHAZO.
- EL MATERIAL DEBE ESTAR LIBRE DE PAPEL O PELICULAS DE PLASTICO.
- EL MATERIAL DEBE ESTAR LIBRE DE TODA CONTAMINACION ORGANICA O INORGANICA, POR EJEMPLO, DESPERDICIO DE COMIDA, AGUA, PAPEL METAL O VIDRIO.
- EL MATERIAL DEBE SER 100% ESPUMA DE POLIESTIRENO, CUALQUIER CONTAMINACION DE POLIURETANO, POLIETILENO Y OTRAS ESPUMAS SON CAUSA DE RECHAZO.
- EL MATERIAL DEBE TENER RESISTENCIA A CIERTA TEMPERATURA. DEBE PROTEGER DE NIEVE, HIELO Y AGUA.
- EL MATERIAL DEBE TENER SUFICIENTE IDENTIFICACION, QUE PUEDEN SER COLOCADAS EN LA ESPUMA. SE PUEDEN UTILIZAR CODIGOS.

3.5.2 ESPUMA DE POLIESTIRENO PARA SERVICIO DE COMIDA:

DESCRIPCION:

EL MATERIAL SERIA 100% ESPUMA DE POLIESTIRENO.

EL MATERIAL DE SERVICIO DE COMIDA INCLUYE: VASOS, PLATOS, CARTON DE HUEVOS, CONTENEDORES, ETC.

REQUERIMIENTOS:

EL MATERIAL EN GENERAL:

- DEBE ESTAR COMPLETAMENTE LIBRE DE CUALQUIER CONTAMINACION ORGANICA O INORGANICA.
- DEBE TENER BAJA DENSIDAD.
- NO DEBE SUDAR. NO DEBE SER PERMEABLE.
- TENER BUENAS PROPIEDADES A ALTAS Y BAJAS TEMPERATURAS.
- NO DEBE SER TOXICO.
- DEBE SER CERRADO EN SU ESTRUCTURA.
- EL MATERIAL MEDICO SERA RECHAZADO POR CUESTIONES DE HIGIENE.

3.5.3 PRUEBAS DE CARACTERIZACION

A) RESISTENCIA AL IMPACTO.

PARA ESTA PRUEBA EN EL MATERIAL DE SERVICIO DE COMIDA SE PUEDEN HACER COLUMNAS DE 20 VASOS Y SE DEJAN CAER CUERPOS DE CIERTO PESO PARA OBSERVAR LA RESISTENCIA A LOS GOLPES. PARA EL MATERIAL DE EMPAQUE SE REALIZA LO MISMO CON COLUMNAS DE LAMINAS.

B) RESISTENCIA A LA TEMPERATURA.

SE PUEDE PONER LIQUIDO EN UN 10% DE LA PRODUCCION Y HACER LAS PRUEBAS EN EL CONGELADOR Y AL SOL, OBSERVANDO EL TIEMPO DE DEGRADACION Y SU RESISTENCIA. LA TEMPERATURA MAX. A MANEJAR ES DE 60°C , LA TEMPERATURA MIN. ES DE -20°C Y EL TIEMPO DE RESISTENCIA EN EL AGUA ES DE 24 HRS. ESTA MISMA PRUEBA SERVIRIA PARA VERIFICAR SU RESISTENCIA AL AGUA, OBSERVANDO QUE NO SUDE. EL MATERIAL NO DEBE PRESENTAR NINGUN TIPO DE PERMEABILIDAD.

C) BAJA DENSIDAD.

LA PRUEBA MAS FACIL ES HACIENDO QUE EL MATERIAL FLOTE EN EL AGUA. ESTO INDICARIA QUE SU DENSIDAD ES DE 1 O MENOR. LA DENSIDAD ES CARACTERISTICA DEL UNICEL YA QUE NO ES PESADO.

DE ACUERDO CON LA SECCION 3.3 DONDE SE EXPONE EL PROCESO PROPUESTO, Y DE ACUERDO CON LA SECCION 3.4 DONDE SE EXPONEN LOS CONVENIOS CON LA CAFETERIA ULSA Y EL CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA", EL USO PRINCIPAL DE EL PRODUCTO TERMINADO SERIAN REALIZAR VASOS Y PLATOS.

EL PRODUCTO TERMINADO, TAMBIEN SE PODRIA UTILIZAR PARA:

- CONSTRUCCION

+ PARA CONSTRUIR CASA MAS LIGERAS Y BARATAS

+ COMO AISLANTE DE RUIDO Y TEMPERATURA

- SEÑALES DE TRAFICO

+ EN CARRETERAS

+ COMO ANUNCIOS

- CARTONES DE HUEVO

- JUGUETES

+ COMO RELLENO

- EQUIPO DE RECREO

- ADORNOS

+ DOMESTICOS

+ NAVIDEÑOS

- EMPAQUE DE ELECTRODOMESTICOS

3.7 VOLUMEN DE LA PLANTA

PARA QUE UNA PLANTA PUEDA ARRANCAR SE NECESITAN POR LO MENOS DOS TONELADAS SEMANALES DE MATERIA PRIMA. TENIENDO EN CUENTA QUE EL CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA" Y LA CAFETERIA DE LA "UNIVERSIDAD LA SALLE" VENDERIAN TODO SU DESECHO DE UNICEL, SE PUEDE CONSIDERAR QUE SON ENTRADAS DE MATERIA PRIMA FIJA.

EN EL CAPITULO IV SE DAN A CONOCER LOS VOLUMENES ESPECIFICOS POR SEMANA, TOMANDO EN CUENTA TODAS LAS CANTIDADES DISPONIBLES DE MATERIA PRIMA.

CAPITULO IV

ESTUDIO DE MERCADO

CAPITULO IV

4.- ESTUDIO DE MERCADO

4.1 MATERIA PRIMA DISPONIBLE

4.1.1 REINO AVENTURA:

EL CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA" OPERA 6 DIAS A LA SEMANA, TENIENDO MAS CONSUMO LOS FINES DE SEMANA Y UN DIA DOBLE; LOS DEMAS DIAS SE PUEDEN CONSIDERAR COMO DIAS NORMALES, DONDE EL CONSUMO ES UN POCO MAS BAJO.

TOMANDO COMO REFERENCIA LOS DATOS OBTENIDOS DEL LUGAR, SE TIENE LO SIGUIENTE:

3 DIAS NORMALES (MARTES, JUEVES Y VIERNES)

1 DIA DOBLE (MIERCOLES 2 X 1)

2 DIAS DE FIN DE SEMANA (SABADO Y DOMINGO)

- 3 DIAS NORMALES:

CONSUMO DIARIO

- 8,000 VASOS/DIA

- 5,000 PLATOS/DIA

$8,000 \times 3 = 24,000$ VASOS/SEMANA

$5,000 \times 3 = 15,000$ PLATOS/SEMANA

- 1 DIA DOBLE:

CONSUMO DIARIO

- 10,000 VASOS/DIA

- 8,000 PLATOS/DIA

- 2 DIAS FIN DE SEMANA:

CONSUMO DIARIO

- 15,000 VASOS/DIA

- 10,000 PLATOS/DIA

$15,000 \times 2 = 30,000$ VASOS/SEMANA

$10,000 \times 2 = 20,000$ PLATOS/SEMANA

POR CONSIGUIENTE LAS PIEZAS POR SEMANA SON:

VASOS = 59,000 PIEZAS

PLATOS = 43,000 PIEZAS

TOMANDO EN CUENTA EL PESO DE CADA PIEZA:

1 VASO = 12 gr. 1 PLATO = 12 gr.

PESO VASOS = 12 X 59,000 = 708,000 gr. (708 kg.)

PESO PLATOS = 12 X 43,000 = 516,000 gr. (516 kg.)

PESO TOTAL = 708 + 516 = 1,224 kg./SEMANA

4.1.2 CAFETERIA ULSA:

LA CAFETERIA ULSA OPERA 5 DIAS A LA SEMANA, DONDE EL CONSUMO ES NORMAL.

CONSUMO DIARIO

5,000 VASOS/DIA

3,000 PLATOS/DIA

5,000 X 5 = 25,000 VASOS/SEMANA

3,000 X 5 = 15,000 PLATOS/SEMANA

EL PESO DE CADA PIEZA:

1 VASO = 8 gr. 1 PLATO = 12 gr.

PESO VASOS = 25,000 X 8gr. = 200,000 gr. (200 kg)

PESO PLATOS = 15,000 X 12 gr. = 180,000 gr. (180 kg)

PESO TOTAL = 200 + 180 = 380 kg./ SEMANA

4.1.3 EMPAQUE:

SEGUN LOS DATOS OBTENIDOS EL CONSUMO MINIMO DIARIO DE EMPAQUE DE ELECTRODOMESTICOS ES DE 15 kg./DIA.

105 kg./ SEMANA

4.1.4 CONSUMO DEL HOGAR:

ESTE CONSUMO ES MUY DIFICIL DE DETERMINAR. SE HICIERON AVERIGUACIONES DE ZONAS DE CLASE MEDIA ALTA, DONDE SE PUDIERA TENER UN MAYOR CONSUMO DE CARNE EMPACADA EN UNICEL.

EN UNA ZONA DE 2,500 CASAS DONDE EL PROMEDIO DE CARNES Y VEGETALES EN CHAROLAS ES DE 22 CHAROLAS POR CASA A LA SEMANA, CON UN PROMEDIO DE FAMILIA DE 4 PERSONAS POR CASA:

22 CHAROLAS X 2,500 CASAS = 55,000 CHAROLAS/SEMANA

PESO POR CHAROLA = 12 gr.

55,000 CH. X 12 gr. = 660,000 gr. (660 kg.)

PESO TOTAL = 660 kg./SEMANA.

EN CONCLUSION LA CANTIDAD TOTAL QUE TENEMOS POR SEMANA:

REINO AVENTURA	1,224 KG.
CAFETERIA ULSA	380 KG.
CONSUMO DEL HOGAR	660 KG.
EMPAQUE	105 KG.

TOTAL	2,369 KG.

LA CANTIDAD TOTAL PARA RECICLAR SEMANALMENTE ES DE 2.61 TON./ SEMANA

4.2 ESTUDIO DE MERCADO

4.2.1 ESTIMACION DE LA DEMANDA

LA ESTIMACION DE LA DEMANDA SE BASA EN EL ESTUDIO QUE SE REALIZO EN EL CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA", CAFETERIA ULSA Y EN EL SUPERMERCADO "AURRERA".

LA DEMANDA RESULTA DE 234,000 PIEZAS/SEMANA DIVIDIDAS DE LA SIGUIENTE MANERA:

CENTRO DE DIVERSIONES "REINO AVENTURA"		102,000
CAFETERIA ULSA	VASOS	47,500
	PLATOS	30,000
SUPERMERCADO "AURRERA"		55,000

4.2.2 ESTIMACION DE LA OFERTA

LA MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACION DE LOS VASOS Y PLATOS SERA OBTENIDA DE LOS DESECHOS DE PS EXPANSIBLE DE LOS LUGARES ANTES MENCIONADOS.

PARA LA OBTENCION DE MATERIA PRIMA, SE TOMO EN CUENTA EL PRECIO DEL PS. EXPANSIBLE VIRGEN. EL CONVENIO REALIZADO ENTRE EL CENTRO DE DIVERSIONES Y LA CAFETERIA INCLUYE LA COMPRA DE DESECHOS A UN PRECIO MUCHO MAS BARATO QUE EL PS EXP. VIRGEN

PS EXP. VIRGEN	\$ 6,500/Kg + IVA
DESECHOS	\$ 3,000/KG.

LA EVOLUCION DEL PRECIO DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE DURANTE LOS ULTIMOS SIETE AÑOS FUE LA SIGUIENTE:

AÑO	\$/Kg
1986	930.00
1987	4,150.00
1988	4,870.00
1989	5,250.00
1990	5,150.00
1991	5,780.00
* 1992	6,000.00

* PRECIO A DICIEMBRE DE 1992

4.2.3 MACROLOCALIZACION DE LA INDUSTRIA :

DE ACUERDO AL SUMINISTRO DE MATERIA PRIMA Y A LA ESTIMACION DE LA DEMANDA, SE SELECCIONO COMPRAR UN TERRENO DENTRO DEL AREA METROPOLITANA. EL MAPA SE MUESTRA EN LA FIGURA 19.

4.2.4 MICROLOCALIZACION DE LA PLANTA:

SE COMPRARA UN TERRENO DE 3,400 M2 EN LA ZONA INDUSTRIAL DE IZTAPALAPA. LA DELEGACION IZTAPALAPA CUENTA CON ZONA INDUSTRIAL CONTAMINANTE Y NO CONTAMINANTE. LA PLANTA ENTRA EN LA CATEGORIA DE LA NO CONTAMINANTE. EL PLANO DE LA UBICACION SE ENCUENTRA EN LA FIGURA 20, 21 Y 22. EL TERRENO SE LOCALIZA EN LA COLONIA STA. MARIA AZTAHUACAN.

4.2.5 COMERCIALIZACION

LA DISTRIBUCION DEL PRODUCTO SE LLEVARA A CABO DIRECTAMENTE DE LA FABRICA AL MERCADO.

4.2.6 ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA

1 TERRENO DE 3,400 M2 \$ 75,000/M2 \$ 255'000,000

- EQUIPO MAYOR
MAQUINA

PRECIO

1 TRITURADORA	25'000,000
1 CRIBA	30'000,000
1 PRENSA	25'000,000
1 BOMBA	220,000
1 CALDERA	50'000,000

SUBTOTAL	130'220,000



FIGURA 19
MACROLOCALIZACION DE LA PLANTA

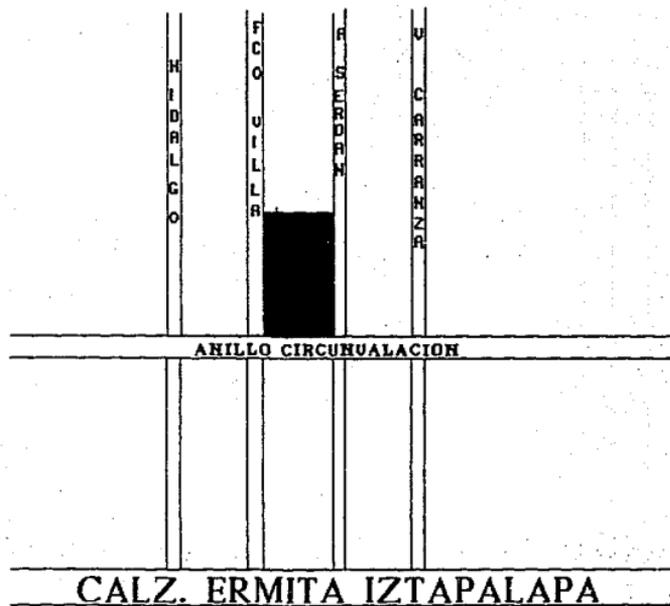


FIGURA 20
MICROLOCALIZACION DE LA PLANTA

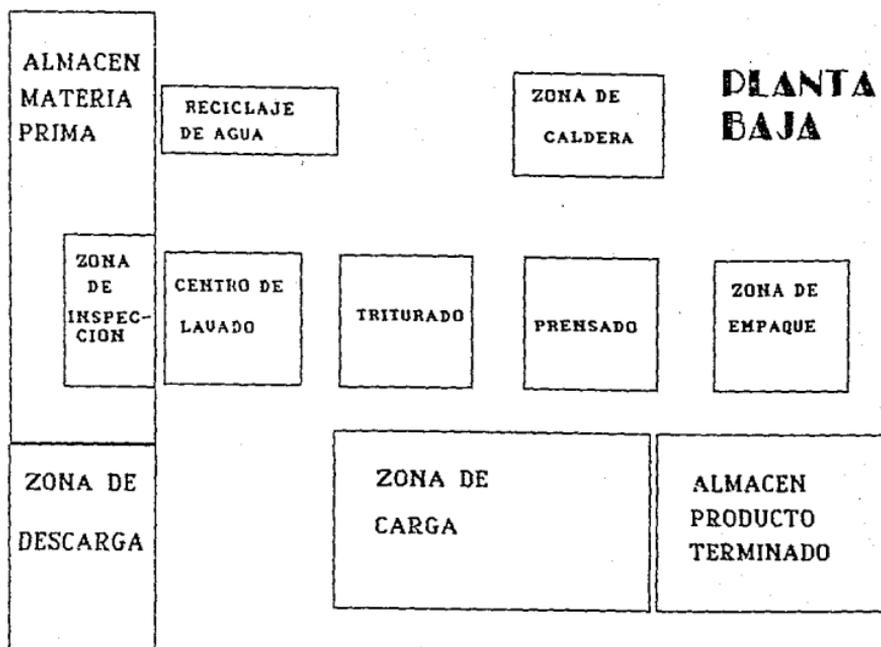


FIGURA 21
DISTRIBUCION DENTRO DE LA PLANTA

PLANTA ALTA

GERENCIA	DPTO. DE CONTABILIDAD	DPTO. DE COMPRAS	DPTO. DE VENTAS
----------	--------------------------	---------------------	--------------------

FIGURA 22

DISTRIBUCION DPTO. ADMINISTRATIVO

- EQUIPO MENOR Y HERRAMIENTA

EQUIPO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
3 SILOS DE ACERO AL CARBON	15'000,000	45'000,000
1 TOLVA DE ACERO AL CARBON		3'000,000
3 MOLDES	12'000,000	36'000,000
1 TANQUE DE ACERO AL CARBON		1'700,000
4 MANOMETROS	400,000	1'600,000
2 MEDIDORES DE TEMPERATURA	60,000	120,000
3 CODOS DE 90°	30,000	90,000
1 FILTRO PARA AGUA		1'683,000
1 TRAMPA DE VAPOR		150,000
1 VALVULA DE NO RETORNO		175,000
10 MTS. TUBERIA PEHD (2")	13,440	134,400
15 MTS. TUBERIA PEHD (1 1/2")	8,560	128,400

	SUBTOTAL	89'850,800

- EQUIPO DE OFICINA Y MOBILIARIO

EQUIPO	PRECIO UNITARIO	PRECIO
1 LINEA DE TELEFONO		6'000,000
3 ESCRITORIOS	3'000,000	9'000,000
9 SILLAS	1'200,000	10'800,000
1 SUMADORA		800,000
1 COMPUTADORA		7'000,000
INCLUYENDO		
- MONITOR COLOR		
- IMPRESORA COLOR		
- 2 DRIVES		
- REGULADOR		
- MOUSE		
1 ARCHIVERO		2'000,000

	SUBTOTAL	35'600,000

- TRANSPORTE

1 CAMIONETA COMBI		70'000,000
- EQUIPO DE SEGURIDAD CONTEMPLANDO UN APROXIMADO		20'000,000
- EQUIPO DE CONTROL		30'000,000
- CONSTRUCCION CONTEMPLANDO UN APROX.		150'000,000

	SUBTOTAL	270'000,000

NOTA: LOS COSTOS FUERON OBTENIDOS A PARTIR DE COTIZACIONES REALIZADAS EN VARIAS EMPRESAS ESPECIALIZADAS EN LOS EQUIPOS MENCIONADOS EN CADA PRODUCTO. LOS COSTOS ESTAN VIGENTES HASTA DICIEMBRE DE 1992.

4.2.7 ASIGNACION DEL PRECIO DEL PRODUCTO

LA PLANTA PRODUCIRA VASOS DE 8 Y 12 gr. Y CHAROLAS DE 12 gr. PARA ESTO SE CUENTA CON LOS PRECIOS DE CIERTOS PRODUCTORES DE VASOS Y PLATOS

EMPRESA	\$ VASOS		\$ PLATOS
	8 gr.	12 gr.	
THERMOENVASES S.A. IXTAPALAPA, D.F.	142	150	154
ENVASES PRIMO CUEVAS,S.A. XALOSTOC, EDO. DE MEXICO	141	154	152
PRODUCTOS PACKSA CIVAC, MORELOS	143	172	155
ENVASES TERMICOS DE MORELOS MORELIA, MICHOACAN	145	176	160
ENVASES HIGIENICOS MORELIA, MICHOACAN	145	176	160
CONVERMEX, S.A. PUEBLA, PUE.; MONTERREY, NVO. LEON; GUADALAJARA, JAL.	142	157	160
VETSA MONTERREY, NVO. LEON	150	160	170
ENVASES TERMICOS NVO. LAREDO TAMAULIPAS	148	157	165

PARA LA ASIGNACION DEL PRECIO SE INTENTO RELACIONAR EL ANALISIS DE LA DEMANDA POR PRODUCTO Y EL PRECIO AL QUE SE VENDEN LOS VASOS Y LOS PLATOS.

DE ACUERDO A ESTO, SE ESTIMO EL PRECIO DE LOS PRODUCTOS COMO SIGUE:

- VASOS

8 gr. \$ 135.00

12 gr. \$ 145.00

- PLATOS

12 gr. \$ 145.00

4.2.8 COSTOS DE PRODUCCION

1.- MATERIA PRIMA:

PRECIO A PAGAR EL UNICEL PARA RECICLAR \$ 3,000.00/KG.

SURTIDOR	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
REINO AVENTURA	1,224 KG.	\$ 3'672,000
CAFETERIA ULSA	380 KG.	\$ 1'140,000
EMPAQUE	105 KG.	\$ 315,000
CONSUMO DEL HOGAR	300 KG.	\$ 900,000
	TOTAL	\$ 6'027,000/ SEMANA

TOTAL POR MES \$ 24'108,000.00

EL CONSUMO DEL HOGAR SERA RECOLECTADO POR PEPENADORES, PAGAN-
DOLES EL MISMO PRECIO O POR MEDIO DE SEPARACION DE LA BASURA.

2.- SERVICIOS:

ELECTRICIDAD:

MOTOR

KW

MOTOR DE TRITURADORA	4
MOTOR DE CRIBA	3
MOTOR DE PRENSA	4.5
MOTOR DE BOMBA	1.5
MOTOR DE BANDA	1
SERVICIO DE ALUMBRADO (10 W/M2 X 3,400 M2)	3.4
IMPREVISTOS	20

TOTAL	37.4
-------	------

CARGA TOTAL INSTALADA 100 KW.

CONSUMO MENSUAL PROMEDIO:

40 KW X 16 HR/DIA X 330 DIAS/AÑO X 1 AÑO/12 MESES = 17,600 KW-HR

MES

COSTO MENSUAL

\$ 202.00/KW-HR X 17,600 KW-HR/MES = \$ 3'555,200.00

AGUA:

SE REQUIEREN 300 LTS/HR

300 LTS/HR * 16 HRS/DIA * 27 DIAS/MES * \$1,500 /M3 * 1E-3 M3

= \$ 194,400/MES

3.- MANO DE OBRA:

SE CONSIDERO:	SALARIO
- UN OPERADOR PARA LA TRITURADORA	\$ 1'000,000
- UN OPERADOR PARA LA PRENSA	\$ 1'000,000
- TRES PERSONAS PARA INSPECCIONAR LA MATERIA PRIMA	3 * \$ 800,000
- DOS EMPAQUETADORES	2 * \$ 800,000

TOTAL	\$ 4'000,000

CONSIDERANDO DOS TURNOS EL TOTAL = \$ 8,000,000.00 POR MES

4.- COSTO POR MANTENIMIENTO:

- DOS PERSONAS PARA LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO/TURNO 2 * \$ 800,000

\$ 1'600,000 * 2 TURNOS = \$ 3'200,000 / MES

- IMPLEMENTOS \$ 250,000

TOTAL POR MES \$ 3'450,000.00

COSTO TOTAL DE PRODUCCION/ MES

MATERIA PRIMA	\$ 24'108,000
SERVICIOS	\$ 3'749,600
MANO DE OBRA	\$ 8'000,000
MANTENIMIENTO	\$ 3'450,000

TOTAL	\$ 39'307,600/MES

4.2.9 GASTOS ADMINISTRATIVOS:

CONCEPTO	SUELDO/MES
1 CONTADOR	\$ 2'500,000
1 SECRETARIA	\$ 2'000,000
1 COMPRAS	\$ 2'500,000
1 VENTAS	\$ 2'500,000

TOTAL	\$ 9'500,000/MES

4.2.10 COSTO DE INSTALACION DE EQUIPOS:

SE CONSIDERA 20% DEL COSTO DE LOS EQUIPOS. INCLUYE MONTAJE, PUESTAS EN MARCHA, INSTRUCCION DEL PERSONAL Y SUPERVISION DE LA PLANTA DURANTE EL PERIODO DE NORMALIZACION DE LAS OPERACIONES PRODUCTIVAS.

EL COSTO DE EL EQUIPO ES DE \$ 220'070,800

EL 20% \$ 44'014,160

4.2.11 PRESUPUESTO DE LA INVERSION FIJA:

CONCEPTO	TOTAL
TERRENO	\$ 255'000,000
EQUIPO Y MAQUINARIA DE FABRICACION	\$ 130'220,000
EQUIPO MENOR, ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS	\$ 90'000,000
TRANSPORTE	\$ 70'000,000
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	\$ 35'600,000
GASTOS DE CONSTRUCCION	\$ 150'000,000
GASTOS DE SEGURIDAD	\$ 20'000,000
GASTOS DE CONTROL	\$ 30'000,000
INSTALACION DEL EQUIPO	\$ 45'000,000

TOTAL	\$ 825'670,800

4.2.12 DEPRECIACION A 5 AÑOS:

COSTO DE INVERSION FIJA = \$ 826'

VALOR DE SALVAMENTO = \$ 400'

 $D_k = (I.F. - V.S.) / \# \text{ AÑOS}$

AÑO	DEP. ANUAL	DEP. ACUMULADA	VALOR EN LIBROS
0	--	--	826'
1	85.2'	85.2'	740.8'
2	85.2'	170.4'	655.6'
3	85.2'	255.6'	570.4'
4	85.2'	340.8'	485.2'
5	85.2'	426'	400'

4.2.13 INGRESOS FIJOS:

DE ACUERDO AL ESTUDIO DE DEMANDA SE LOGRO SABER EL CONSUMO DE 938.000 PIEZAS AL MES.

REINO AVENTURA		408,000 PIEZAS DE 12 GR.
CAFETERIA ULSA	VASOS PLATOS	190,000 PIEZAS DE 8 GR. 120,000 PIEZAS DE 12 GR.
SUPERMERCADO AURRERA	PLATOS	220,000 PIEZAS DE 12 GR.

DANDO UN TOTAL DE :

- 748,000 PIEZAS DE 12 GR.

- 190,000 PIEZAS DE 8 GR.

EL PRECIO DE LAS PIEZAS RECICLADAS ES DE:

- 748,000 * \$ 145.00 = \$ 108'460,000

- 190,000 * \$ 135.00 = \$ 25'650,000

TOTAL -----
\$ 134'110,000 POR MES

(+)	INGRESOS	\$ 134'110,000
(-)	MATERIA PRIMA	\$ 24'108,000
(-)	SERVICIOS	\$ 3'749,600
(-)	MANTENIMIENTO	\$ 3'450,000
(-)	MANO DE OBRA	\$ 8'000,000
(-)	GASTOS ADMON.	\$ 9'500,000

TOTAL -----
\$ 85'302,400/MES

4.2.14 FLUJO NETO DE EFECTIVO:

INGRESOS ANUALES \$ 85'302,400 * 12 = 1,023'628,800

COSTOS FIJOS: \$ 826'000,000

COSTOS DE PRODUCCION: \$ 9'307,600 * 12 = \$ 471'691,200

VALOR DE SALVAMENTO: \$ 400'000,000

PORCENTAJE DE INTERES: 30%

AÑO	1	2	3	4	5
0	-826'	-	-	-	-826'
1	552'	85.2'	466.8'	326.8'	412'
2	552'	85.2'	466.8'	326.8'	412'
3	552'	85.2'	466.8'	326.8'	412'
4	552'	85.2'	466.8'	326.8'	412'
5	552'	85.2'	466.8'	326.8'	812'

				TOTAL	\$ 1,634'

1.- UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS

2.- CARGO POR DEPRECIACION ANUAL

3.- UTILIDAD GRAVABLE

4.- UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS

5.- FLUJO NETO DE EFECTIVO POR LINEA RECTA

4.2.15 VALOR PRESENTE:

COSTO DE CAPITAL: 30%

P = F.N.E. (1 + %)^-N

AÑO	F.N.E.	P
0	-826'	-826'
1	412'	317'
2	412'	244'
3	412'	187.5'
4	412'	144'
5	812'	219'

	TOTAL	\$ 285.5'

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO V

65

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

EL RECICLADO ES UNA FORMA DE RECUPERACION DE LOS PLASTICOS. HAY MUCHAS EMPRESAS EN ESTADOS UNIDOS QUE PRACTICAN EL RECICLADO DEL PLASTICO.

EL POLIESTIRENO PUEDE SER UNA CONTRIBUCION PARA UNA MEJOR CALIDAD DE VIDA POR MEDIO DE UNA PRESERVACION DE LA SALUD Y CONVIVENCIA.

EN UN PRINCIPIO, NO SE CREYO QUE SE PUDIERA RECICLAR EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE. SE HA DESARROLLADO UN METODO PARA SU RECICLAJE, Y SE HA DEMOSTRADO QUE EXISTEN PRODUCTOS QUE PUEDEN SER HECHOS CON PELLETS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE RECICLADO. SON PRODUCTOS DE LARGA VIDA, COMO AISLAMIENTO PARA CONSTRUCCION O SEÑALES DE TRAFICO.

TODAVIA NO SE IMPLEMENTA EL PROCESO PARA RECICLAR EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE EN MUCHAS PARTES. SE CALCULA QUE PARA 1995, LA CANTIDAD DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE PARA RECICLAR ES DE 250 MILLONES DE LIBRAS ANUALMENTE, QUE ES UN EQUIVALENTE A UN 25% DE TODO EL POLIESTIRENO UTILIZADO PARA SERVICIO DE COMIDA Y EMPAQUE.

ALGUNOS DE LOS BENEFICIOS QUE PROPORCIONA EL POLIESTIRENO RECICLADO SON LOS SIGUIENTES:

- EN RESTAURANTES: LAS PERSONAS PREFIEREN PRODUCTOS DE POLIESTIRENO YA QUE SON FUERTES Y FACILMENTE TRANSPORTABLES. ESTOS MANTIENEN SU FUERZA Y SU FORMA DESPUES DE MUCHAS EXPUESTAS A COMIDAS Y BEBIDAS.

- EN SUPERMERCADOS: LAS CHAROLAS PARA CARNES Y VERDURAS SON RESISTENTES A LA ABSORCIÓN DE LIQUIDOS Y TIENEN UN MENOR COSTO.

- CARTONES PARA HUEVO: OFRECEN A LOS HUEVOS MAYOR PROTECCION.

- CONTENEDORES PARA YOGURT, CREMA Y QUESO COTTAGE: ES MAS FACIL LA CONSERVACION DE ESTOS PRODUCTOS, YA QUE CONSERVAN MUY BIEN LA TEMPERATURA.

POR CONSIGUIENTE, SE PUEDE DECIR QUE EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE ES 100% UTILIZABLE DESPUES DE HABER SIDO RECICLADO. EL PRECIO DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE RECICLADO ES DE UNA A DOS VECES MAS BARATO QUE EL POLIESTIRENO VIRGEN. POR ESTO, ES EL CAMINO MAS BARATO PARA PRESENTAR COMIDAS Y BEBIDAS.

EN LA TESIS SE MUESTRA UN PROCESO PROPUESTO PARA SER IMPLANTADO EN MEXICO. LA MAQUINARIA ES MEXICANA CON EXCEPCION DE LA PRENSA, QUE ES UN EQUIPO ALEMAN.

EN LA TESIS SE MUESTRA UN PROCESO PROPUESTO PARA SER IMPLANTADO EN MEXICO. LA MAQUINARIA ES MEXICANA CON EXCEPCION DE LA PRENSA, QUE ES UN EQUIPO ALEMAN.

CON LA TESIS SE PUEDE OBSERVAR QUE SI HAY SUFICIENTE MATERIA PRIMA PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RECICLAJE EN MEXICO. TAMBIEN SE PUEDE DECIR QUE SI ES FACTIBLE TECNOLOGICAMENTE, YA QUE LA MAQUINARIA NECESARIA SI EXISTE Y SE PUEDE CONSEGUIR.

POR OTRO LADO, SE PUEDE COMPROBAR QUE EL PROCESO ES FACTIBLE ECONOMICAMENTE, YA QUE SE PUEDE VER QUE EL VALOR PRESENTE Y EL FLUJO NETO DE EFECTIVO RESULTAN POSITIVOS. IMPLANTAR UNA PLANTA DE RECICLAJE, TRAERIA MUCHOS BENEFICIOS, YA QUE CONTRIBUIRIA A TENER MENOS DESECHOS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE.

SE HA CONSIDERADO LA POSIBILIDAD DE QUE EL CARTON DESPLACE EL MERCADO DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE, PERO ESTO NO SERIA LOGICO, YA QUE EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE APORTA GRANDES BENEFICIOS E INNOVACIONES MISMAS QUE DESPLAZARON AL CARTON EN SU TIEMPO.

SUPONIENDO EL CASO, EL MERCADO DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE NO QUEDARIA COMPLETAMENTE REDUCIDO, YA QUE TIENE ENTRE OTROS USOS LAS CITADAS EN EL CAPITULO II SECC. 2.8 (USOS DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE).

EL RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE TRAERIA VENTAJAS COMO LA PRODUCCION DE MENOS PLASTICO, APROVECHAMIENTO DE MATERIALES INUTILES, AHORRO DE MATERIA PRIMA, ETC.

UNA DESVENTAJA SERIA LA POSIBILIDAD DE QUE SE PRESENTARA LA MIGRACION DE MONOMERO RESIDUAL, PRINCIPALMENTE DURANTE SU ALMACENAMIENTO.

EL HECHO DE IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE IMPLICA UNA RESPONSABILIDAD EN EL CAMBIO DE ACTITUD DE LAS PERSONAS. IMPLICA TENER UNA CONCIENCIA Y MOTIVACION PARA SEGUIR ESTE PROGRAMA.

INICIALMENTE, LAS PERSONAS INVOLUCRADAS EN EL PROGRAMA, SERAN LOS ENCARGADOS DE LOS RESTAURANTES DE COMIDA RAPIDA, LOS SUPERMERCADOS Y CAFETERIAS. ES IMPORTANTE INSTRUIR TAMBIEN A LOS EMPLEADOS.

SE PUEDEN IMPLANTAR SISTEMAS DE RECOLECCION EN LAS ESCUELAS Y EN RESTAURANTES DE COMIDA RAPIDA, LUGARES DONDE EL POLIESTIRENO EXPANSIBLE ES MAS UTILIZADO.

PARA LA RECOLECCION DE LA MATERIA PRIMA PARA EL PROGRAMA SE RECOMIENDA LO SIGUIENTE:

EL PROGRAMA DEBE SER SOPORTADO POR COMUNICACIONES Y ANUNCIOS ATRACTIVOS PARA LAS PERSONAS. SE PUEDE SELECCIONAR UNA FECHA EN LA CUAL SE PASARA A RECOGER EL POLIESTIRENO A SER RECICLADO.

- EN LAS ESCUELAS, SE PODRIAN FORMAR GRUPOS RESPONSABLES DE LA RECOLECCION DEL POLIESTIRENO EXPANSIBLE. TAMBIEN SE PUEDEN HACER ANUNCIOS DENTRO DE LAS PUBLICACIONES ESTUDIANTILES DONDE SE LES INDIQUE QUE EL DESECHO DEL POLIESTIRENO SERA DEPOSITADO EN UN LUGAR ESPECIFICO.

- EN COMPAÑIAS O INSTITUCIONES, SE PUEDE CREAR UNA CAMPAÑA DANDO LITERATURA SOBRE RECICLAJE Y PRODUCTOS RECICLADOS.

PARA FINALIZAR, SE PUEDE DECIR QUE NO ES FACIL IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE, PERO TAMPOCO ES IMPOSIBLE. SE TIENE QUE REALIZAR UNA GRAN INVERSION TANTO ECONOMICA COMO DE TIEMPO PARA PODER LOGRAR QUE LAS PERSONAS APRENDAN A SEPARAR LOS DESECHOS DE POLIESTIRENO EXPANSIBLE, PERO VALE LA PENA.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1) BABOR, JOSE A.; IBARZ AZNAREZ, JOSE
"QUIMICA GENERAL MODERNA"
EDITORIAL EPOCA, S.A.
1985

- 2) BACA URBINA, G
"EVALUACION DE PROYECTOS"
ANALISIS ADMINISTRATIVO DEL RIESGO
EDITORIAL MC. GRAW HILL
1990

- 3) BRARD, FRANCOIS; LIESSLING, GEORGE
"EXTRUDED STRUCTURAL FOAM"
VAINÉ KUHLMAN OF AMERICA, INC.
DICIEMBRE 1983
PG. 64-66, 338-341

- 4) CLIFES, ENGLEWOOD
"POLYMER SCIENCE ENGINEERING"
EDITORIAL PRENTICE HALL
1990

- 5) FESSENDEN, RALPH; FESSENDEN, JOAN
"QUIMICA ORGANICA"
GRUPO EDITORIAL IBEROAMERICA
1986

- 6) FLECK H., RONALD; GILI, GUSTAVO
"PLASTICOS: SU ESTUDIO CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO"
EDITORIAL CONTINENTAL
1990

- 7) GILI, GUSTAVO
"LOS PLASTICOS EN LA CONSTRUCCION"
EDITORIAL CONTINENTAL
1988
- 8) INSTITUTO MEXICANO DEL PLASTICO INDUSTRIAL
" EL MUNCO DE LOS PLASTICOS"
SEGUNDA EDICION
1988
- 9) KIESSLING, G.
"POLYSTYRENE FOAM"
KOPPERS COMPANY, INC
MONACA, PENNSYLVANIA
1982
PG. A-1 - A-6
- 10) KOFLOWITZ, LEWIS
"PLASTICS"
CHEMICAL MARKETING REPORTER
USI DIVISION
FEBRERO 1990
PG. SR-3 - SR-26
- 11) MODERN PLASTICS ENCYCLOPEDIY
EDITORIAL MC. GRAW HILL
DICIEMBRE 1989
PG. 5-22, 200-225
- 12) NATIONAL POLYSTYRENE RECYCLING COMPANY
"HOW TO RECYCLE POLYSTYRENE"
NEW JERSEY
1992

- 13) NATIONAL POLYSTYRENE RECYCLING COMPANY
"POLYSTYRENE COLLECTION GUIDE"
LINCOLNSHIRE, IL.
1992

- 14) NATIONAL POLYSTYRENE RECYCLING COMPANY
"POLYSTYRENE IS RECYCLABLE"
LINCOLNSHIRE, IL.
1992

- 15) NATURMAN, LOUIS
"HOW TO SELECT BLOWING AGENTS FOR THERMOPLASTICS"
PLASTICS TECHNOLOGY
OCTUBRE 1980
PG. 41-47

- 16) PERRY H., ROBERT; CHILTON H., CECIL
"MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO"
QUINTA EDICION
EDITORIAL MC. GRAW HILL
1986
VOL. I Y II

- 17) ROKOFF, HENRY; ROSE, NORMAN
"QUIMICA ORGANICA"
EDITORIAL LIMUSA
1986

- 18) SALYER, IVAR DR.
"FOAMS TYPES, CHARACTERISTICS AND APPLICATIONS"
MONSANTO TECHNOLOGY
ABSTRACT 1
MONSANTO THE SCIENCE CO.
FEBRERO 1984

- 19) SCEINER, LOWELL
"STRUCTURAL THERMOPLASTIC FOAMS"
PLASTICS TECHNOLOGY
DICIEMBRE 1980
PG. 35-39, 45-67

- 20) SIMONDS, HERBERT
"PLASTICOS: FORMULACION Y MOLDEO"
EDITORIAL CONTINENTAL
1987

- 21) SOCIETY OF THE PLASTICS INDUSTRY
"PLASTICS ENGINEERING HANDBOOK"
EDICION 1990
PG. 335-355, 842-876

- 22) THRONE, JAMES; GRISKEY, RICHARD
"STRUCTURAL THERMOPLASTIC FOAM: ALLOW ENERGY PROCESSED MATERIAL"
POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE
OCTUBRE 1981
VOL. 15 N° 10
PG. 747-768

- 23) WERLOCK, RICHARD
" PLASTICS POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY"
JOHN WILEY AND SONS INC
1982

- 24) WITMER, DALE
"PLASTICS: FROM PELLETS TO PRODUCTS"
MONSANTO CHEMICAL, CO.
1984
VOL. 96 N° 9
PG. 123-128