



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN



Departamento de  
Exámenes Profesionales

RECICLAJE

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A:

MODESTO ESCOBEDO AGUILAR

ASESORES:

M. en C. JOSÉ DE JESÚS PÉREZ SAAVEDRA  
Q. SONIA RINCÓN ARCE

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



ASUNTO: VOTOS APROBATORIO

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijar  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlan

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicarle a usted que revisamos la TESIS:

Reciclaje

que presenta el pasante: Modesto Escobedo Aguilar  
con número de cuenta: 08054670 - 6 para obtener el título de :  
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 23 de Febrero de 2004

PRESIDENTE Dr. Fernando Orozco Ferreyra

VOCALES Dr. José de Jesús Pérez Saavedra

SECRETARIO Dr. Adolfo Obaya Valdivia

PRIMER SUPLENTE Q. Celestino Silva Escalona

SEGUNDO SUPLENTE Q. Sonia Rincon Arce

## AGRADECIMIENTOS

*A DIOS sobre todas las cosas por haberme dado la oportunidad de haber llegado a la cima.*

*A la virgen Maria Auxiliadora madre de dios y a San. Juan Bosco que siempre estuvieron iluminando mi camino difícil pero hermoso.*

A la memoria de mis padres que DIOS los tenga en su santa gloria y que ahí donde están vean que aunque mi camino fue largo he concluido lo que ellos en vida hubieran disfrutado conmigo:

*Margarita Aguilar Aguilar ( Q. D. E. P )*  
*Isaias Escobedo Sandoval (Q. D. E. P )*

A las oraciones de mi esposa por estar siempre a mí lado en los momentos buenos y difíciles:

*María Leticia García Ruiz.*

*A mis hijos que los quiero mucho y que con todo mi amor les digo que la realización es el crecimiento continuo del ser, que reflexionen, analicen y busquen la luz que los lleve a servir a dios:*

*Jorge Iván Escobedo García*  
*Leticia Guadalupe Escobedo García*  
*Luis Fernando Escobedo García*

*A mis hermanos por el apoyo incondicional:*

*Emeterio Escobedo Aguilar*  
*Estela Escobedo Aguilar*  
*Irma Escobedo Aguilar*  
*Margarita Escobedo Aguilar*  
*Lourdes Escobedo Aguilar*  
*Juan Escobedo Aguilar*  
*Y a Rosario Escobedo Aguilar*

*A mi tía que la quiero mucho:*  
*Benita Escobedo Sandoval*

*A mis asesores de tesis que con su valioso tiempo, tanto me apoyaron con sus conocimientos, experiencia y sobre todo su amistad:*

*Q. Sonia Rincón Arce*  
*M. en C. José de Jesús Pérez Saavedra*

*A mis sinodales:*

*Ing. Q. Fernando Orozco Ferreyra  
Dr. Adolfo Obaya Valdivia  
M. en C. José de Jesús Pérez Saavedra  
Q. Sonia Rincón Arce  
Q. Celestino Silva Escalona*

*A mis jefes por el apoyo que me brindaron durante el último estirón en mi carrera:*

*Ing. Roberto Torres Calderón  
Profra. Engracia Olmedo Sánchez*

*A mis compadres y amigos por la motivación y apoyo incondicional que me brindaron:*

*Ing. Q. Rubén Alfredo Navarro Estrella  
Q.F.B. José Luis Alvarado Nava  
Ing. Enrique Torres Vasconcelos  
Lic. Guillermo Salinas Camacho.*

*A todos mis profesores y amigos que intervinieron en el desarrollo de mi carrera.*

*A la sección de química analítica por la facilidad de otorgar la realización de esta tesis.*

*Agradezco al proyecto PAPIME con clave EN210403 convocatoria 2003 por el apoyo proporcionado para la realización de esta tesis.*

## SENTIMIENTOS

*En una ocasión me decidí a concluir lo que tenía pendiente ( terminar mi carrera ) y llegue a la facultad, pero senti un temor que se apoderó de mi cuando me acerque a la puerta y aunque estaba abierta no pude vencer el miedo y, entrar por lo que me retire; tiempo después pensé, el fracaso no se apoderará de mi, si mi determinación para alcanzar la meta es lo suficientemente poderosa, y me dije, varios como yo, están afuera y tienen miedo, pero tengo que tener valor de entrar y seguir el proceso hasta alcanzar mi objetivo ya que he vivido varios años en los que pude haber concluido mi carrera, pero no he estado conforme con ello. Ahora quiero terminar y me dije ¿ como lo lograré ? si no tengo los conocimientos frescos para alcanzar la meta, ya una vez tropecé y caí en un bache, y me dije, comenzaré mi proceso no importando caer en nuevos baches y el fracaso no me detendrá, alcanzaré a llegar a la meta, haré de mi fortaleza la arma mas poderosa para que quien visite no me niegue seguir el camino, ya que he aprendido que los premios se encuentran al final de cada jornada y no cerca del comienzo. No me corresponde a mi, si no a **DIOS** determinar, cuantos pasos son necesarios a fin de alcanzar la meta. Puede que en esta trayectoria encuentre nuevos fracasos, sin embargo no tengo duda que estaré mas cerca de la meta por lo que no desmayaré, pues dejar de luchar es comenzar a morir y se que **DIOS** me guiará con su luz para llegar al final.*

**Gracias Señor Jesucristo**

## INDICE

- I INTRODUCCIÓN
  - OBJETIVO GENERAL
  - ANTECEDENTES
  
- II. COMBUSTIBLES
  - II.1 ACEITE QUEMADO.
  - II.2 METANOL CONTAMINADO
  - II.3 DESPERDICIO DE COQUE
  
- III METALES
  - III.1 CHATARRA DE ALUMINIO
  - III.2 RECUPERACIÓN DE ALUMINIO A PARTIR DE ENVASES METALIZADOS
  - III.3 ESCORIA DE ALUMINIO
    - III.3.1 ELABORACIÓN DE CAMISAS EXOTÉRMICAS PARA LA INDUSTRIA DE LA FUNDICIÓN
  - III.4 CHATARRA DE ANTIMONIO
  - III.5 CHATARRA DE BRONCE Y LATÓN
  - III.6 CHATARRA DE COBRE
  - III.7 CHATARRA DE MAGNESIO Y COBRE
  
- IV. NO METALES
  - IV.1 DESPERDICIO DE MADERA ( ASERRÍN )
  - IV.2 RESIDUOS DE BALATA DE AUTOS
  - IV.3 CISCO DE CARBÓN VEGETAL
  - IV.4 RESIDUOS DE FOCOS
    - IV.4.1 ELABORACIÓN DE PASTA PULIDORA A PARTIR DE VIDRIO
  - IV.5 DESPERDICIO DE MÁRMOL
    - IV.5.1 ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO PARA LA FUNDICIÓN (POLVO SEPARADOR) A PARTIR DE DESPERDICIO DE MÁRMOL
  
  - V.1 ELABORACIÓN DE BARNIZ Y PEGAMENTO A PARTIR DE DESPERDICIO DE UNICEL
  
- VI DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

## INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se muestra como es posible darle uso a materiales que nuestra sociedad de consumo considera desechos y de esta manera se explica cómo es posible obtener ventajas didácticas, económicas y ecológicas tratando materiales que son considerados residuos, como por ejemplo:

- 1) combustibles (aceite quemado, envases metalizados, metanol contaminado y desperdicio de coque).
- 2) metales (chatarra de aluminio, chatarra de antimonio, chatarra de bronce, chatarra latón, chatarra de cobre, envases metalizados, escoria de aluminio y chatarra de magnesio).
- 3) Otros, como unicel, desperdicio de mármol, etc.

En cada uno de estos materiales tratados se obtiene una ganancia en el aspecto económico y una minimización de desperdicios por su utilización para obtener productos útiles a la sociedad.



## OBJETIVO GENERAL

Reciclar algunos subproductos industriales considerados como desechos, utilizando técnicas de reciclado de bajo costo para determinar si el producto reciclado es redituable y además utilizable.

## ANTECEDENTES

Las sociedades humanas siempre han producido residuos, pero es ahora cuando las sociedades han crecido, y el volumen de la basura se ha incrementado en forma desorbitada. Además se ha incrementado su toxicidad hasta convertirse en un gravísimo problema<sup>(1)</sup>.

Las reservas naturales de materia prima y las fuentes energéticas disminuyen, mientras los costos de su extracción aumentan y son motivo de graves impactos ambientales y desequilibrios sociales. Estamos inmersos en la cultura de usar y tirar y en la basura de cada día están los recursos que dentro de poco tiempo nos harán falta.

En México se producen mas de 10 millones de metros cúbicos de basura mensualmente y en promedio una familia genera mensualmente 1 metro cúbico<sup>(2)</sup>. Toda esta basura es depositada en mas de 50 mil tiraderos de basura legales y clandestinos que afectan de manera directa nuestra calidad de vida, pues nuestros recursos naturales son utilizados desproporcionadamente, como materias primas que luego desechamos y tiramos convirtiéndolas en materiales inútiles y focos de infección.

Día a día se consumen mas productos que provocan la generación de más y más basura y cada vez existen menos lugares donde ponerla; encontrar nuevos lugares resulta cada vez más difícil. Por otra parte la incineración, a pesar de ser una alternativa popular, produce residuos altamente tóxicos que necesitan especial manejo.

Si la basura se deposita en agujeros o en tiraderos provoca problemas ambientales que incluyen:

- a) Emisiones de metano (  $\text{CH}_4$  ) debido a residuos biodegradables que reaccionan con el oxígeno, que contribuyen a cambios climáticos y a peligros tales como el riesgo de incendios<sup>(3)</sup>.
- b) Contaminación de los suministros de agua por los líquidos despedidos por los residuos orgánicos.
- c) El uso no sostenible de la tierra.

d) Malos olores.

Si se incineran los residuos, se generan humos tóxicos que pueden contener dioxina, clorina, dióxido de nitrógeno, dióxido de carbono y cenizas que pueden ser tóxicas. Los humos que contienen dióxido de carbono y dióxido de nitrógeno contribuyen al efecto invernadero<sup>(3)</sup>.

Gran parte de los residuos son fabricados de materias primas no renovables, o que aun siendo renovables se están explotando a un ritmo superior que su generación. Con toda esta problemática es importante tener otra solución y ésta es la consigna ecológica de las **3 erres**, **reducir**, **reutilizar** y **reciclar**, en este orden de importancia.

**Reducir.**- Es evitar consumir en exceso materiales que tengan mayor impacto ambiental, evitando demasiada basura innecesaria.

**Reutilizar.**- Que consiste en darle máxima utilidad a las cosas.

**Reciclar.**- Que consiste en usar los materiales una y otra vez para hacer nuevos productos, reduciendo de manera significativa la utilización de nuevas materias primas reincorporando recursos ya usados en los procesos para elaborar nuevos materiales (4) (5) (6).

#### **El reciclaje nos permite:**

- a) Ahorro de espacios.
- b) Ahorro de recursos naturales.
- c) Ahorro de energía.
- d) Reducción de la contaminación.
- e) Protección del medio ambiente.
- f) La deforestación.
- g) Reducir costos de producción.
- h) Vivir en un mundo más limpio, con menos cantidad de enfermedades.

#### **Beneficios al reutilizar y reciclar algunos materiales:**

Los combustibles industriales son hidrocarburos que provienen del petróleo y que varían desde gases disueltos entre sí hasta compuestos densos, casi sólidos.

Ciertas fracciones del petróleo crudo son separadas por destilación y tienen propiedades necesarias para ser utilizadas como aceites lubricantes para motores ( hidrocarburos que van desde  $C_{16}$  hasta  $C_{20}$  ) con punto de ebullición alto y que una vez que han cumplido su función para lo cual fueron destinados en un determinado tiempo, pasan a ser residuos, los cuales pueden ser reutilizados como combustibles<sup>(7)</sup>.

En los Estados Unidos aproximadamente 200 millones de galones de aceite quemado se desechan indebidamente vertiéndolo en el suelo o alcantarillados. Un solo galón de aceite quemado puede contaminar hasta un millón de galones de agua potable. El aceite usado puede volverse a refinar para producir lubricantes o se puede utilizar como combustible en hornos de fundición, bajando costos de producción y disminuyendo el daño ambiental (8).

De acuerdo con estudios realizados por Swisscontact de San Salvador se generan en este país alrededor de 110 mil galones mensuales de aceite usado y que pueden ser utilizados para hornos de fundición, ya que sus sistemas de control de emisiones son muy eficientes. La empresa Baterías el Salvador inició en 1983 la recolección y reciclaje de aceite usado<sup>(9)</sup>.

El papel se elabora a partir de la celulosa de los árboles y estos son parte vital de nuestro medio ambiente, y desde luego no merecen el destino que les estamos dando. Los árboles protegen la frágil capa del suelo y mantienen el equilibrio adecuado en la atmósfera para todas las formas de vida.

En Europa se recicla la mitad del papel que usan, el resto es vertido o incinerado liberando bióxido de carbono. En el vertedero, el papel en su descomposición libera metano.

Al reciclar papel se reduce la tala de árboles<sup>(2)</sup>. En México 22 millones de toneladas de papel son tirados cada año, que si se reciclara se salvaría el 33 % de la energía para fabricarlo y se ahorrarían aproximadamente 28 millones de litros de agua. También al utilizar el aserrín y el cisco de carbón se reduce la tala de árboles.

La mayor parte del papel y cartón usado es reciclable, excepto los que son sometidos a tratamiento especial (plastificados, los impregnados con cera, parafina, pegamentos, cintas adhesivas y textiles etc) (3).

El aluminio es un recurso no renovable, muy ligero, difícil de oxidar y que por sus valiosas características se utiliza en envases de alimentos, vinos, bebidas refrescantes, en aeronáutica, en automóviles, en utensilios de cocina, en barcos, en artesanía, en decoraciones etc.

Gran parte del aluminio que utilizamos al principio de su vida, es mineral bauxita(3). Este suelo de bauxita se encuentra en regiones tropicales del mundo, y para extraer el mineral bauxita se da como consecuencia un proceso destructivo y poco económico ( se necesitan de 4 a 5 toneladas del mineral para producir una tonelada de aluminio quedando barro rojo contaminado con sosa cáustica y que tiene que ser almacenado en estanques y todo esto sin tomar en cuenta la destrucción de grandes áreas de bosque tropical para conseguir la bauxita(2). Todavía mas, en la última fase del proceso se realiza la electrolisis la cual provoca un alto consumo de energía ( para producir un kilogramo de aluminio en esta parte del proceso se requiere de 15.7 k w/ hr. de electricidad ) y agregando los costos de transportes de su origen que puede ser Brasil o Guinea implica un aumento mayor en los costos. Lo bueno es que el aluminio es reciclable, una y otra vez sin que se pierda sus propiedades. En el reciclaje del aluminio se ahorra un 95% de energía para su elaboración ... y ahorra el proceso destructivo de la bauxita. Cada año se utilizan 22 millones de toneladas de aluminio.

Los minerales son recursos no renovables, los cuales pueden tener un tiempo de vida mas largo si utilizamos residuos como pedaceria de mármol para elaborar carbonato de calcio ( materia prima para diversos productos) ahorrando de esta forma también energía para su extracción del suelo.

Los envases metalizados son fabricados con finas capas de celulosa, aluminio y plástico (polietileno) para ser usados en refrescos, zumos , agua, vinos, salsas, lácteos, medicamentos y otros, ya que conservan bien los productos, además de tener escaso peso, mejor manejo, almacenamiento y transporte. Para su

elaboración se requieren materias primas no renovables que se importan, por ejemplo la pasta celulosa viaja desde Escandinavia a nuestro país mientras que la bauxita viaja desde Brasil. Por la dificultad de separar el plástico, el aluminio y el papel no se pueden reciclar los tres, pero sí se recupera energía del plástico y de la celulosa cuando se quema en hornos, recuperando así el aluminio para después reciclarlo.

El unicel es un polímero que puede utilizarse para elaborar pegamentos o barniz, sustituyendo los productos ya existentes en el mercado que se elaboran de materias primas vírgenes como son, los derivados de los hidrocarburos.

El vidrio es un silicato que está formado principalmente por sílice (procedente del cuarzo) acompañado de piedra caliza y otros materiales que le dan diferentes coloraciones, funde aproximadamente a 1200° C. Por su dureza y estabilidad se emplea para conservar líquidos y sólidos. No se necesita agregar aditivos, por lo que no se alteran las sustancias que envasa, es resistente a la corrosión y a la oxidación, es el envase ideal para casi todo. El problema es que se han generado envases no retornables teniendo que tirarlos como residuos y que si fueran retornables se podrían utilizar de 40 a 50 veces en promedio. Pero el vidrio es un material que por sus características es fácilmente recuperable. En concreto los envases de vidrio y objetos de vidrio son 100% reciclables(3).

Al reciclar el vidrio se ahorra 25% de energía; por ejemplo, por cada envase que se recicla se ahorra la energía necesaria para mantener un televisor encendido por tres horas, además se reduce la contaminación del aire y agua. El vidrio puede reciclarse las veces que se quiera y en la forma que se quiera, perdiendo sus propiedades. Además puede ser utilizado como materia prima para elaborar pastas abrasivas y fundentes de latón y bronce.

## II COMBUSTIBLES

### II.1 ACEITE QUEMADO

#### OBJETIVO

Utilizar el aceite quemado como combustible, para bajar costos en la industria de la fundición de metales, y como consecuencia, evitar la utilización de recursos primarios no renovables, como los derivados del petróleo: el diesel o el gas L.P.

#### MATERIALES

El material a utilizar es aceite quemado de motores de autos.

#### FUENTE

El aceite quemado es obtenido de los cambios de aceite que se realizan en los talleres de auto servicio, líneas de autobuses, constructoras de carreteras que utilizan maquinaria pesada etc.

#### USOS.

En las industrias de extracción y transformación los combustibles juegan un papel muy importante, como servicio primario para la obtención de cualquier producto. En el caso de este trabajo, se muestra la utilización de un residuo combustible que es, el aceite quemado<sup>(7)</sup>.

El aceite quemado es utilizado como combustible en los hornos de fundición. Otro uso importante es que el aceite se puede utilizar para decorar piezas artesanales de aluminio. En este proceso, con un soplete se hace calentar la pieza de artesanía a fuego directo para eliminar humedad en la pieza. Ya evaporada el agua, se aplica aceite quemado, anteriormente mezclado con pigmento orgánico, y esta operación se repite de seis a diez veces, retirando el fuego de la pieza y aplicando la mezcla del aceite y el pigmento.

## PRECIO

El aceite quemado puede conseguirse a bajo costo, con un precio aproximado de \$ 60.00/tambor de 200 litros, y en ocasiones se regala. El único requisito es comprometerse a retirarlo del proveedor en los tiempos acordados.

## PRETRATAMIENTO

El aceite quemado normalmente antes de ser usado como combustible en los hornos de fundición se le da el siguiente proceso:

- a) Filtración, para eliminar sólidos
- b) Decantación, para eliminar agua

## RENDIMIENTO

El rendimiento en el caso del aceite quemado, se puede decir que es bueno. Por ejemplo, el consumo de aceite en litros comparado con el consumo de diesel, es del 10 al 20 % menor en volumen, para la fusión de los metales, dependiendo de la viscosidad del aceite, ya que en ocasiones puede contener gasolina, y ésta baja el rendimiento, pero aumenta la fluidez en la tubería que conduce el combustible al horno.

## SUBPRODUCTOS

En la combustión del aceite se le puede inyectar la cantidad necesaria de aire por medio de los quemadores, accionados por ventiladores, para que la combustión sea la mejor y así se reduzca la contaminación de los gases de combustión. El aceite en su combustión emite bióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y cenizas, los cuales son enviados por medio de un extractor, a una tina con agua, para hacerlos burbujear y así mandar menos contaminantes a la atmósfera<sup>(7)</sup>.



## COMPARACIÓN CON LOS COMBUSTIBLES CONVENCIONALES

En el caso del aceite, éste tiene mayor poder calorífico que los combustibles convencionales, ya que como se dijo anteriormente rinde de un 10 a un 20 % en volumen más que el diesel, en la fusión de los metales.

Tabla 1 PODER CALORÍFICO DE DIESEL Y ACEITE COMBUSTIBLE<sup>(10)</sup>

COMBUSTIBLE	DENSIDAD EN GRADOS A.P.I	PODER CALOR. EN kcal / kg	AIRE NEC. PARA LA COMB. EN kg / kg DE COMB.
DIESEL	22 – 28	10656	14.3
ACEITE COMB.	30 – 35	10822	14.4

## RESULTADOS

Con el aceite quemado de automóviles se logró fundir metales.

## CONCLUSIONES

Se logró el objetivo de utilizar el residuo, aceite quemado, como combustible en hornos de fundición de metales, reduciendo considerablemente los costos de producción y como consecuencia no se utilizó un recurso no renovable como es el diesel.

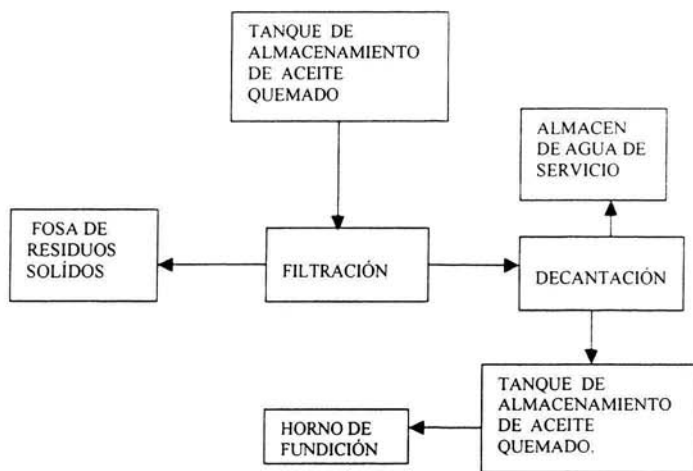


FIG. 1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL ACEITE QUEMADO

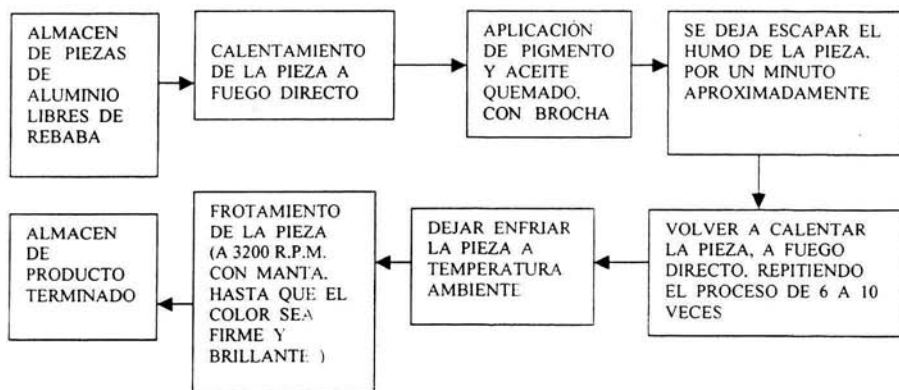


FIG. 2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL DECORADO DE PIEZAS DE ALUMINIO

## II. 2 METANOL CONTAMINADO

### OBJETIVO

Utilizar como combustible, alcohol contaminado con aceite de coco en los hornos de fundición o destilarlo para utilizarlo en pinturas refractarias.

### MATERIALES

Metanol contaminado con aceite de coco.

### FUENTE

El metanol contaminado con aceite de coco se obtiene de algunas empresas que lo generan como residuo y que se mantienen en el anonimato por razones ecológicas.

### USOS

El metanol contaminado con aceite de coco puede ser utilizado como combustible en los hornos de fundición. En ocasiones se destila para ser usado como materia prima en pinturas refractarias.

### PRECIO

El alcohol contaminado con aceite de coco, en ocasiones se regala o vende a un precio de \$ 20.00/ tambor de 200 litros.

### TRATAMIENTO

El alcohol contaminado con aceite de coco, tiene el siguiente proceso:

- 1) Filtración para eliminar sólidos ( madera, papel y estopa )
- 2) Combustión en hornos de fundición o destilación

## RENDIMIENTO

El uso de metanol, en los hornos de fundición presenta bajo rendimiento, ya que se consume casi el doble de litros que si se utilizara el diesel, mientras que si es destilado en un pequeño destilador, se recupera el 80% en volumen aproximadamente, utilizando energía calorífica de la quema de envases metalizados.

También al hacer uso de este combustible, se ayuda en gran parte a la conservación del medio ambiente, no permitiendo que sea vertido dicho desperdicio al drenaje.

## SUBPRODUCTOS

El metanol, en su combustión, emite poca cantidad de monóxido de carbono y dióxido de carbono. En la destilación, se obtiene como subproducto aproximadamente el 20% en volumen ( 40 litros aproximadamente ) de aceite de coco, que después es mezclado con el metanol contaminado que va a utilizarse como combustible en los hornos de fundición.

## COMPARACIÓN CON LOS COMBUSTIBLES CONVENCIONALES

Comparado el metanol con los combustibles tradicionales, este es regalado o vendido a bajo costo, por lo que se puede decir que es recomendable su uso. Además se destila, para la fabricación de pinturas refractarias.

TABLA 2. PODER CALORÍFICO DE DIESEL Y ALCOHOL METÍLICO<sup>(10)</sup>

COMBUSTIBLE	PODER CALORÍFICO kcal / kg	AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTIÓN EN kg / kg DE COBUSTIBLE
DIESEL	10656	14.30
ALCOHOL METÍLICO	5305	6.50

## RESULTADOS

Se obtienen objetos de aluminio, utilizando como combustible desecho de metanol.

## CONCLUSIONES

En la destilación se obtiene metanol para fabricar pinturas refractarias. Además se logra utilizar el alcohol contaminado como combustible para la fusión del aluminio, reduciendo costos no utilizando combustibles primarios no renovables, derivados del petróleo como son, el diesel o gas doméstico, ayudando de esta manera a disminuir la contaminación ambiental, evitando que este residuo se vaya al drenaje contaminando el medio ambiente.

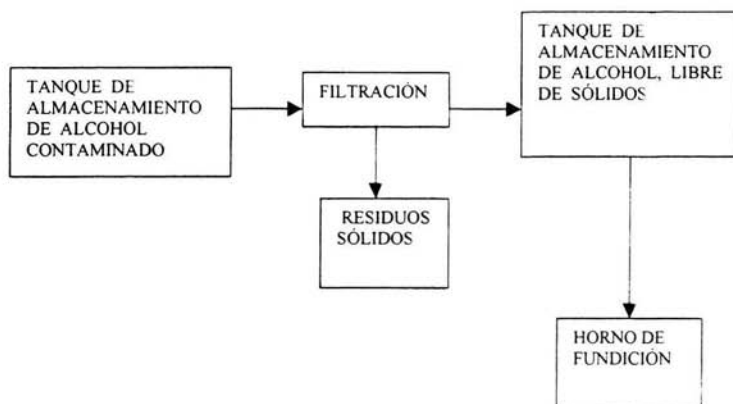


FIG.3. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL METANOL COMO COMBUSTIBLE

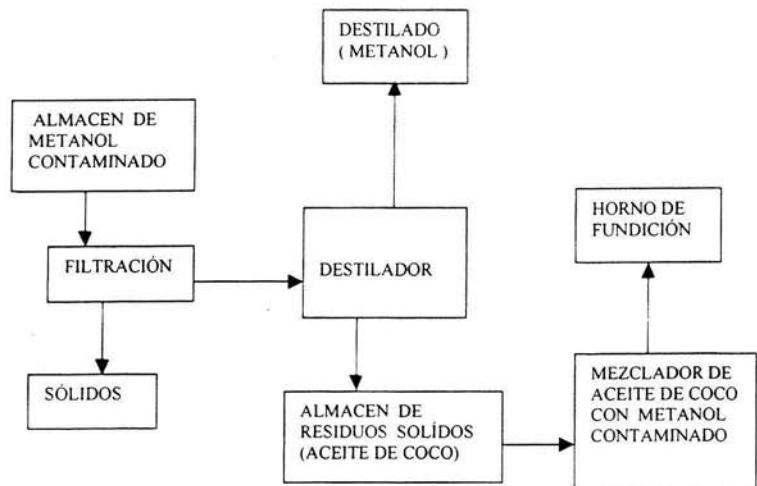


FIG.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE LA DESTILACIÓN DEL METANOL.

### II.3 DESPERDICIO DE COQUE

#### OBJETIVO

Utilizar residuos de coque como combustible para fundir la chatarra de aluminio, antimonio, bronce y latón.

#### MATERIALES

Desperdicio de coque en medida 1 a 2 pulgadas.

#### FUENTE

La pedacería de coque, en granulometría, 1 a 2 pulgadas es desperdicio generado por las fundiciones de hierro.

## USOS

La pedacería de coque se utiliza como combustible en pequeños hornos de fundición de aluminio, bronce y latón. Los hornos son para capacidad máxima de 30 kg. de aluminio.

## PRECIO

El coque en pedacería, se compra a un precio aproximado de \$1.30/kg.

## PRETRATAMIENTO

El tratamiento que se le da a la pedacería de coque consiste en eliminarle por cribado el hierro que pueda llevar como contaminación para evitar incrustaciones de hierro fundido en el horno.

## RENDIMIENTO

La pedacería de coque tiene bajo rendimiento, para fundir de 25 a 30 kg. de aluminio.

## SUBPRODUCTOS.

Las cenizas del coque que se obtienen como subproducto de la combustión se entierran en una fosa.

## COMPARACIÓN CON LOS COMBUSTIBLES CONVENCIONALES

Los residuos del combustible coque ( tamaño de 1 a 2 pulgadas) solo pueden ser quemados en pequeños hornos que utilizan un crisol con capacidad para 30 kg. de aluminio. Un crisol es un recipiente fabricado de material refractario que sirve para fundir metales.

TABLA. 3 PODER CALORÍFICO DE DIESEL Y COQUE<sup>(10)</sup>

COMBUSTIBLE	PODER CALORÍFICO Kcal / kg	AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTIÓN EN kg / kg DE COBUSTIBLE
DIESEL	10656	14.30
COQUE	6937	10.00

## RESULTADOS

Se utiliza desperdicio de coque para fundir metales como: aluminio y latón.

## CONCLUSIONES

En la fusión, se logró utilizar pequeña pedacera de coque como combustible para fundir metales y así reducir costos. Además ayuda a disminuir la contaminación ambiental no utilizando combustibles primarios como son diesel, gas L.P o el mismo coque en tamaño más grande que el residuo.

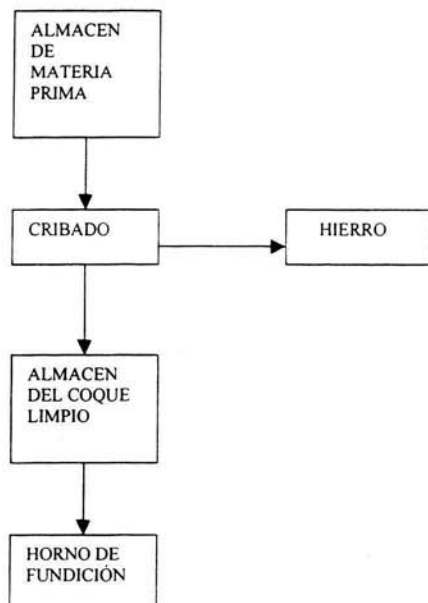


FIG. 5 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL COQUE



### III METALES

#### III.1 CHATARRA DE ALUMINIO

##### OBJETIVO

Transformar la chatarra de aluminio en objetos útiles a la sociedad, fabricando moldes metálicos (permanentes), objetos de cocina, piezas para maquinaria, muebles, piezas de artesanía etc.

##### MATERIALES

Chatarra de aluminio.

##### FUENTE

La chatarra de aluminio se compra en depósitos de desperdicios industriales, los cuales a su vez son adquiridos de casas particulares, tiendas, escuelas, industrias, talleres, basureros, etc. y que por alguna razón en su presentación, ya no son útiles. Una vez comprados estos desperdicios, son utilizados en el proceso de la fundición.

##### USOS

La chatarra de aluminio se lleva a la fundición, donde es vertida al horno para fundirla y después ser vaciada en moldes de arena o metálicos (permanentes) para fabricar piezas de:

- a) Artesanía, como muñecas, animales de diferentes especies, etc.
- b) Herrería, como barandales, bancas de jardín, faroles, fuentes, portones, mesas y sillas de jardín, portarretratos, puertas, buzones, terminales para baterías de autos, etc.
- c) Mecánicas, como bisagras, piezas para tolvas de maquinas de tortillas, manijas para autos y cafeteras, etc

Nota.-Los moldes metálicos que se fabrican se utilizan para vaciar piezas chicas. de artesanía, industriales, de jardinería, herrajes, etc. El tamaño de los moldes está entre 15 x 15 cm y 20 x 40 cm.

#### PRECIO

El precio del aluminio de desperdicio como materia prima y el precio de productos terminados, en diferentes presentaciones se dan en la tabla 4.

TABLA 4 PRECIOS DEL ALUMINIO

<b>MAT. PRIMA</b>	<b>PRECIO/ kg.</b>	<b>PROD. TERMINADO</b>	<b>PRECIO/ kg.</b>
ALUMINIO	\$10-14	HERRERÍA	\$ 42.00
ALUMINIO	\$10-14	ARTESANIA	\$ 250.00
ALUMINIO	\$10-14	MECANICAS	\$ 100.00-200.00

Nota.-El precio de la materia prima de aluminio como se observa tiene una variación, esto es debido a que puede ser lo más puro (blando), o aleado (duro) que es el más económico.

#### PRETRATAMIENTO

En el caso del aluminio que se compra, la mayoría de veces viene contaminado con hierro (tornillos, alambres etc.) u otros metales que son de otra naturaleza del que se va a fundir, por lo que hay que darles un tratamiento, eliminando esas partes que contaminan el metal que se va a fundir. Este proceso consiste en quitar manualmente los metales con desarmador y pinzas.

El adobe (molde) donde se vaciará el metal fundido debe estar en perfectas condiciones, para que las piezas a fabricar no tengan demasiada rebaba o deformaciones.

#### RENDIMIENTO

El aluminio fundido y moldeado para usos determinados, cumple una importante función para lo cual fue destinado en el proceso, dando un rendimiento de materia prima a producto terminado del 75 al 85 %.

Los moldes que se fabrican con aluminio son muy eficientes ya que sirven para reducir tiempo en el trabajo, así como espacio y personal, comparado con el trabajo tradicional que es el de moldeo en arena.

### SUBPRODUCTOS

El único subproducto que se obtiene es el poco humo que se desprende en la fusión del aluminio, cuando se le adiciona el escorador al metal fundido (limpieza de escoria del metal por medio de un fundente). Aquí la contaminación depende de la calidad del fundente que se utilice. Si el fundente es de buena calidad la emisión de contaminantes será mínima. Por lo que es importante utilizar fundentes ecológicos que no contengan hexacloroetano que puedan dañar la capa de ozono. En el caso de la escoria que se obtiene como subproducto de la fusión del aluminio, ésta se puede reutilizar, sujetándola a procesos de trituración, molienda y clasificado para recuperar el aluminio, y un polvo fino de escoria de aluminio que se utiliza como materia prima para hacer fundentes para aluminio.

Otro subproducto que se tiene en el departamento de acabado de piezas es la rebaba de aluminio, la cual se vuelve a reciclar; por lo que se puede decir que no hay materiales que se desperdicien y por lo tanto que contaminen.

### COMPARACIÓN CON LOS MATERIALES CONVENCIONALES

El reciclaje del aluminio es una actividad normal, técnicamente resuelta y rentable.

Hay que distinguir entre el aluminio primario y el aluminio secundario. El aluminio primario es aquel que se extrae directamente de la bauxita y el aluminio secundario es aquel que ha sido recuperado a través de un proceso de fusión. En Europa, durante el año 1999, la producción de este metal se situó por encima de 2 millones de toneladas y en nuestro país se produce alrededor de 230,000 toneladas, registrándose en ambos casos una tendencia al alza en la producción.

El aluminio se empezó a recuperar muy pronto, debido a que se ahorra el 95%

de la energía al producirlo, con lo que tiene un alto valor en comparación con el metal primario, lo que hace que su aprovechamiento sea económico en todos los países para la industria de la recuperación, y que la proporción de aluminio recuperado en el mercado mundial crezca continuamente. Además, su reciclaje se produce por fusión a baja temperatura, por lo que no es necesaria una gran inversión. Por otra parte, es un residuo ligero y fácil de transportar, que no arde, no se oxida ni presenta problemas específicos de almacenamiento. En la refusión y fabricación de nueva materia prima, el aluminio obtenido se puede volver a convertir en productos idénticos, con las mismas propiedades; y es un proceso que se puede repetir indefinidamente y no hay un contenido máximo admisible de material reciclado es decir, el 100% puede ser reciclado. Comparando los metales reciclados con metales vírgenes, se podría decir que la funcionalidad es la misma, para el caso de los productos que se elaboran.

#### PRODUCCIÓN NACIONAL

La producción nacional de todos los metales es extensa, según datos estadísticos económicos del INEGI. El volumen de la producción municipal en miles de toneladas de aluminio se muestra en la tabla 5:

TABLA 5 PRODUCCIÓN MUNICIPAL DEL ALUMINIO

ALUMINIO	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Generados reciclables	488.2	511.4	468.4	488.8	495.4	491.7
Reciclables recuperados	27.0	28.3	25.9	27.0	27.4	27.2

#### CONCLUSIONES

Se logró transformar el desperdicio de aluminio en materiales útiles a la sociedad como son: moldes metálicos, utensilios de cocina, herrajes, accesorios para maquinaria y otros. generen grandes Con esto no se permite que se

cantidades de basura que contaminen el medio ambiente, y como consecuencia se generan fuentes de empleo. El aluminio se puede reciclar las veces que se quiera.

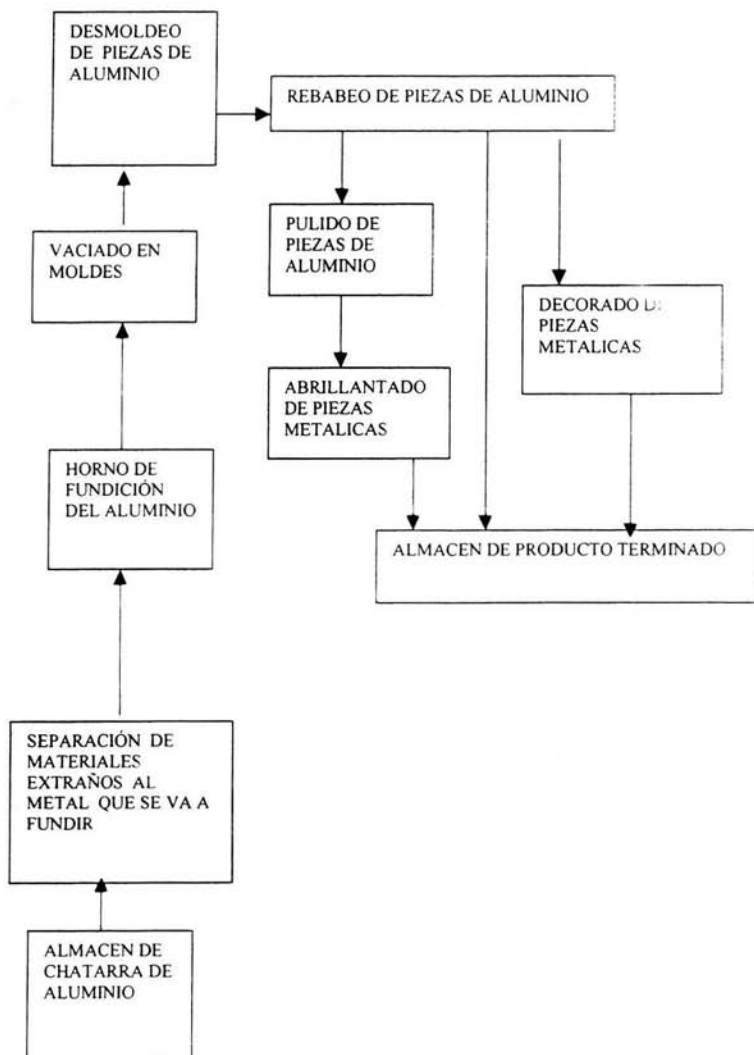


FIG. 6 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE FUNDICIÓN Y ACABADO DE PIEZAS DE ALUMINIO

### III.2 RECUPERACIÓN DE ALUMINIO A PARTIR DE ENVASES METALIZADOS

#### OBJETIVO

Recuperar el aluminio de residuos de envases metalizados en diferentes granulometrías.

#### MATERIALES

Residuos de envases metalizados, que están fabricados con finas capas de celulosa, aluminio y plástico (polietileno). Los envases metalizados son de: bebidas refrescantes, de chocolates, frituras, medicamentos, de lácteos etc.

#### FUENTE

Los envases metalizados se obtienen de las empresas que trabajan este tipo envases, como GAMESA, JUMEX, KRAF DE MÉXICO, CHOCO MILK y otras industrias que se dedican a elaborar envases metalizados.

#### USOS

El uso que se le da al aluminio que se obtiene de los envases metalizados es según la granulometría. En la tabla 6 se menciona el uso según el tamaño de malla.

TABLA.6 USOS DEL ALUMINO DE ACUERDO AL TAMIZADO

GRANULOMETRÍA (Malla)	USOS
10 - 100	FUNDICIÓN
100	PIROTECNIA
200	PINTURAS

## PRECIO

El precio al que se adquiere el envase metalizado oscila entre 15 y 30 centavos por kg. y como producto terminado es \$ 40.00 por kg. para el uso en pirotecnia y pinturas, mientras que para el uso en fundición es \$ 10.00 a \$ 12.00 por kg.

## PRETRATAMIENTO

Los envases metalizados como materia prima, normalmente se adquieren traslapados, por lo que hay que despegar el material para que al quemarlo se queme lo mejor que se pueda, tanto el papel y el plástico. En ocasiones el envase trae producto alimenticio, por lo que se tiene que verter en algún recipiente, como subproducto.

## RENDIMIENTO

El proceso de las envolturas metalizadas es eficiente tanto por el aluminio que se recupera, como por el calor que se genera, para utilizarlo en otros procesos como: es en la preparación de un producto llamado polvo separador, en el calentamiento de agua de servicio y en el secado de minerales no metálicos.

El rendimiento que se tiene al procesar este desperdicio de envolturas metalizadas, es del 25 al 30% de metal aluminio obtenido, y se vende como producto terminado a un precio de aproximadamente \$ 40.00/kg. en la malla número 100 y 200.

## SUBPRODUCTOS

Los contaminantes que se tienen en la quema de envases metalizados son el humo, producto de la combustión y las cenizas. Estos se someten a un tratamiento para enviar lo menos que se pueda al ambiente.

Las cenizas son almacenadas para posteriormente buscarles un uso.

## COMPARACIÓN CON LOS MATERIALES CONVENCIONALES

El aluminio recuperado de los envases metalizados es de buena calidad ya que se obtiene una pureza del 98%, y comparado con el del mercado, éste es competitivo.

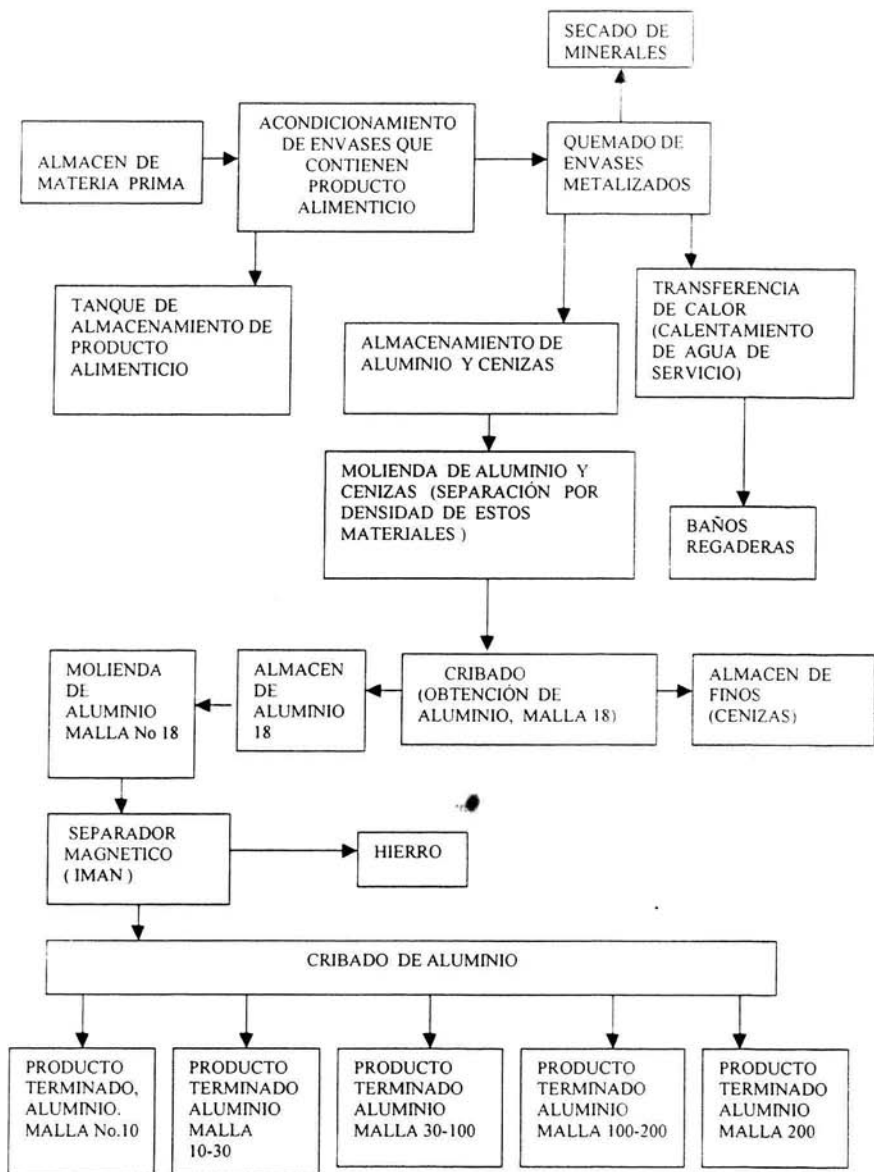


FIG.7 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ENVASES METALIZADOS



### III.3 ESCORIA DE ALUMINIO

Recuperar aluminio y escoria fina de aluminio a partir del desperdicio llamado escoria.

#### MATERIALES

Escoria de aluminio.

#### FUENTE

La escoria de aluminio se obtiene de las industrias de la fundición, como son: NISSAN, LUMISISTEMAS y otras.

#### USOS

La escoria de aluminio es un subproducto de gran valor económico que se utiliza para recuperar aluminio para la fundición, y el polvo fino se usa como materia prima para fundentes de aluminio ( material que sirve para limpieza del metal fundido y elevar la temperatura en la fusión).

#### PRECIO

El precio de la escoria de aluminio oscila de \$1.50 a \$ 2.00/kg., dependiendo de la calidad de la escoria. La calidad se refiere a qué tanto aluminio tiene la escoria. La escoria tendrá buena cantidad de aluminio si se usó un mal fundente, y esto es mas del 20 % del metal.

#### PRETRATAMIENTO

La escoria en ocasiones lleva tabique refractario, el cual se separa para almacenarlo y después molerlo y producir un barro refractario, llamada chamota

que sirve para fabricar o reparar hornos de fundición. También la escoria puede llevar hierro, el cual hay que quitar y almacenarlo para su venta en depósitos de desperdicios industriales.

## RENDIMIENTO

En el proceso de la escoria, se llega a obtener del 10 al 35% de aluminio recuperado.

## SUBPRODUCTOS

En la escoria de aluminio no hay subproductos, ya que el material fino se utiliza para elaborar fundentes de aluminio y para la elaboración de un material aislante llamado camisas exotérmicas, que más adelante se explicará.

## CARACTERISTICAS

La escoria de aluminio tiene metal que sirve para elaborar piezas diversas, que comparadas con las que se fabrican de chatarra, tienen la misma presentación.

## RESULTADOS.

Se obtienen los productos: aluminio recuperado en granalla malla número 4 –20 y escoria de aluminio fina malla 20.

## CONCLUSIONES

Se logró recuperar aluminio metálico y materia prima para fundentes a partir de escoria de aluminio, evitando que se generen grandes cantidades de basura que contamine el medio ambiente, y como consecuencia que se ocupe personal para el proceso.

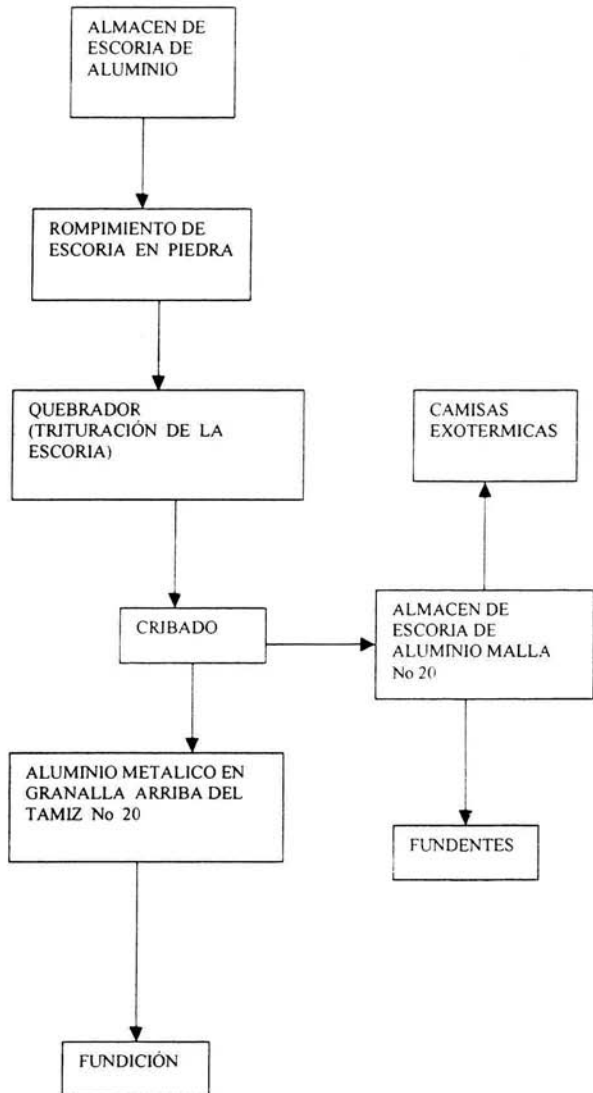


FIG.8 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE ALUMINIO A PARTIR DE ESCORIA.

### III.3.1 ELABORACIÓN DE CAMISAS EXOTÉRMICAS PARA LA INDUSTRIA DE LA FUNDICIÓN

Elaborar un producto llamado camisas exotérmicas, a partir de desperdicios como papel, escoria de aluminio y fibra de vidrio, para usarse en las fundiciones como aislante de calor en coladas (alimentación del metal fundido en moldes de arena), para evitar deformaciones en las piezas de latón.

#### MATERIALES.

- 1) Agua.
- 2) Arena de mar.
- 3) Escoria de aluminio.
- 4) Fibra de vidrio.
- 5) Masa.
- 6) Nitrato de bario.
- 7) Papel periódico.

#### FUENTE

- 1) El agua se adquiere de la red de agua potable.
- 2) La arena de mar se trae de la playa.
- 3) La escoria de aluminio se obtiene de la fundición de aluminio.
- 4) El desperdicio de fibra de vidrio se obtiene de los depósitos de desperdicios industriales, los cuales a su vez los extraen como desperdicio de refrigeradores, hornos de microondas etc.
- 5) La masa de tortillas se obtiene de residuos de tortillerías o de marca.
- 6) El nitrato de bario se compra en industrias de químicos.
- 7) El papel de archivo o de periódico se obtiene de depósitos de desperdicios industriales.

## PRECIO

El precio de las materias primas es bajo, pues son obtenidas de materiales de desperdicio a excepción de la arena de mar y el nitrato de bario.

El precio de las materias primas se da en la tabla número 7:

TABLA 7 PRECIO DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE CAMISAS EXOTERMICAS

MATERIA PRIMA	PRECIO / Kg.
Arena Sílice	\$ 0.50
Fibra de vidrio	\$ 1.00
Escoria de aluminio	\$ 1.00
Papel periódico	\$ 1.50
Masa	\$ 3.50 o regalada
Nitrato de bario	\$ 4.00

## USOS

Las camisas exotérmicas son cilindros aislantes que se usan en la alimentación de moldes en arena, para mantener la temperatura del metal fundido que se vacía y así evitar que halla deformaciones en las piezas a vaciar. Al mantener la temperatura aproximadamente 30 segundos, se permite seguir alimentando el molde, y así no tendrá defectos la pieza de latón o de bronce.

## PRETRATAMIENTO

- 1) El papel se pone a remojar por un tiempo de 10 minutos.

- 2) La escoria de aluminio se tamiza, en una granulometría 10 mallas.
- 3) La fibra de vidrio se desbarata.
- 4) La arena se criba para eliminar materia orgánica que pudiera llevar.

## RENDIMIENTO

Las camisas exotérmicas son materiales aislantes esenciales para evitar defectos en las piezas, en la parte de la colada (alimentación del molde en arena). Son usadas en fundición de bronce o latón.

## SUBPRODUCTOS

No hay subproductos ya que el agua que queda en el proceso se vuelve a recircular para reutilizarla. Y si se llegan a romper las camisas exotérmicas, se reciclan.

## RESULTADOS

Se obtiene un producto llamado camisas exotérmicas que son vendidas a empresas metalúrgicas que las utilizan en el proceso de la fundición.

## CONCLUSIONES

Las camisas exotérmicas son muy importantes porque comparadas con las comerciales, tienen la misma eficiencia y además son fabricadas con materiales de desperdicio.

Las comerciales están fabricadas con resinas y celulosa que son más caras que la masa y el papel. En el caso de la resina es 70 % más cara que la masa de maíz.

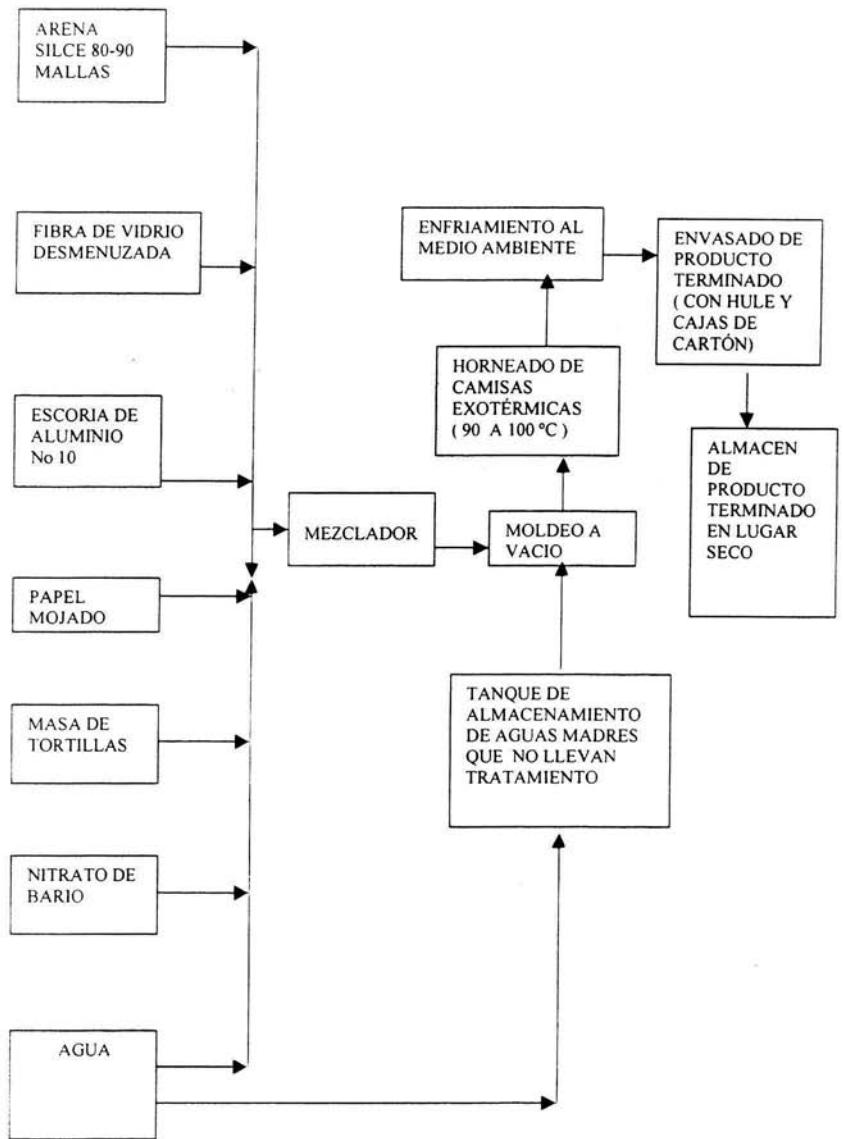


FIG.9 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE LAS CAMISAS EXOTÉRMICAS

### III.4 CHATARRA DE ANTIMONIO

#### OBJETIVO

Transformar el desperdicio metálico de antimonio, en objetos útiles a la sociedad, fabricando portarretratos.

#### MATERIALES

Chatarra de antimonio

#### FUENTE

La chatarra de antimonio, al igual que el aluminio, también se adquiere en depósitos de desperdicios industriales, deshuesaderos etc.

#### USOS

La chatarra de antimonio se lleva a la fundición, donde es vertida al horno para fundirla a una temperatura de 630-700 °C y después ser vaciada en moldes de arena o metálicos (permanentes) para fabricar portarretratos (10).

#### PRECIO

El precio del metal antimonio de desperdicio, como materia prima y el precio de producto terminado, en diferentes presentaciones se dan en la tabla número 8:

TABLA.8 PRECIOS DEL ANTIMONIO

MATERIAL	PRECIO / kg.
Antimonio (materia prima)	\$ 6.00
Portarretratos (producto terminado)	\$ 120.00

#### PRETRATAMIENTO

Al antimonio se le quitan los metales que no son de su naturaleza con desarmador y pinzas para evitar contaminación en la fusión



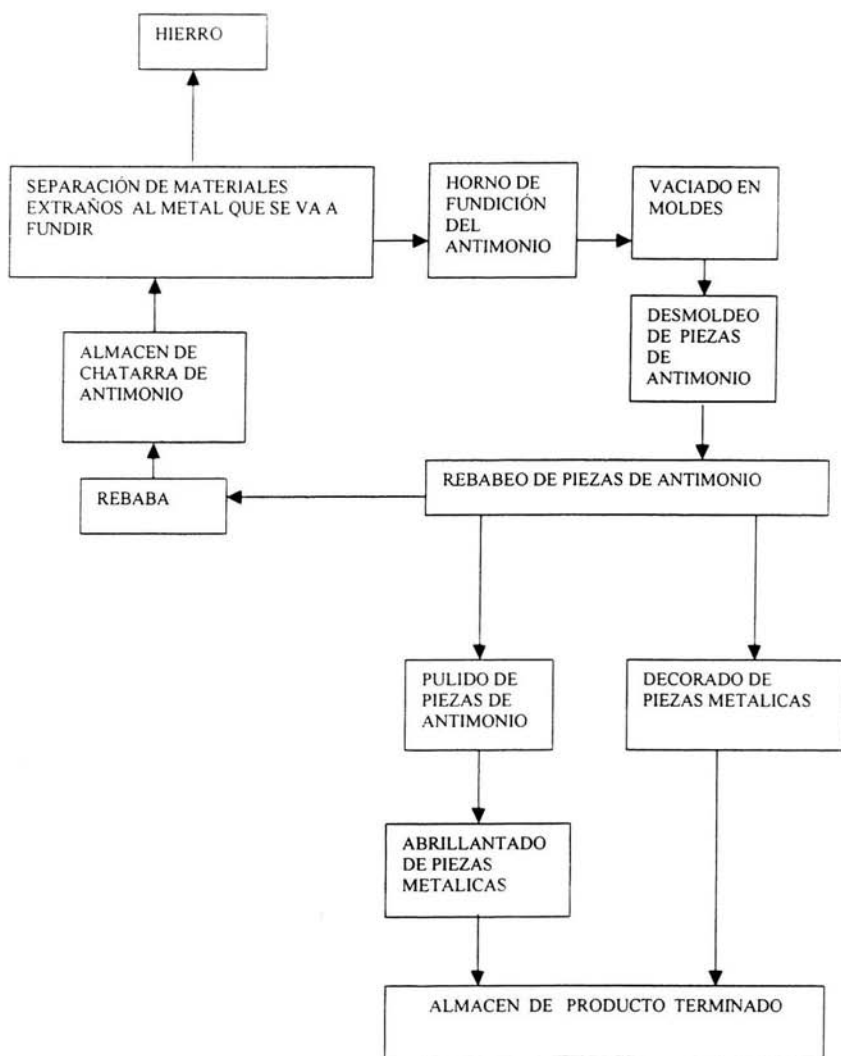


FIG.10 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE FUNDICIÓN Y ACABADO DEL ANTIMONIO

## RENDIMIENTO

El antimonio fundido y moldeado tiene un rendimiento del 75 al 85 %.

## SUBPRODUCTOS

En la fusión del antimonio el único subproducto que se obtiene es la escoria fina ( 20 mallas) que se almacena para después buscarle un uso.

## RESULTADOS

Se obtienen portarretratos.

## CONCLUSIONES

Se logró transformar la chatarra metálica de antimonio, en objetos útiles a la sociedad como portarretratos. Con esto no se permite que se generen grandes cantidades de residuos que contaminen el medio ambiente y como consecuencia, se generan fuentes de empleo. El antimonio se puede reciclar las veces que se quiera.

### III.5 CHATARRA DE BRONCE Y LATÓN

#### OBJETIVO

Transformar los desperdicios metálicos de bronce y latón en objetos útiles a la sociedad, fabricando moldes metálicos (permanentes), herrajes, piezas para maquinaria, muebles, piezas de artesanía y otros (11).

## MATERIALES

Chatarra de bronce y latón.

## FUENTE

La chatarra de bronce y latón se adquiere de industrias desperdicios industriales.

## USOS

La chatarra de bronce y latón se utiliza para elaborar piezas como:

- a) HERRAJES para puertas, ventanas, barandales y portones.
- b) Terminales para baterías de autos.
- c) Artesanía.

## PRECIO

El precio de los metales de desperdicio, como materia prima y el precio de productos terminados, se dan en la tabla 9:

TABLA. 9 PRECIOS DEL LATÓN Y BRONCE

MAT. PRIMA	PRECIO / kg.	PROD. TERMINADO	PRECIO/ kg.
LATÓN	\$ 7.50	HERRAJES	\$ 120.00
BRONCE	\$ 7.50	HERRAJES	\$ 120.00

## PRETRATAMIENTO

Al bronce y latón antes de fundirlos se les elimina con desarmador y pinzas contaminantes metálicos que no son de su naturaleza.

## RENDIMIENTO

El bronce y el latón en el proceso de la fusión y moldeo tienen un rendimiento del 75 al 90 %.

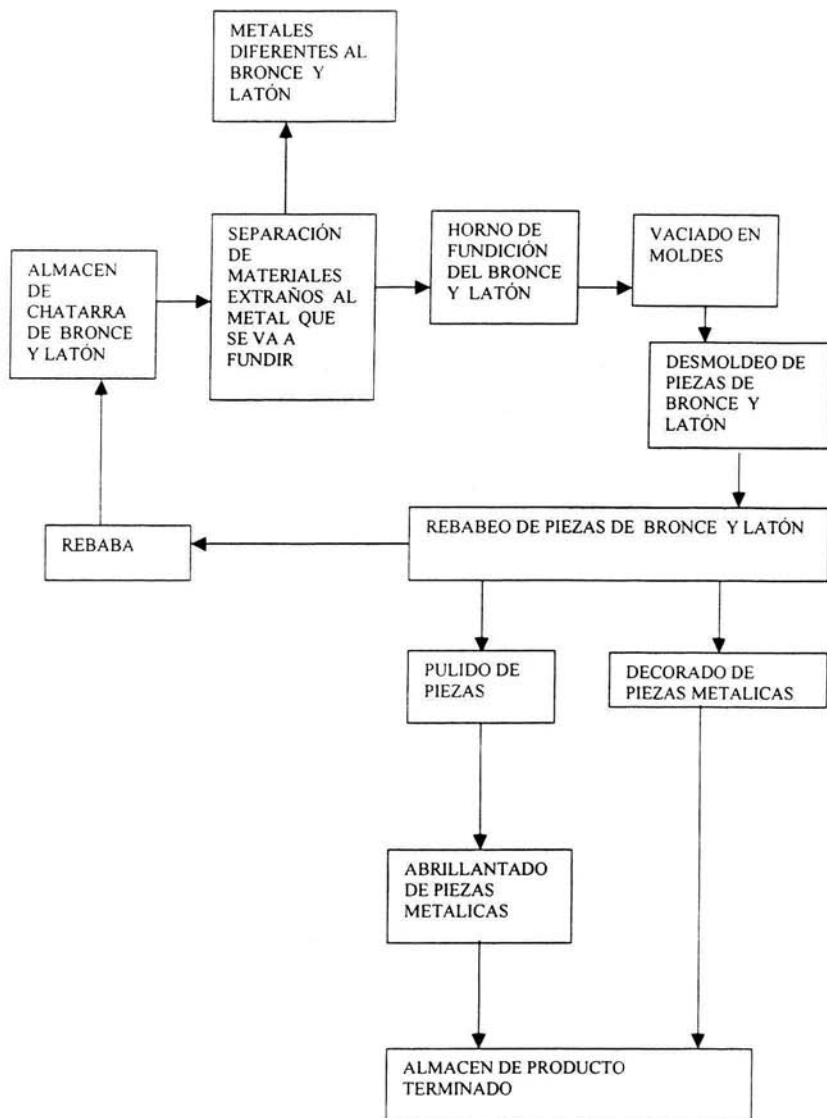


FIG.11 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO FUNDICIÓN Y ACABADO DE BRONCE Y LATÓN

## SUBPRODUCTOS

En el proceso de la chatarra de bronce y latón, el único subproducto que se obtiene es también la escoria ( 20 mallas ) que se almacena para después buscarle un uso.

## RESULTADOS.

Se obtienen: moldes metálicos, herrajes y artesanía.

## CONCLUSIONES

Se logró transformar los desperdicios metálicos de bronce y latón en objetos útiles a la sociedad como son moldes metálicos, herrajes, accesorios para maquinaria y otros. Con esto no se permite que se generen grandes cantidades de basura que contaminen el medio ambiente y como consecuencia se generan fuentes de empleo. De esta manera el bronce y el latón se pueden reciclar las veces que se quiera.

### III.6 CHATARRA DE COBRE

Se pretende elaborar la aleación de cobre con zinc para fabricar con este material: moldes permanentes, herrajes y artesanía.

#### MATERIALES

- a) Chatarra de cobre
- b) Chatarra de zinc.

#### FUENTE

La chatarra de cobre y zinc, se adquiere en depósitos de desperdicios industriales o en industrias que generan estos materiales como residuos.

#### USOS

La chatarra de cobre y zinc sirve para fabricar latón, y así obtener diversas piezas como artesanía, piezas para maquinaria y herrajes .

#### PRECIO

El precio de los metales de desperdicio de cobre y zinc, como materia prima es de \$ 12 y \$ 10 por kg. respectivamente y el precio como producto terminado, se reporta en la tabla 10:

TABLA. 10 PRECIOS DEL LATÓN

PROD. TERMINADO	PRECIO/ kg.
HERRAJES	\$ 120.00
ARTESANÍA	\$ 800.00

#### PRETRATAMIENTO

El tratamiento que se le da al cobre es eliminar otros metales, para evitar contaminación, al verter el metal al horno para su fusión

#### RENDIMIENTO

La chatarra de cobre tiene un rendimiento semejante al bronce y latón, ( 75 al 90 %).

#### SUBPRODUCTOS

En la fusión del cobre se obtiene un subproducto que es la escoria (20 mallas) la cual se almacena para buscarle después un uso.

#### RESULTADOS

Se obtienen diversas piezas de latón

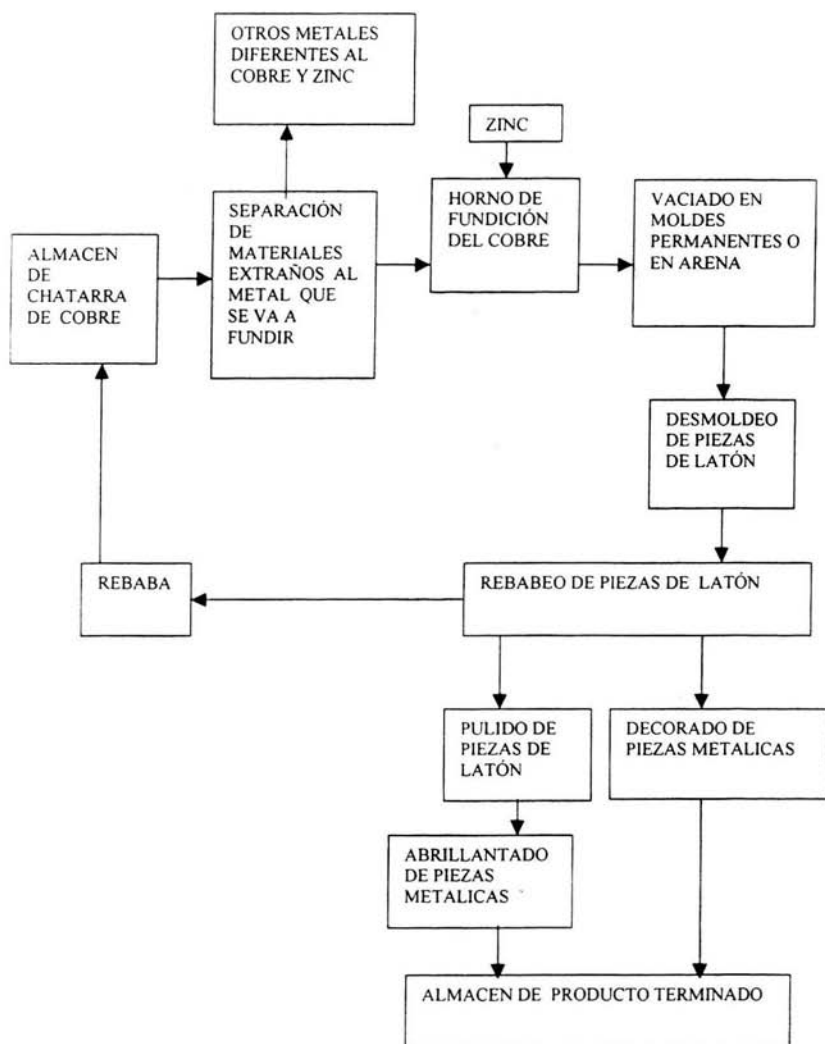


FIG.12 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE LA ALEACIÓN DEL COBRE CON EL ZINC

## CONCLUSIONES

Se logró transformar el residuo de cobre en objetos útiles a la sociedad como son moldes metálicos, herrajes, accesorios para maquinaria y otros. Con esto se evita que se generen grandes cantidades de basura que contaminen el medio ambiente, y como consecuencia se generan fuentes de empleo. El cobre y el zinc, se pueden reciclar las veces que se quiera.

### III.7 CHATARRA DE MAGNESIO Y COBRE

#### OBJETIVO

Pulverizar los desperdicios metálicos de magnesio y cobre para satisfacer las necesidades de la industria de la pirotecnia, utilizándolos como combustibles y colores.

#### MATERIALES

- a) Chatarra de magnesio.
- b) Chatarra de cobre.

#### FUENTE

El magnesio y el cobre son adquiridos de talleres mecánicos, talleres eléctricos o de depósitos de desperdicios industriales.

#### USOS

El magnesio y el cobre son utilizados en la industria de la pirotecnia para dar las vistosas luces blancas y azules, en los juegos artificiales.



## PRECIO

El magnesio es comprado en \$4.00/kg., mientras que el cobre se consigue a \$12.00/kg. y el precio del magnesio pulverizado es de \$ 100.00/kg, mientras que el cobre se vende en \$ 120.00/kg.

## PRETRATAMIENTO

En el caso del magnesio y cobre, antes de pulverizarlos, es importante eliminarles contaminantes como tornillos y toda pieza que sea de otra naturaleza de los metales que se van a procesar.

El magnesio y cobre se pueden procesar con disco de esmeril grado 24, para hacerlos polvo, y después se criban en granulometría 30 mallas y el material que queda debajo de la criba es utilizado para luces en los juegos artificiales, y el que queda en granulometría arriba del tamiz 30 se funde junto con los materiales que son de su misma naturaleza, para hacer piezas de artesanía (10).

## RENDIMIENTO

El rendimiento del magnesio y el cobre en el proceso de pulverización es de aproximadamente del 96%.

## SUBPRODUCTOS

En el proceso del magnesio y cobre, no se deriva contaminación, ya que el hierro que se obtiene en su limpieza, se vende a los depósitos de desperdicios industriales, y la grasa que en ocasiones tiene la chatarra de magnesio, es limpiada con diesel y esta mezcla se adiciona al aceite quemado para usarse después como combustible.

## COMPARACIÓN CON LOS INGREDIENTES CONVENCIONALES

La eficiencia del magnesio y cobre como producto terminado es bueno, comparado con el magnesio y cobre de importación, esto es de acuerdo con la

experiencia del personal que se dedica a los juegos pirotécnicos ya que los resultados que dan en las luces blancas y azules son excelentes.

## RESULTADOS

Se obtiene magnesio y cobre en polvo de buena calidad para ser usados en la pirotecnia

## CONCLUSIONES

Se logra utilizar la chatarra de magnesio y cobre para producir materia prima para los juegos artificiales en la pirotecnia y además se ayuda a disminuir la contaminación ambiental, no vertiendo estos residuos metálicos al medio ambiente

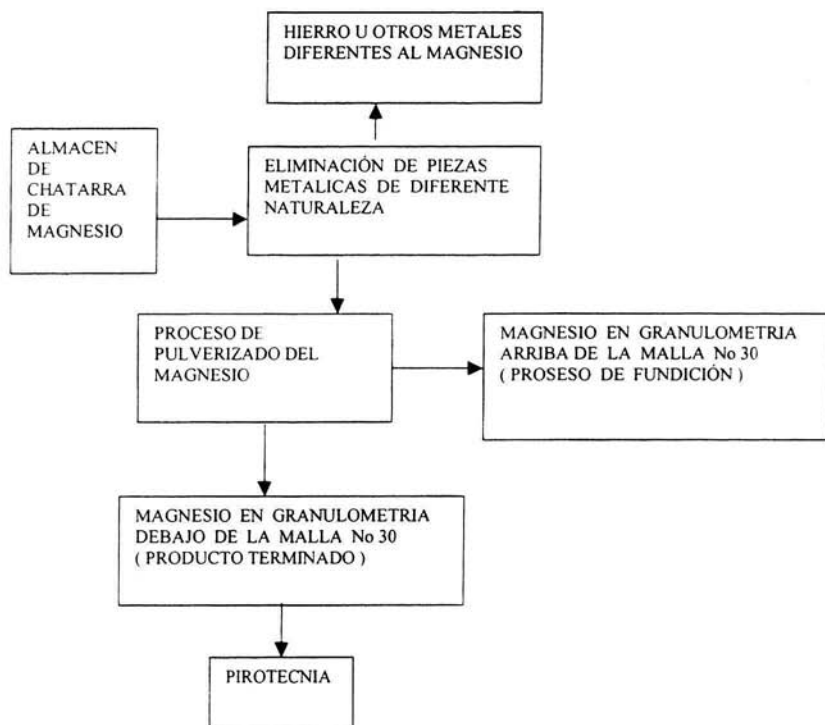


FIG.13 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL MAGNESIO

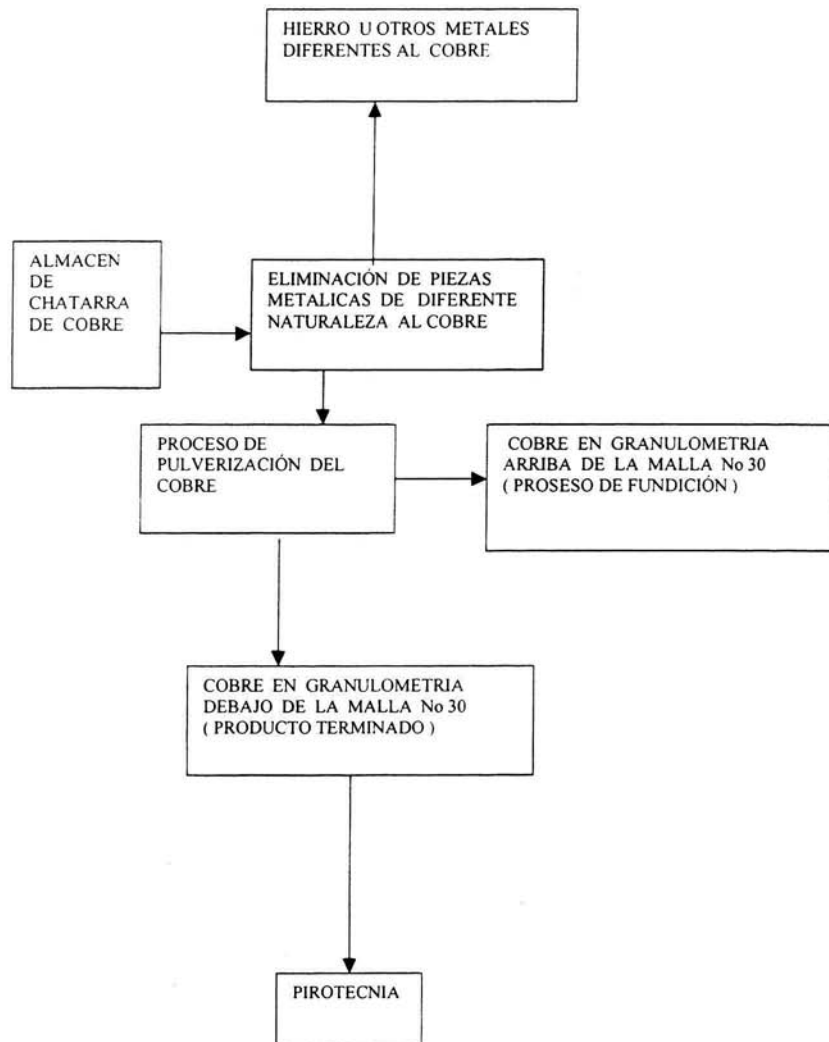


FIG.14 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL  
COBRE

#### IV NO METALES

##### OBJETIVO

##### IV.1 DESPERDICIO DE MADERA ( ASERRÍN ).

Moler desperdicio de madera (aserrín) a una granulometría de 80 mallas, que va de acuerdo a los requerimientos de algunas industrias como Bayer de México o fundiciones.

##### MATERIALES

Residuo de madera (aserrín).

##### FUENTE

El aserrín se obtiene de los aserraderos y madereras que lo producen como residuo.

##### PRECIO

El precio del aserrín como materia prima y como producto terminado ( harina de madera 80 mallas) se da en la tabla 11:

TABLA 11 PRECIOS DEL ASERRÍN

MATERIAL	PRECIO /kg.
ASERRÍN (MATERIA PRIMA)	\$ 3.05
HARINA DE MADERA (PROD. TERMINADO)	\$ 4.07

##### USOS

El aserrín molido a 80 mallas, se le conoce como harina de madera, y lo compran algunas industria para utilizarlo en la elaboración de insecticidas llamados Raidolitos o también la industria de la fundición para el proceso del moldeo en arena de piezas de hierro.

##### PRETRATAMIENTO

El tratamiento que se le da al aserrín es como sigue: eliminación de metales (clavos, alambre etc.) y materiales extraños como contaminación que pueda llevar, ya que en la molienda, la fricción de metales con las partes metálicas del molino, puede provocar que se incendie el aserrín.

## RENDIMIENTO

El rendimiento en el proceso de la molienda del aserrín está entre el 98 y 99 %.

## SUBPRODUCTOS

Se tienen pocos residuos, siempre y cuando no haya fugas en las mantas de los molinos de martillos, y que además, cuando se haga limpieza en el molino se guarde el material que queda en rincones de este, para que cuando se vuelva a moler dicho material se mezcle con el nuevo.

## RESULTADOS

Se obtiene harina de madera tamizada en malla 80, a partir de residuo de madereras y carpinterías ( aserrín ).

## CONCLUSIONES

Se logró el objetivo de moler el aserrín a una granulometría de 80 mallas para satisfacer las necesidades requeridas por algunas industrias de la transformación, como las que elaboran insecticidas y la industria de la fundición.

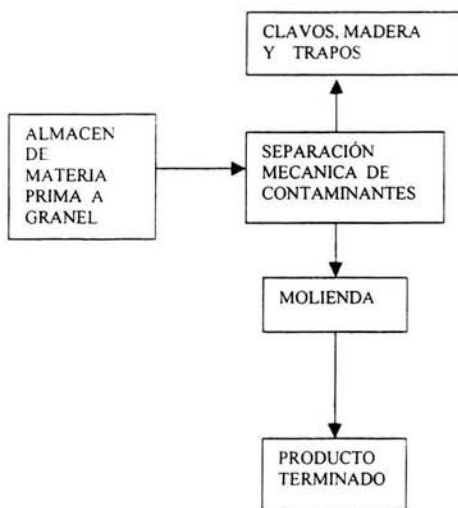


FIG.15 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE LA MOLIENDA DEL ASERRÍN

## IV.2 RESIDUOS DE BALATA DE AUTOS

### OBJETIVO

Moler y cribar los desperdicios de balatas de autos en malla número 12.

### MATERIALES

Desperdicio de balatas de autos.

### FUENTE

La balata de desperdicio se obtiene de talleres mecánicos

### PRECIO

El precio de la balata como materia prima y como producto terminado se tiene en la tabla 12:

TABLA. 12 PRECIOS DE LOS RESIDUOS DE BALATAS

MATERIAL	PRECIO / kg
MATERIA PRIMA	\$ 2.50 <sup>00</sup>
PRODUCTO TERMINADO	\$ 4.50 <sup>00</sup>

### USOS

La balata molida a una granulometría 12 mallas se reutiliza en la fabricación de nuevas balatas.

### PRETRATAMIENTO

La balata se quiebra con mazo para poderla introducir al alimentador del molino de martillos.

### RENDIMIENTO

En la molienda y clasificación de residuos de balata se tiene un rendimiento del 70 % de material requerido por el cliente que es en malla número 12.

## SUBPRODUCTOS DE LOS SUBPRODUCTOS

No existen residuos ya que todo el material es reciclado.

## RESULTADOS

Se obtiene balata molida en granulometría 12 – 20 mallas.

## CONCLUSIONES

Se logra la molienda y cribado del residuo de balata a una granulometría 12 mallas.

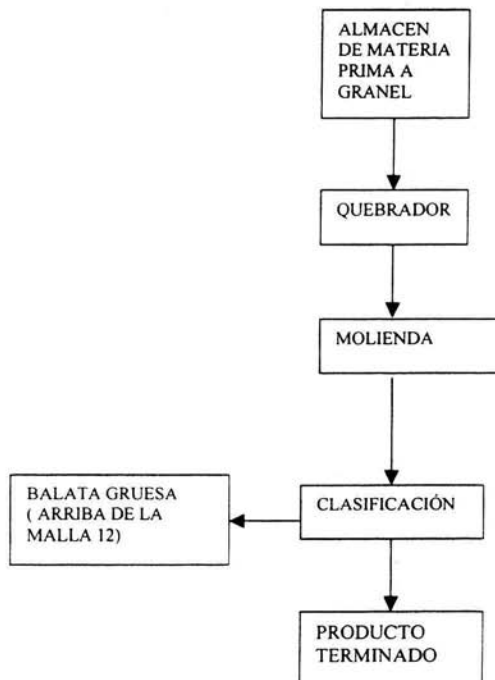


FIG. 16 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE LA BALATA

### IV.3 CISCO DE CARBÓN VEGETAL

#### OBJETIVO

Dar buen servicio a la industria de la fundición, e industria papelera, como Mexicana de papel periódico o Kimberly Clark de México, proporcionándoles materias primas que necesitan para sus procesos, y qué mejor si las materias primas son de calidad y de origen residual, como es el cisco de carbón vegetal.

#### MATERIALES

Desperdicio de cisco de carbón vegetal.

#### FUENTE

El cisco de carbón vegetal se compra a las carbonerías, que lo generan como residuo industrial.

#### COSTOS

El cisco de carbón se compra y se vende como productos terminados de acuerdo a la tabla 13:

TABLA 13 PRECIOS DEL CISCO DE CARBÓN A DIFERENTES GRANULOMETRIAS

MATERIAL	PRECIO / kg.
DESPERDICIO DE CARBÓN VEGETAL	DE \$ 0.75 a \$ 1.20
CARBÓN VEGETAL MALLA 4 - 10	\$ 4.00
CARBÓN VEGETAL MALLA 10 - 20	\$ 4.00
CARBÓN VEGETAL MALLA 200	\$ 4.00

#### USOS

Las empresas que requieren el material son: Mexicana de Papel Periódico, y Kimberly Clark de México que lo compran en tamiz 4 -10 para el proceso del papel. Las industrias de la fundición de hierro requieren el material en malla 10-20 y 140 para el proceso del acero y en malla 200 para los juegos pirotécnicos.

#### PRETRATAMIENTO

El único tratamiento que lleva el cisco de carbón es el secado, si es que llega mojada la materia prima. El proceso de secado se lleva a cabo con radiación



solar, ya que si se quisiera hacer con algún combustible por conducción de calor, correría el riesgo de quemarse, reduciéndose a cenizas.

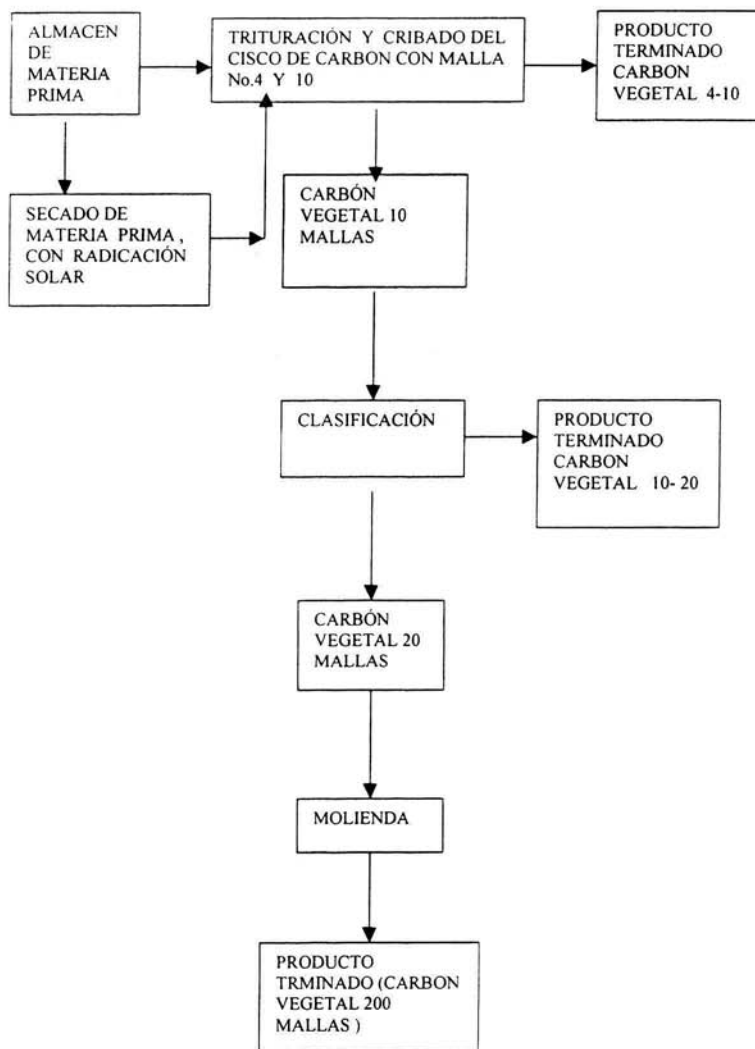


FIG. 17 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL CISCO DE CARBÓN

## RENDIMIENTO

El rendimiento en el proceso del cisco de carbón para obtener diferentes productos es excelente ya que recupera aproximadamente el 99 % del material

## SUBPRODUCTOS DE LOS SUBPRODUCTOS

No existen subproductos, pues se obtienen 3 diferentes productos, en diferentes tamaños de grano como son: carbón vegetal 4 -10, carbón 10-20, carbón 200 mallas.

El único subproducto que se puede tener se da cuando se suelta alguna manga del molino de martillos, al procesar el carbón 200 mallas, emitiendo a la atmósfera polvo fino de carbón, el cual se corrige, deteniendo el proceso para amarrar mantas o cambiarlas si es que es necesario.

## RESULTADOS

Del cisco de carbón vegetal, se obtienen diferentes productos en diferentes granulometrías:

- a) carbón vegetal 4 -10 mallas.
- b) carbón vegetal 10-20 mallas.
- c) carbón vegetal 200 mallas.

## CONCLUSIONES

Se logró recuperar el cisco de carbón, generalmente considerado como un residuo, pero que adecuadamente tratado, se pueden obtener productos útiles a la industria del papel, la metalurgia, pirotecnia e incluso, para hacer briquetas de carbón y ser consumidas como combustible.

## IV.4 RESIDUOS DE FOCOS

### OBJETIVO

Triturar y cribar desperdicio de focos para separar resina, rosca de aluminio, vidrio y tungsteno.

## MATERIALES

Desperdicio de focos.

## FUENTE

Los focos se obtienen de desperdicio de industrias de luminarias como OSRAM y otras.

## COSTOS

El costo de la luminaria ( foco de desecho) es de \$1.50/kg. y de los materiales obtenidos de la luminaria como producto terminado se reporta en la tabla 14:

TABLA 14 PRECIOS DE LA RESINA, VIDRIO Y ALUMINIO DE FOCO

MATERIALES ( Residuo de foco )	PRECIO Producto Terminado
RESINA DE FOCO MALLA 10 - 20	\$ 2.20/ kg.
ALUMINIO	\$ 10.00/kg.
VIDRIO 60 MALLAS	\$ 2.07/kg

## USOS

La resina de rosca de foco se criba en malla 10-20 y se vende para utilizarse en fachadas de los muros de casas. El vidrio en malla número 60 se utiliza para fabricar abrasivos que sirven para pulir el aluminio, la rosca de aluminio se funde para reciclarlo y el filamento se mezcla con el barro refractario para reparar los hornos de fundición.

## PRETRATAMIENTO

Se quiebra el foco para después cribar y separarle el vidrio, la rosca de aluminio y el filamento.

## RENDIMIENTO

En el proceso se tienen varios productos como vidrio, resina en diferentes tamizados, aluminio y tungsteno.

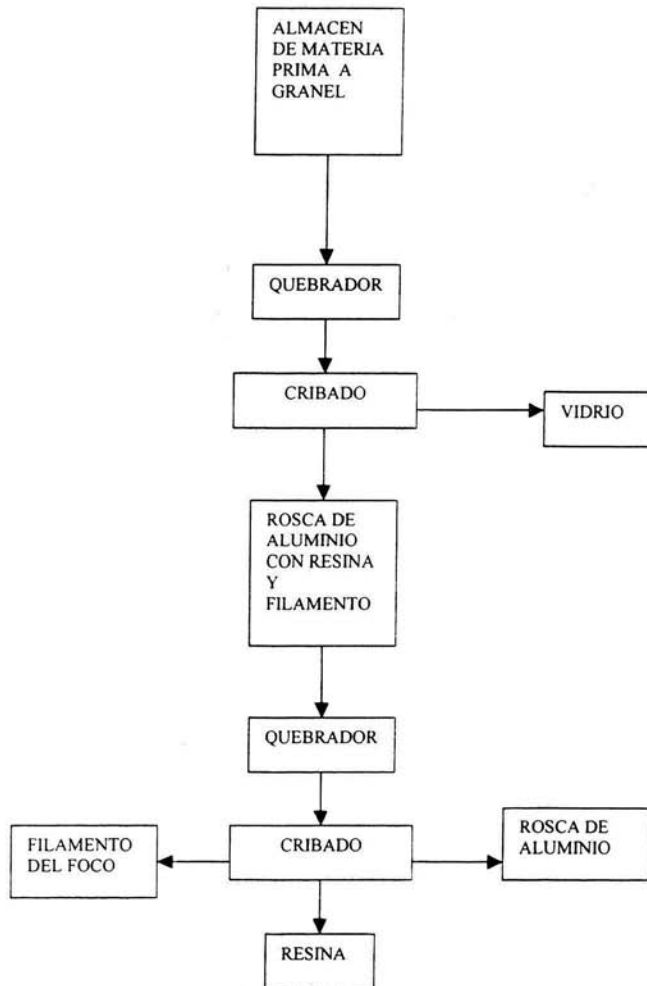


FIG.18 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE LA RESINA DE FOCO

## PRODUCCIÓN NACIONAL

De acuerdo a la tabla 15 según el INEGI de 1995 al año 2000 la producción municipal de vidrio en miles de toneladas fue de:

TABLA 15 PRODUCCIÓN MUNICIPAL DE VIDRIO

VIDRIO	1995	1996	1997	1998	1999	2000
RECICLABLES GENERADOS	1800.1	1885.6	1727.1	1802.5	1826.7	1813.2
RECICLABLES RECUPERADOS	69.1	72.4	66.3	69.2	70.1	69.6

### SUBPRODUCTOS

No hay subproductos ya que tanto la resina como el vidrio, la rosca de aluminio y el filamento tienen un uso como materia prima.

### RESULTADOS

Se obtiene resina de focos, tungsteno, vidrio y aluminio.

### CONCLUSIONES

Se logra el objetivo de separar todos los componentes del residuo de focos de iluminación, para después usarlos como materia prima en la elaboración de diferentes productos.

## IV.4.1 ELABORACIÓN DE PASTA PULIDORA A PARTIR DE VIDRIO

### OBJETIVO

Elaborar una pasta abrasiva para desbastar metales, a partir de cebo de res, vidrio molido y colorante.

## MATERIALES.

Las materias primas que se utilizan para la elaboración de este producto son:

- 1) Aromatizante vegetal ( de buen aroma llamado tabaquillo)
- 2) Color natural como presentación y abrasivo ( mineral de óxido de hierro rojo)  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- 3) Grasa de res como aglomerante.
- 4) Vidrio como abrasivo.

## FUENTE.

- 1) El aromatizante, que elimina el mal olor que tiene la grasa animal, se adquiere de un vegetal llamado tabaquillo, que tiene aroma agradable y que proviene del bosque.
- 2) El color se obtiene de la molienda del mineral óxido de hierro rojo.
- 3) La grasa animal se obtiene de carnicerías o de rastros.
- 4) El vidrio se obtiene de vidrieras y se muele a 60 mallas.

## PRECIO

Los costos de la materia prima se reportan en la tabla número 16.

TABLA 16 PRECIOS DE LA MATERIA PRIMA PARA PRODUCIR  
PASTAS ABRASIVAS

MATERIAL	PRECIO / kg
Tabaquillo ( vegetal molido)	\$ 0.20
Oxido de hierro rojo 200 mallas	\$ 1.73
Grasa de res	\$ 1.50
Vidrio 60 mallas	\$ 2.70

## USOS

La pasta pulidora se usa para pulir piezas metálicas de aluminio, cobre, antimonio, latón, bronce, y otros materiales metálicos, con ayuda de una rueda de laso tratado con resinas llamada rueda de sisal. La rueda de sisal lubricada

con la pasta abrasiva se hace girar a una velocidad de 3200 revoluciones por minuto, y se fricciona la pieza metálica a pulir para quitar rebaba y aspereza en las piezas metálicas.

#### PRETRATAMIENTO

Si se compra el cebo, con pellejos, este se pone a calentar para poder después por medio de filtrado, eliminarle los pellejos que se obtienen al fundir el cebo.

#### EFICIENCIA

La pasta da buen rendimiento en el pulido de las piezas metálicas comparándola con las que se venden en el mercado, dando un rendimiento del 10 al 15 % mas y dando un buen acabado en el desbaste de las piezas metálicas.

#### SUBPRODUCTOS

Como subproductos se obtiene la desintegración de esta pasta y la rueda de sisal ( hilos ). La cual se deja acumular y se almacena y ya teniendo aproximadamente de 15 a 20 kg.:

- 1) Se pone a calentar el residuo de la pasta con los hilos, a una temperatura entre 40 y 50 °C.
- 2) Después se filtra la mezcla, en una criba metálica del número 40 para recuperar el cebo y el vidrio, a excepción de los hilos de la rueda de sisal los cuales, son desechados a la basura (material biodegradable).

TABLA 17 COMPARACIÓN DE PRECIOS DE PASTA COMERCIAL Y RECICLADA

PRODUCTO	PRECIO /kg.
Pasta comercial	\$30.00
Pasta de reciclaje	\$8.00 (fabricada con desperdicios)

#### RESULTADOS

Se obtiene pasta pulidora que funciona muy bien en el desbaste de piezas metálicas.

## CONCLUSIONES

Se logró que a partir de residuos industriales se obtenga una pasta pulidora para desbastar piezas metálicas, dándoles un buen acabado. Comparado con las pastas comerciales, tiene aproximadamente el mismo rendimiento y el costo es menor.

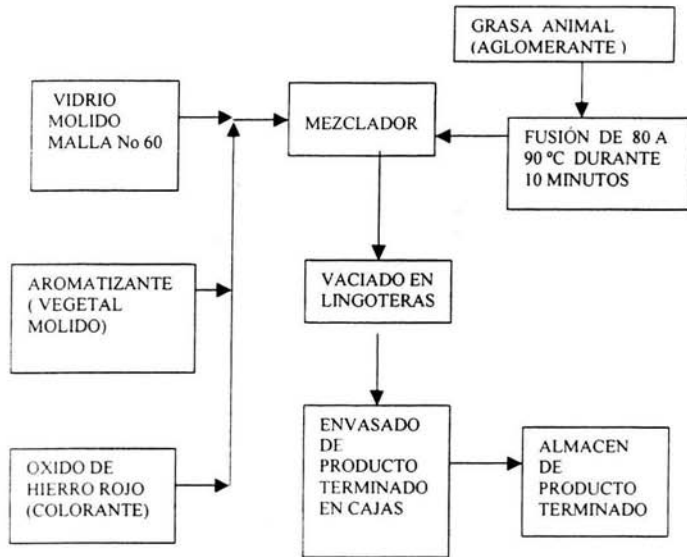


FIG.19 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE LA PASTA PULIDORA DE METALES.

## IV.5 DESPERDICIO DE MÁRMOL

### OBJETIVO

Moler o quebrar desperdicio de mármol para usarlo en el proceso de un producto llamado polvo separador o para fabricar granito para decoración de pisos y muros de casas.



## MATERIALES

Desperdicio de mármol.

## FUENTE

El desperdicio de mármol se obtiene de marmolerías.

## COSTOS

El precio del mármol como desperdicio y como producto terminado se reporta en la tabla 18:

TABLA 18 PRECIOS DEL MARMOL

MATERIAL	PRECIO/ kg.
DESPERDICIO DE MÁRMOL	\$ 0.20
CARBONATO DE CALCIO MALLA 200	\$ 1.95

## USOS

El Mármol molido a 200 mallas se utiliza como carbonato de calcio para la fabricación de un producto llamado polvo separador o granito para decoración de pisos y muros. También se utiliza como materia prima para fundentes de latón y para bases de artesanía.

## PRETRATAMIENTO

Al mármol se le quita manualmente materiales, como trapos, madera y papel y se quiebra para poder introducirlo a la alimentación del molino de martillos.

## RENDIMIENTO

La eficiencia en la molienda del desperdicio de mármol es del 98.5 al 99 %.

# ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

## SUBPRODUCTOS

No hay subproductos todo el material en diferente presentación tiene usos

## RESULTADOS

Se obtiene del desperdicio del mármol, materia prima para diferentes usos

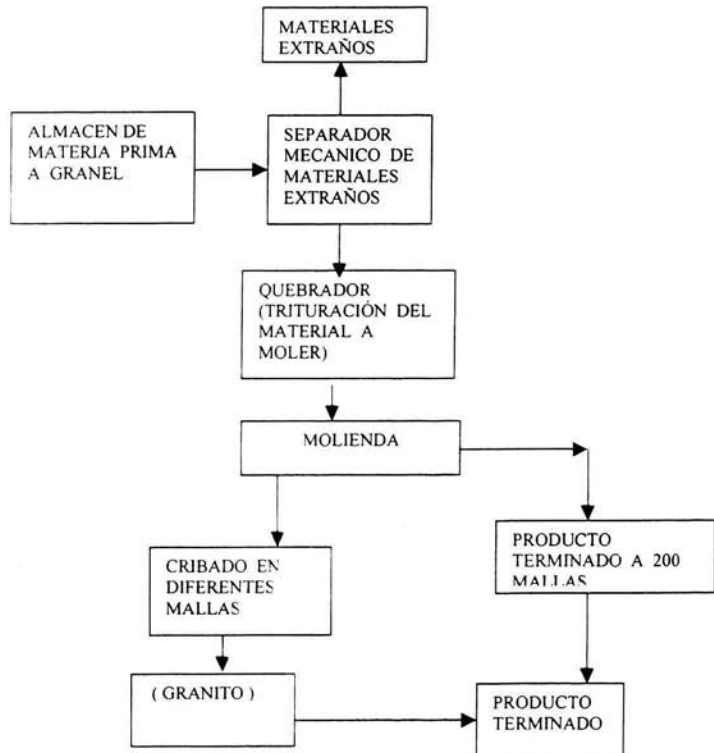


FIG.20 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL  
MÁRMOL

#### IV.5.1 ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO PARA LA FUNDICIÓN A PARTIR DE DESPERDICIO DE MÁRMOL.

##### OBJETIVO

Elaborar a partir de desperdicio de mármol un producto llamado polvo separador, que sirve para desmolde de piezas metálicas en moldes de arena, en la fundición de metales

##### MATERIALES

Las materias primas que se requieren para la elaboración del polvo separador son:

- 1) Carbonato de calcio ( desperdicio de mármol ).
- 2) Ácido esteárico (  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{COOH}$  ).
- 3) Envases de polietileno y sacos de rafia para envasado de 50 kg

##### FUENTE

- 1) La pedacearía de mármol como desperdicio, se obtiene de las marmolerías.
- 2) El ácido esteárico se compra a la industria de químicos que lo produce.
- 3) Los envases se compran a industrias que los elaboran.

##### PRECIO

- 1) El mármol se puede obtener regalado, o a un costo de \$ 400.00 por viaje de aproximadamente 6000 kg.
- 2) El ácido se compra a \$ 4.00 el kilogramo.

##### USOS

El mármol se usa para fabricar un producto llamado polvo separador, que se utiliza en el moldeo en arena de piezas metálicas. El procedimiento es polvorear, con este producto las dos partes del molde en arena que se ensamblan y al volver a retirarlas estas, deben separarse, sin que se pegue una parte del molde con la

otra, y así evitar que la arena se rompa y ocasione que al vaciar el metal fundido tenga demasiada rebaba en las piezas metálicas fundidas.

#### PRETRATAMIENTO

Como desperdicio el mármol trae consigo papel, trapo, plástico, los cuales hay que quitárselos manualmente.

#### RENDIMIENTO

Este material da buen rendimiento como polvo separador, en el desmolde en arena de piezas metálicas.

#### SUBPRODUCTOS

No hay muchos subproductos ya que el material llamado polvo separador, que se utiliza en el moldeo, queda mezclado en la arena, ( 10 gramos aproximadamente, por cada 100 kg. de arena ) y éste se quema produciendo gases de combustión al contacto con el metal fundido.

#### RESULTADOS

Se obtiene un producto llamado polvo separador que se utiliza en la industria de la fundición.

#### CONCLUSIONES

Para la industria de la fundición se logra obtener el producto llamado polvo separador, a partir de un residuo industrial como es la pedacería de mármol.

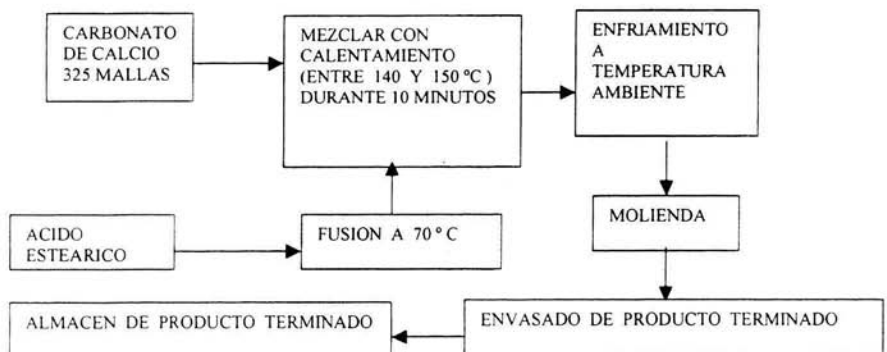


FIG.21 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE POLVO SEPARADOR

## V. ELABORACIÓN DE BARNIZ Y PEGAMENTO A PARTIR DE DESPERDICIO DE UNICEL

Elaborar un pegamento para pegar alfombras de auto, cerámica, madera, plástico con metal y/o fabricar un barniz para ladrillo, en decoraciones interiores de casas, a partir de desperdicio de unicel.

### MATERIALES

La materia prima a usar es:

- 1) Unicel.
- 2) Thinner acrílico.
- 3) Mármol molido 325 mallas (carbonato de calcio) para darle mayor consistencia y color al pegamento.

### FUENTE DE MATERIAS PRIMAS

1) El unicel se puede obtener como desperdicio de diferentes lugares, como es de escuelas, tiendas comerciales, del hogar, de oficinas, de talleres, de basureros etc.

2) El solvente puede ser adquirido en las casas de pinturas o en la industria que elabora esta materia prima.

3) El carbonato de calcio se compra o se puede procesar, moliendo el mármol en un molino de martillos, a una granulometría de 325 mallas.

### PRECIO

- 1) El desperdicio de unicel es regalado, ya que no tiene demanda.
- 2) El thinner acrílico tiene un costo de \$ 16.00 por litro.
- 3) El carbonato de calcio tiene un costo de \$3.60 /kg.

## USOS

El unigel sirve para elaborar un pegamento muy parecido al Resistol, que pega plástico, alfombra al metal, cerámica y madera. Sirve también para fabricar barniz, para muros interiores de casas, restaurantes, negocios etc. construidos de tabique rojo.

## PRETRATAMIENTO

El unigel cuando se adquiere sucio se le da una limpieza para procesarlo. El tratamiento que se le da es lavar con agua y jabón. Si lleva papel adherido, se le desprende el papel para evitar posteriormente el proceso de filtrado, que es muy difícil, ya que por lo viscoso del producto, este se pega en el filtro.

## EFICIENCIA

El producto terminado es muy eficiente como pegamento y como barniz. Como pegamento del papel es un poco tardado el secado, aproximadamente unos 10 minutos, por lo que requiere un posible catalizador que acelere el secado.

## SUBPRODUCTOS

No hay subproductos, el único que puede contaminar es el solvente que se desprende como vapor, por su alta volatilidad.

A la pedacería de unigel se le corta el papel o plástico que pueda llevar, para quitarle estos contaminantes, y estos a su vez se remojan en agua para separarlos y el papel se usa en el proceso de otro producto llamado camisas exotérmicas.

## COMPARACIÓN CON LOS PEGAMENTOS Y BARNICES CONVENCIONALES

Comparando estos productos con los convencionales:

1) Al pegamento, le hace falta un tiempo de secado menor que los convencionales.

2) En cuanto al barniz para interiores de casas, es similar a los convencionales ya que la apariencia es aceptable.

## RESULTADOS

Se logra obtener pegamento y/o barniz para poder sustituir a los comerciales a un precio mas económico, ayudando a que no se genere mas basura.

El unicel como derivado del petróleo no se degrada en poco tiempo, contaminando el suelo.

Con mas investigación, el pegamento se podría fabricar con mucho mejor calidad.

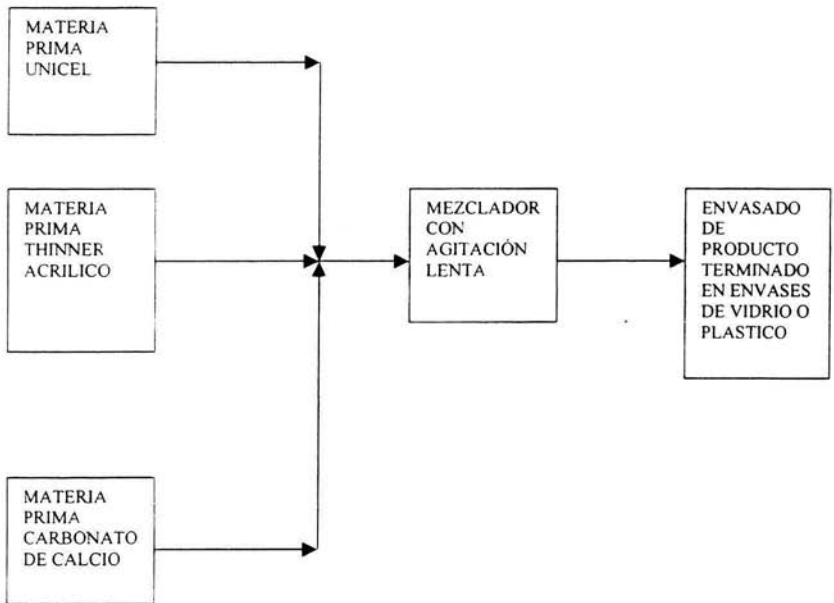


FIG.22 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL PEGAMENTO Y BARNIZ A PARTIR DE UNICEL

## VI DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Actualmente gracias a la ciencia y a la tecnología las industrias extractivas y de transformación generan grandes cantidades de productos útiles a la sociedad, a partir de los recursos naturales, pero que por motivo del proceso, varios se convierten en subproductos industriales, o en ocasiones la misma sociedad los desecha como basura, pues el concepto que tenemos de basura mas que ser intrínseco depende del lugar donde se coloque el material. Si un material (por ejemplo un refresco enlatado) se encuentra encima de la mesa en donde habitualmente tomamos nuestros alimentos, el refresco es una bebida refrescante, si ese mismo envase se encuentra en el bote de basura, entonces ya es parte de la basura y eso es simplemente por su ubicación; si un foco lo tenemos en nuestra casa y funciona, es un material útil pero si este foco se funde lo colocamos en el bote de basura y por lo tanto también es parte de la basura; si el aceite lubricante se encuentra en un envase que proviene de la industria que lo produce, este es útil para motores de autos, pero si este aceite se retira del auto tiempo después como aceite quemado será un residuo. Así en cada uno de los incisos de trabajo presentados, se observa como materiales, que aparentemente son desechos, pero que con tratamiento adecuado y con costo competitivo se pueden obtener productos utilizables que por el simple hecho de haber cambiado de forma pasan a ser por ejemplo un adorno en vez de bolsas metalizadas de desecho. En esta tesis se rescata la idea de que si las cosas están en la basura no es porque necesariamente sea basura sino porque para nosotros ya no representa utilidad, pero ese foco lleva vidrio, resina aluminio y tungsteno, todos materiales útiles cuyo tratamiento los vuelve a ser utilizables. Es por eso que espero que esta tesis sea de gran ayuda a tomar conciencia a los empresarios, administradores, ingenieros, estudiantes y a la sociedad en general en que sí se pueden aprovechar los desperdicios industriales y que buscando un adecuado desarrollo de tecnología de reutilización y de reciclaje se puede ayudar a prevenir y conservar nuestro medio ambiente y por ende a crear fuentes de empleo.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Avner, Sidney H. *Introducción a la Metalúrgica Física*. primera impresión. Editorial Mc Graw-Hill. México, Nov. 1977.
- 2.- Burgoyne Edward E. *Principios de Química Orgánica*. Editorial El manual Moderno S.A de C.V México D.F.
- 3.- Cuadri y Sánchez. *La ciudad de México y la contaminación Atmosférica*. Edición 1992. Editorial LIMUSA.
- 4.- Choppin Gregory R *Química*. Décima cuarta reimpression. Editorial Publicaciones Cultural. S.A de C.V. México 1976.
- 5.- Dikson. T.R. *Enfoque Ecológico*. Edición 1997. Editorial LIMUSA.
- 6.- Higgins. Raymond A. *Ingeniería Metalúrgica, Tomo I*. Décima primera impresión. Editorial C.E.C.S.A. México, nov 1984.
- 7.- Higgins. Raymond A. *Ingeniería Metalúrgica, Tomo II*. Cuarta impresión Editorial C.E.C.S.A. México, agosto 1976.
- 8.- Kern Donald Q. *Procesos de Transferencia de Calor*. Decimasexta impresión. Editorial C.E.C.S.A. Julio 1982
- 9.- Molina Font Julio *Diccionario químico*. Ingles Español.
- 10.- Perry H. John . *Manual del Ingeniero Químico. Tomo II* . Reimpresión 1981. Editorial UTHEA.
- 11.- Tyler G, Miller, JR. *Ecología y medio ambiente*. Grupo Editorial Ibero América S.A de C.V
- 12.- Turk, A. Turk y Janet Wittes *Ecología, Contaminación, Medio Ambiente*. Edición 1973. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. S.A. de C.V.
- 13.- Vizcaino Francisco. *La contaminación en México*. Editorial Fondo de cultura económica. México, D.F 1980.

- 14.- <http://www.tododecarton.com/reciclaje.php>
- 15.- file://A:/REC DE ACEITE.htm
- 16.- [www.amicolor.org/opciones/recic.shtml](http://www.amicolor.org/opciones/recic.shtml)
- 17.- <http://www.geocities.com/camp-pro-amb/reciclaje.htm>
- 18.- <http://www.amiclolor.org/opciones/recic.shtml>
- 19.- <http://www.epa.gov/epaoswer/general/espanol/f94008s.htm>
- 20.- <http://www.elsalvador.com/noticias/2002/18/vida/>
- 21.- Industria Profunco Industrial S.A. de C.V.  
Dirección complejo Cuamañtla. Cuautilán Izcalli.
- 22.- Industria Químicos Reactivos y Minerales. S.A. de C.V.  
Dirección Industria Funco Artesanías S.A. de C.V.  
Dirección Km. 55.5 Carretera Naucalpan Ixtlahuaca.
- 23.- Leyva Dolores Beatriz y Baez Rios Hilda. *Planta Recicladora de Chatarra de Aluminio*. Tesis UNAM, F.E.S. Cuautitlán, Ingeniería Química.
- 24.- Barrios C.A. *Tendencias de los Envases Metálicos, Hojalata y Aluminio para Alimentos*. Tesis UNAM. F.E.S-Cuautitlán, Ingeniería en Alimentos.