

T  
676.2  
M04r



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**



“RECUPERACION DEL PAPEL DE LA BASURA  
URBANA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”

**PROYECTO DE GRADO**  
Previo a la obtención del Título de:  
**INGENIERO MECANICO**

Presentado por:  
**Luis Schubert Eduardo Moya Alchundia**

Guayaquil - Ecuador

1990

AGRADECIMIENTO

A Dios, mis padres y  
mi familia.

Al personal docente  
de la Facultad de -  
Ingeniería Mecánica  
y en especial al Ing  
Marco Pazmiño, Direc  
tor de este Proyecto  
de Grado.

DEDICATORIA

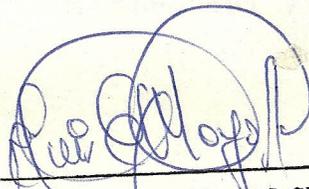
A mis padres.

A mis hermanas y  
demás familiares.

DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Proyecto de Grado me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ".

( Reglamento de Tópico de Graduación ).



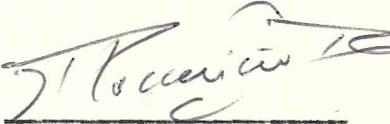
---

LUIS SCHUBERT MOYA ALCHUNDIA



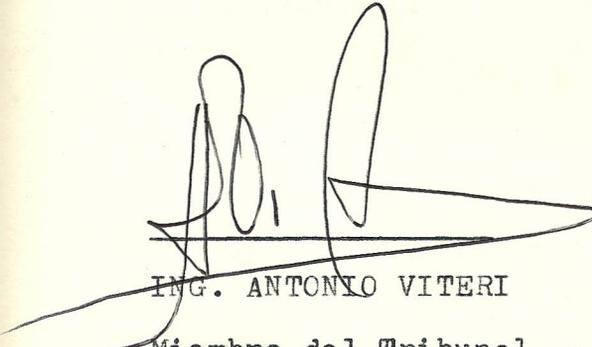
---

ING. JORGE DUQUE  
Sub-Decano de la  
Facultad de Mecánica.



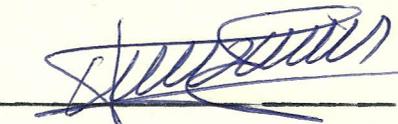
---

ING. MARCO PAZMIÑO  
Director del Tópico



---

ING. ANTONIO VITERI  
Miembro del Tribunal



---

ING. EDMUNDO VILLACIS  
Miembro del Tribunal

## RESUMEN

El siguiente trabajo analiza el método de recolección de papel y cartón de la basura urbana de la ciudad de Guayaquil. Incluye un análisis teórico del papel y cartón mixto, describe los papeles que son renovables y reciclables para la industrialización.

Se realiza un estudio del comercio del papel, es decir de compra y venta por parte de personas y empresas particulares que se dedican a ello.

Se incluye un análisis económico del sistema de recolección desde el momento en que el papel es considerado como basura hasta llegar nuevamente a la industria.

Finaliza este trabajo con unas conclusiones y recomendaciones.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE TABLAS.....	XI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XII
INTRODUCCION.....	13
I.- ANTECEDENTES	
1.1. Objetivos.....	15
1.2. Importancia de la recuperación de papel.....	16
1.3. Justificación del tema.....	17
II.- ANALISIS TEORICO	
2.1. El papel.....	20
2.2. Tipos de papel.....	22
2.3. Papel renovable y no renovable....	24
2.4. Reciclaje del papel y limitaciones del papel reciclado.....	25
III.- COMERCIO DEL PAPEL EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL	
3.1. Depósitos de desechos.....	28
3.2. Estudio sobre compra y venta.....	31

3.3. Metodología de recolección.....	32
IV.- INDUSTRIALIZACION DEL PAPEL EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL	
4.1. Desfibrado.....	38
4.2. Limpieza.....	39
4.3. Equipos y máquinas del proceso.....	45
V.- ANALISIS ECONOMICO	
5.1. Costos de recolección.....	51
5.2. Desperdicios de papel recogidos en el país.....	55
5.3. Costos de importación de desper- dicios de papel.....	57
5.4. Producción nacional de papel.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFIA.....	68

INDICE DE FIGURAS

N.-	Pág.
1.1. Recuperación de papel por parte de minadores o chamberos.....	19
3.1. Lugar que sirve como depósito de papel en Guayaquil.....	29
3.2. Otro sitio de depósito de papel.....	30
3.3. Diagrama de metodología de recolección.....	34
3.4. El botadero municipal.....	35
3.5. Recolección de la basura urbana por el personal de aseo de calles.....	36
3.6. Parte de desperdicio de papel recuperado en el botadero municipal.....	37
4.1. Pulper.....	40
4.2. Hidrociclón.....	42
4.3. Tanque de pasta.....	49
4.4. Diagrama simplificado de flujo de una máquina de papel.....	50

N.-	Pág.
5.1. Desperdicios de papel recogidos en el país.....	61
5.2:A. Importación de desperdicios de papel.....	62
5.2:B. Cantidad y costo de importación de desperdicios de papel.....	63
5.3. Producción nacional de papel en el Ecuador.....	64

INDICE DE TABLAS

N.-	toneladas	Pág.
5.1. Desperdicios de papel recogidos en el país.....		56
5.2. Importación de desperdicios de papel.....		58
5.3. Producción nacional de papel.....		60

LISTA DE ABREVIATURAS

ton	toneladas
lb	libra
kg	kilogramo
V	velocidad
R	radio
g	gravedad
h	altura
$\rho$	densidad
m	metro
CIF	costo y flete
P	presión

## INTRODUCCION

En los actuales momentos, el avance de la ciencia y tecnología han producido nuevos elementos que se emplean en la fabricación y procesamiento de otros materiales, lo cual es impresionante. Pero también debe tomarse en cuenta que hacer con los elementos que ya han sido empleados o utilizados, especialmente con los desechos sólidos.

En países desarrollados tecnológicamente existe el proceso de reciclaje para la mayoría de los desechos sólidos, ayudando en gran porcentaje con el problema de la basura y su contaminación al medio ambiente.

Aquí en el Ecuador todavía existe una desorientación en lo referente a reciclaje de estos desechos sólidos, quizás por falta de conocimiento de que existe en cantidades que en una u otra forma favorezcan para la instalación de una fábrica que los procese nuevamente.

Este proyecto de grado analiza el papel como dese -  
cho sólido en la ciudad de Guayaquil, ya que existe  
proceso de reciclaje del mismo, indica que dicho -  
proceso ahorra divisas al país y que podría ahorrar  
más divisas si se insentiva a las personas a no mez  
clarlo en la basura con desechos orgánicos, es decir  
clasificarlo; caso contrario perdería su valor para  
ser reciclado.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

#### 1.1. Objetivos.-

Para realizar el presente trabajo sobre el tema de recuperación del papel de la basura urbana en la ciudad de Guayaquil, debo partir de la necesidad que hay en el mundo contemporaneo para utilizar en la industria la materia prima que existe en el medio ambiente.

Con el avance de la ciencia y la tecnología se han multiplicado y desarrollado las industrias y una de ellas es la del papel, que es muy importante porque tiene muchas aplicaciones y nosotros lo utilizamos constantemente.

El siguiente trabajo tiene como objetivos hacer un análisis del método de recolección de papel de la basura urbana de la ciudad de Guayaquil, tambien -

describir y conocer el ciclo que cumple el papel - desde el momento en que es considerado como basura hasta llegar nuevamente a la industria para que se procese nuevamente.

#### 1.2. Importancia de la recuperación de papel.-

El alcance e importancia de la industria del papel de desperdicio puede entenderse cuando se tiene en cuenta que este producto proporciona una tercera - parte de la fibra utilizada por las fabricas de papel y cartón.

Se debe tener en cuenta que el papel de desperdicio es un material sustituto de la pulpa de madera. En los grados más altos de calidad de papel, el desperdicio sustituye cantidades variables de pulpa virgen. Esta sustitución está gobernada por la naturaleza del desperdicio, las propiedades deseadas en la hoja final, y el costo del desperdicio en relación con el de la pulpa virgen.

Es importante recuperar papel de desperdicio, porque es a la vez un producto de consumidores, de aquí - que las mayores cantidades estan disponibles primordialmente en las áreas concentradas de población como lo es la ciudad de Guayaquil.

La recolección del papel de desperdicio, por consiguiente se practica bastante en ciudades en donde - hay una adecuada mano de obra flotante para recoger - lo y en donde el tonelaje es lo suficientemente - grande para que la operación sea económicamente pro - vechosa.

Además es importante recuperar papel, porque a la Ilustre Municipalidad de Guayaquil le conviene en - el aspecto sanitario e higiénico de la ciudad.

### 1.3. Justificación del Tema.-

Se justifica la selección, planeamiento y desarrollo de este tema por las siguientes razones:

- La tecnología actual mediante varios procedimientos transforma los desechos sólidos de papel y cartón en materiales útiles.
- La inversión del capital de las industrias que - procesan papel en el Ecuador, ha sido hecha con - la seguridad de emplear suficiente materia prima y obtener ganancia del capital invertido.
- Al desarrollar este tema se analizará los recur - sos humanos, materiales y comerciales que influ -

yen en este trabajo.

- Cuando la Ilustre Municipalidad de Guayaquil adquirió la procesadora de basura, hoy abandonada, debió haber analizado las ventajas económicas que tendría con la utilización de los desechos sólidos como materia prima.

FIG. N.- 1.1

RECUPERACION DE PAPEL POR PARTE DE  
MINADORES O CHAMBEROS.



## CAPITULO II

### ANALISIS TEORICO

#### 2.1. El Papel.-

El papel es un producto que se obtiene de la mezcla íntima de celulosa, extraída con procedimientos químicos y pasta de madera, obtenida por medios mecánicos, ambos derivados de materiales vegetales.

Existen también pastas semiquímicas obtenidas con procedimientos mixtos. De las dos sustancias fundamentales que constituyen el papel, la primera le da cuerpo y resistencia y la segunda le da propiedades estéticas, tales como la opacidad y morbidez.

En los últimos años se han utilizado en la fabricación de papel, materiales fibrosos derivados del vidrio y de los polímeros sintéticos, no obstante se prevee que la madera continuará siendo durante mucho tiempo la materia prima de mayor importancia en

todo el mundo.

El componente típico fundamental de la célula vegetal es la celulosa. La celulosa no se encuentra en la naturaleza en estado puro, como máximo se alcanza un 91% en las fibras de algodón, dichas fibras son todas independientes entre sí, de varios centímetros de longitud y están encerradas en la cápsula o fruto de las plantas.

La más alta complejidad de constitución se observa en las fibras leñosas, en las que la celulosa en un 40% a 50% se une a la lignina de 20% a 30% y otras sustancias tales como resinas, ceras, sustancias colorantes, sales minerales, ácidos grasos y otros.

La celulosa es un elemento plástico que constituye el cuerpo del vegetal, en cambio la lignina actúa como materia aglutinante de las fibras, a las cuales proporciona consistencia y rigidez.

La materia prima más importante y utilizada para extraer la celulosa, es la madera de algunas especies de abetos y de numerosos pinos, observándose diferencias en la calidad de las fibras según sean las especies. También se obtiene de algunas latifolias la paja de cereales, la caña, el esparto, etc.

## 2.2. Tipos de papel.-

Los siguientes son los tipos de papel que se producen en la industria mundial:

Papel periódico, papel para impresión fotográfica, papel biblia, papel kraft, papel bond, higiénico, - papel parafinado, papel carbón, apergaminado, seda, papel plastificado, satinado, secante, papel lija, papel plateado, metalizado, papel moneda y otros.

Cada tipo de papel tiene su respectiva aplicación, de acuerdo a sus características, tales como gramaje, espesor, rigidez, absorbencia, porosidad, impermeabilidad y grado de humedad.

También tienen varias aplicaciones de acuerdo a sus propiedades, tales son, el grado de limpieza, la - transparencia uniforme y el grado de blanco.

Existe un grupo especial, que son los papeles de - trapo, los cuales cubren una amplia variedad de productos, desde los papeles que son 100% de trapo, - hasta los llamados con contenido de trapo, los cuales se preparan a partir de diversos porcentajes de fibras de trapo y madera, generalmente con 25, 50 y 75% de trapo.

Se entiende que el termino trapo incluye materiales tales como los hilos de lino o algodón, linaza y cáñamo, algodón en rama y otras fibras textiles, así como el trapo propiamente dicho. La mayoría del trapo utilizado por la industria del papel con contenido de trapo son retazos nuevos de algodón que provienen de diversas fábricas textiles y talleres de ropa.

Las propiedades deseables que los papeles de trapo deben poseer son:

- Máxima resistencia, durabilidad y permanencia.
- Formación, color, textura y tacto, finos.
- Exelentes características de escritura y borrado.

Debido a estas propiedades sobresalientes, los papeles de trapo se usan extensamente para los siguientes fines:

- Papeles para moneda y seguridad.
- Fólizas de seguridad y documentos legales, donde la permanencia es importante.
- Papeles para usos técnicos, tales como para dibujo, copias heliográficas, impresiones finas.
- Papeles bond de alta calidad, como lo son los documentos oficiales, bancarios, legales, etc.

- Papeles ligeros especiales, tales como papel para cigarrillos, papel carbón, Biblia, etc.
- Periódicos de la más alta permanencia.

### 2.3. Papel renovable y no renovable.-

Basicamente a nivel nacional las fabricas que procesan papel trabajan con el mismo papel que producen, es decir, lo reciclan.

La industria del papel de desperdicio utiliza una cantidad mucho menor de papel de la que producen cada año las fabricas de papel. Aproximadamente dos terceras partes de todo el papel y cartón producidos se destruyen, se usan en forma permanente o semipermanente, como en papeles de archivo, productos para las industrias de la construcción o envases de almacenamiento.

Gran parte de este papel se contamina o se modifica mediante operaciones de conversión e impresión, de modo que no puede ser fácilmente recuperada, además en su constante uso se mezcla con contaminantes demasiado fuertes, tal es el caso de los lubricantes los cuales dañan las fibras del mismo, por lo que ya no es útil.

Entonces papel renovable es aquel que cumple con la condición de que sus fibras esten en perfecto estado.

El papel no solamente se degrada por la acción del uso y de los contaminantes, sino tambien por la acción de otros agentes, tales como el calor, la temperatura, la humedad, los rayos solares, los cuales dañan las fibras del papel.

De los papeles que se encuentran en la basura los únicos no renovables son el higiénico y las servilletas.

#### 2.4. Reciclaje del papel y limitaciones del papel reciclado.-

En el reciclaje del papel, los escogedores separan el papel de desperdicio en tantas calidades como sea posible desde un punto de vista práctico y económico, de manera que pueda ser usado por las fábricas del modo más ventajoso, ya sea para relleno o liner, en fábricas de cartón o como sustituto de pulpa, en fabricas de papel.

Existe una clasificación y es de acuerdo a la procedencia de fabricación, es decir al tipo, y son los

siguientes:

- Papel periódico limpio
- Papel periódico escrito
- Papel bond limpio
- Papel bond escrito
- Papel kraft de envolturas y fundas
- Cartón mixto en forma plana o de tucos.

En el Ecuador se trabaja con el proceso de reciclaje aproximadamente en un 95%. No ocurre lo mismo en los países desarrollados tecnológicamente, debido a que ellos para producir papel trabajan en tres etapas y son:

- Primero se obtiene la materia prima en los bosques, se cortan los árboles y luego se realiza el descortezado por medio de descortizadoras mecánicas o manuales.
- En la siguiente etapa se extrae la celulosa y la pasta de madera con procedimientos químicos y mecánicos y luego se elabora la pulpa.
- La última etapa es producir papel utilizando la pulpa en un proceso industrial.

Aquí solamente existe la tercera etapa, que es la -  
de producir papel importando la materia prima.

Se importa la pulpa y se la mezcla con papel bond -  
limpio para producir papel servilleta extra blanco  
de 28 gramos. A esta misma mezcla se agraga papel  
periódico para producir papel higiénico tipo prime-  
ra lila suave y papel higiénico primera rosado, am-  
bos de 23 gramos.

Tambien se produce papel kraft en paquetes para car-  
tón tipos liner y corrugado medio y tucos de 300 -  
gramos.

## CAPITULO III

### COMERCIO DEL PAPEL EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

#### 3.1. Depósitos de desechos.-

A más del botadero municipal que es donde va todo - desecho sólido orgánico e inorgánico, existen depósitos exclusivos de papel, los cuales pertenecen a empresas o compañías privadas que se encargan de recolectar papel de desperdicio, para empaquetarlo y venderlo a las fábricas que lo procesan.

Las FIG. N.- 3.1 y FIG. N.- 3.2 son ejemplos de depósitos de papel y cartón en la ciudad de Guayaquil. A continuación se indica algunos lugares:

- Machala 931 y Oriente
- Mapasingue calle segunda N.- 325
- Noguchi y Alcedo
- Portete y la 39.
- Huancavilca y seis de Marzo.

FIG. N.- 3.1

LUGAR QUE SIRVE COMO DEPOSITO DE PAPEL  
EN GUAYAQUIL.

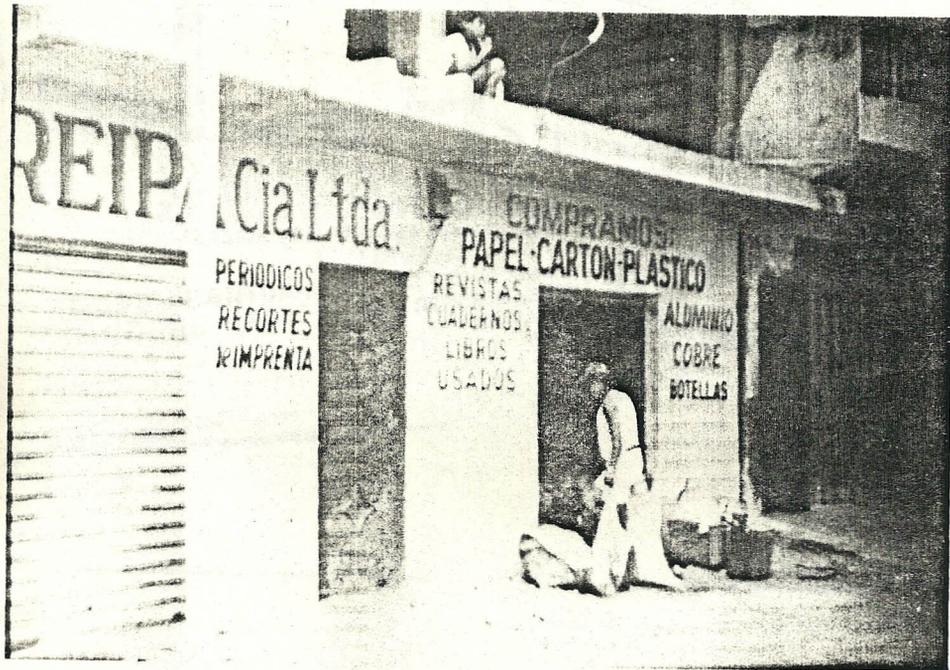


FIG. N.- 3.2

OTRO SITIO DE DEPOSITO DE PAPEL



- Portete y la 11
- Av. Juan Tanca Marengo a 200 m de la gasolinera.

### 3.2. Estudio sobre compra y venta.-

La compra de papel de desperdicio se la realiza de dos maneras:

Una de ellas, es que los compradores que pertenecen a las fábricas que procesan papel, van al botadero municipal y compran lo almacenado por los minadores o chamberos a un precio de S/. 7,00/lb. Este papel no es limpio, contiene alto grado de suciedad por lo que es de bajo costo.

La otra manera es por parte de compañías particulares, tal es el caso de REIPA Cia Ltda, que compra los desperdicios de papel a un precio de S/.25/lb, en los centros comerciales, tiendas e instituciones.

Estas compañías no compran desperdicios de papel en el botadero porque tendrían problemas de empaquetamiento debido a que este papel es sucio y al almacenarlo en sus depósitos produciría malos olores.

Es por esta razón que prefieren pagar más para comprar un papel limpio de tal forma que no cause pro-

blemas al personal que lo está empaquetando.

Esta diferencia de precios a obligado a los recolectores de basura del departamento de aseo de calles de la ciudad, no llevar papel al botadero municipal sino, que ellos en su recorrido normal por las calles, van clasificando los papeles y cartones que recogen de la basura de los domicilios urbanos, para venderlos después en los depósitos de las compañías que compran estos desperdicios.

### 3.3. Metodología de Recolección.-

El tamaño de las compañías que manejan papel de desperdicio, varia desde muy pequeño a muy grande. Únicamente las compañías grandes tienen operaciones de escogido, porque esta operación requiere de personal capacitado.

Los comerciantes más pequeños simplemente empacan papeles mezclados, como periódicos, cajas viejas de cartón corrugado y revistas. Usualmente venden sus existencias a los comerciantes más grandes, que manejan tanto papeles que se van a escoger como papeles ya clasificados.

El papel de desperdicio de todos los tipos se lleva

a las compañías empacadoras en atados o pequeñas pa-  
cas. Este desperdicio puede recolectarse de las di-  
ferentes fuentes de abastecimiento, por medio de ca-  
miones o puede ser entregado directamente a las com-  
pañías de escogido por los recolectores en pequeño.

Como no existe equipo mecánico que separe las dis-  
tintas clases de papel de desperdicio, el escogido  
a mano es un prerrequisito para un desperdicio de  
alta calidad.

Como un material sobrante, el papel de desperdicio  
sigue la ley de la oferta y la demanda. Cuando el  
precio para el papel de desperdicio es alto, más ma-  
no de obra flotante se verá atraída hacia la reco-  
lección y se dispondrá de una cantidad de papel de  
desperdicio, adicional al tonelaje que normalmente  
se recupera.

Por esta razón los comerciantes más pequeños traba-  
jan el día y la noche recogiendo estos desperdicios  
en diferentes localidades de la ciudad. Todo esto se  
resume en la FIG. N.- 3.3.

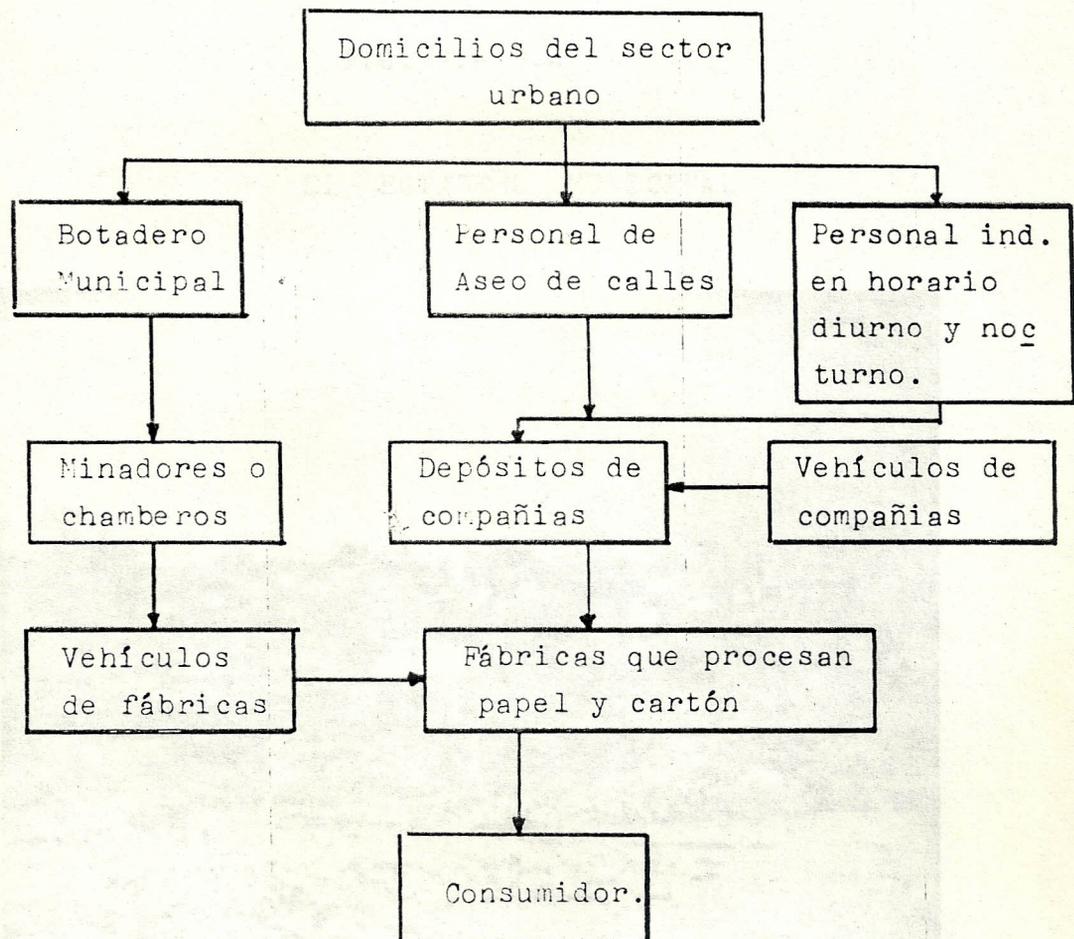
METODOLOGIA DE RECOLECCION

FIG. N.- 3.3

FIG. N.- 3.4

EL BOTADERO MUNICIPAL



FIG. N.- 3.5

RECCLECCION DE LA BASURA URBANA POR EL  
PERSONAL DE ASEO DE CALLES.

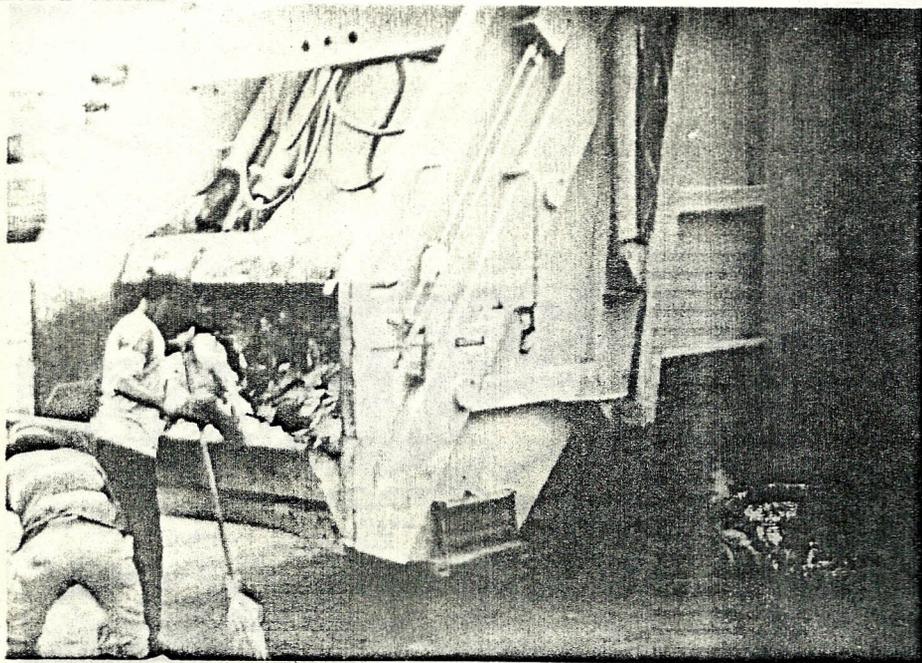


FIG. N.- 3.6

PARTE DE DESPERDICIO DE PAPEL RECUPERADO  
EN EL BOTADERO MUNICIPAL.



## CAPITULO IV

### INDUSTRIALIZACION DE PAPEL EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

#### 4.1. Desfibrado.-

Esta operación que es a la vez la preparación de la pasta, se la realiza en el pulper, en donde se mezcla con agua la pulpa, que puede estar en forma de hojas secas, paquetes, a granel, pulpa seca al aire y desmenuzada como merma húmeda o seca, esta última denominación la recibe el papel inservible del extremo seco de la máquina en forma de papel de desperdicio.

El pulpeador consiste en un tanque o cuba de hierro fundido, acero o concreto, soportado por patas. En el centro de la cuba, al fondo, se encuentra un pesado rotor de acero provisto con aspas pulpeadoras. El rotor está impulsado por la parte de abajo por medio de un reductor de engranajes conectado, ya -

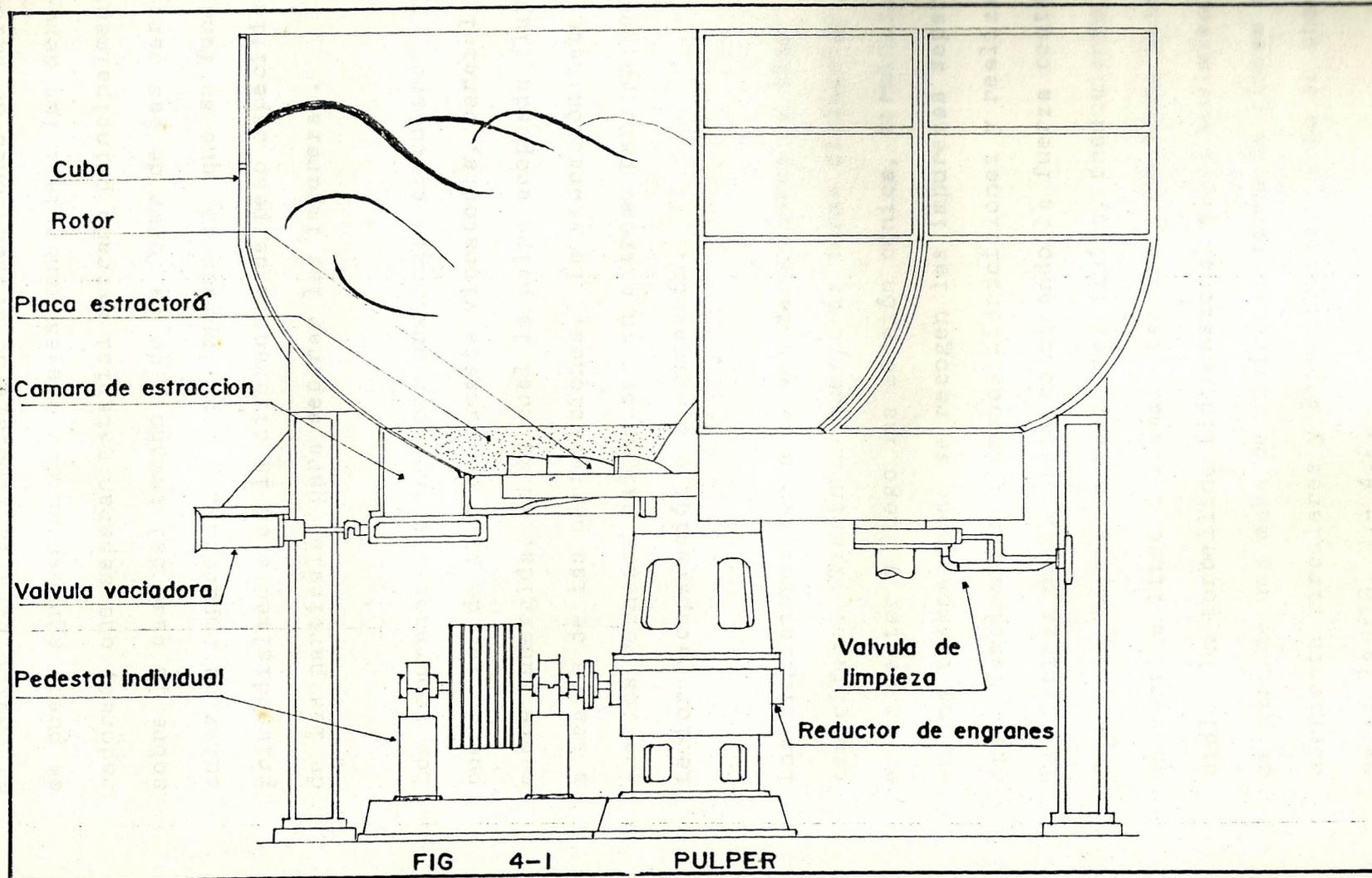
sea directamente o con bandas V, o con transmisión de cadena, aun motor u otra fuente apropiada de fuerza, como una turbina de vapor. La cámara de extracción que hay alrededor de la periferia del rotor está cubierta por una placa con perforaciones de tamaño apropiado para el tipo de desfibración de seada.

Aquí al mismo tiempo se tritura la mezcla hasta conseguir una suspensión acuosa, la cual esté en condiciones de ser sometida a la acción del bombeo para hacerla pasar a las máquinas siguientes. No se busca el desarrollo de propiedades específicas de la fibra, simplemente se abre el material antes de sujetarlo a tratamientos posteriores. En la FIG. N.-4.1. se ilustra un pulper.

#### 4.2. Limpieza.-

La limpieza consiste en separar los materiales indeseables que se encuentran en las suspensiones de la pulpa y en la pasta para la fabricación de papel.

Se la lleva a cabo aprovechando la ventaja de las diferencias de propiedades físicas, sean estas tamaño, peso específico; entre los materiales indeseables y la pulpa.



HIDROCICLON  
ACEPTADO

El equipo para la limpieza de suspensiones de pulpa se puede agrupar en dos clases generales: los depuradores, que separan material extraño principalmente sobre la base del tamaño y de la forma de las partículas de impurezas, y los limpiadores, que se funda primordialmente en la diferencia de peso específico de las partículas para separar las impurezas.

Los depuradores tienen perforaciones circulares y pueden ser de tipo de canasta vibratoria, parcialmente sumergida, en la cual la pulpa aceptada fluye a través de las perforaciones. La vibración hace que los rechazos salgan por un extremo para su posterior recuperación o eliminación.

Los limpiadores son a la vez depuradores de tipo centrífugo. Tienen un cuerpo de forma cilíndrica en un sector y luego una sección cónica, terminada en una trampa donde se recogen las impurezas separadas. También son llamados hidrociclones y realizan la limpieza de la pasta combinando la fuerza centrífuga y la fuerza cortante del fluido, produciendo un vortice libre o llamado también torbellino potencial. Un torbellino bidimensional es el movimiento de giro de una masa de fluido en forma de líneas de corriente circulares y concéntricas. Esto se observa en la FIG. N.- 4.2.



# HIDROCICLON

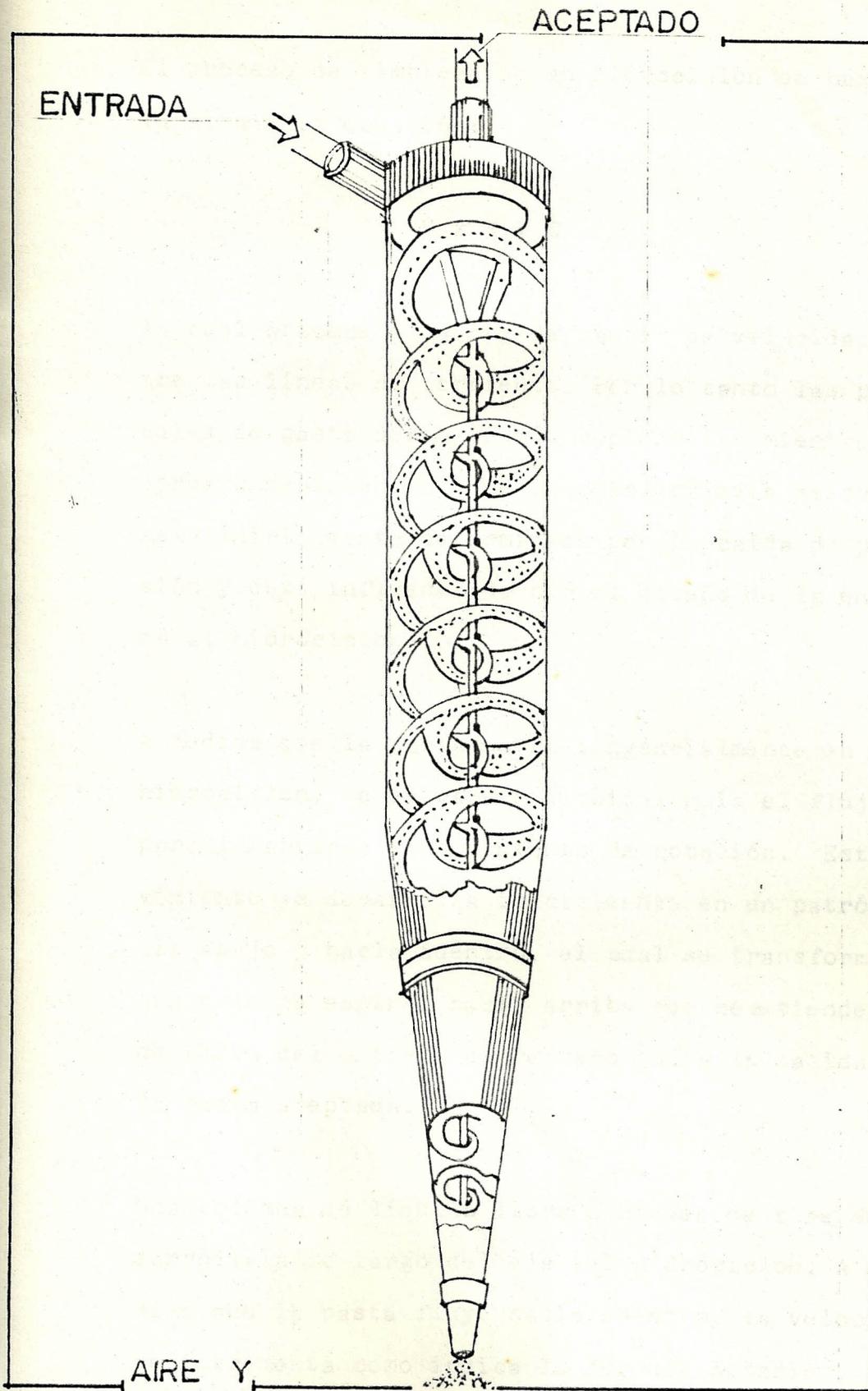


fig 4-2

El proceso de limpieza de un hidrociclón se basa en la siguiente ecuación:

$$V \times R = C$$

la cual obedece a la ley de cambio de velocidad entre las líneas de corriente. Por lo tanto las partículas de pasta deben ir más rápidamente mientras se aproximan al centro. En la práctica esta velocidad está inicialmente determinada por la caída de presión y está influenciada por el diseño de la entrada al hidrociclón.

A medida que la pasta entra tangencialmente en el hidrociclón, la entrada helicoidal guía el flujo, para impartirle el movimiento de rotación. Este movimiento se desarrolla inicialmente en un patrón hacia abajo y hacia adentro, el cual se transforma en una columna espiral hacia arriba que se extiende desde cerca del extremo de rechazo hasta la salida de la pasta aceptada.

Una columna de líquido libre o núcleo de aire se desarrolla a lo largo del eje del hidrociclón. A medida que la pasta fluye hacia adentro, la velocidad se incrementa como indica la fórmula anterior.

Para la presión se considera la siguiente fórmula:

$$P + \frac{1}{2} v^2 \rho + \rho gh = \rho gh$$

la cual indica que al aumentar la velocidad la presión decrece, con esto resulta un aumento de la fuerza centrífuga cercana al centro, lo cual lleva a las partículas densas hacia afuera del flujo de la pasta aceptada, la presión decrece desde el lado exterior del cono hacia el eje. La diferencia de presión causa que lo aceptado fluya hacia la descarga superior por el centro del cilindro.

En resumen las partículas de suciedad son cojidas por la fuerza centrífuga que se incrementa rápidamente y son llevadas a la pared del cilindro, manteniéndose en la corriente hacia abajo, continuando hacia la descarga de los rechazos.

A medida que la corriente fluye hacia abajo del cono, es forzada hacia adentro contra la fuerza centrífuga incrementante, concentrando los rechazos y liberando las fibras buenas hacia el flujo aceptado. Mientras la pasta fluye a través de varias capas de líquido en remolino desde afuera al centro, las velocidades incrementantes hacia el centro producen efectos cortantes y deslizantes.

La acción continua del corte, mantiene las fibras - moviendose linealmente, mientras que las partículas de suciedad en forma de motas se sedimentan.

#### 4.3. Equipos y máquinas del proceso.-

Además de las máquinas anotadas en los procesos de desfibrado y limpieza, existen otras máquinas que intervienen en el proceso de formación de la hoja de papel, y son las siguientes:

- Refinadores.- Se usan primordialmente para cortar la fibra. Existen de dos tipos: cónicos y de disco; dentro de los cónicos los hay tipo Jordans y los de alta velocidad. El más empleado es el tipo Jordans y consiste de un rotor cónico equipado con barras metálicas a su largo, el cual gira en el interior de una carcasa cónica, provista también de barras al rededor de toda su superficie interior. La suspensión fibrosa entra por el extremo pequeño, pasa entre el rotor y la carcasa y sale por el extremo grande.
  
- Reguladores de consistencia.- Consiste de una caja de flujo con accesorios para entrada, salida, y derrame de pasta. Entendiendose por consistencia el porcentaje en peso de fibra en cualquier

combinación de fibra y agua. Esta caja contiene diversos dispositivos (válvulas) que responden a las variaciones en el flujo de pasta.

- Tanques de pasta.- Contienen agitación interna, cuyo mecanismo está localizado dentro del tanque consiste de un agitador tipo hélice, cuyas aspas se ajustan de acuerdo a los requerimientos de consistencia. Los tanques tienen declive constante de extremo a extremo, para fácil drenaje y completa limpieza.
- Bombas.- Se utiliza bombas de varias clasificaciones estándares, tales como centrífugas, rotatorias y recíprocas.
- Cajas de alimentación y de formación.- Son cajas de flujo cuya función es de distribuir uniformemente el flujo de pasta a todo lo ancho de la máquina; dirigir el flujo de pasta hacia la regla móvil; y mantener en todo el sistema una dispersión uniforme de las fibras y otros sólidos.
- Regla móvil.- Sirve como orificio de medición para controlar la distribución de la pasta a todo lo ancho de la máquina.

- Malla.- Es una banda sinfín de tela metálica de tejido fino que viaja alrededor y entre dos grandes rodillos. La tela está soportada sobre la sección formadora horizontal superior o mesa, por medio de una combinación de una o más cajas de formación estacionarias; rodillos desgotadores; cuchillas drenadoras; chorros cortadores y cajas de succión. El viaje de regreso de la tela metálica lo soportan los rodillos aspirante, tensor y guía.
- Rodillos desgotadores.- Son rodillos ranurados y tienen recubrimiento de hule, sirven para eliminar el agua de la pasta que hay en la tela metálica.
- Cuchillas drenadoras.- Consiste de un elemento que hace contacto con la tela metálica la cual tiene forma de cuchilla en el borde delantero y se separa gradualmente de la tela. Actúa de manera similar a un rodillo desgotador en el sentido de producir una zona de succión.
- Prensas.- La hoja que sale de la sección de la tela es una red fibrosa parcialmente saturada, que puede ser comprimida a un volumen que no es suficiente para contener toda el agua original -

mente presente. Esta hoja pasa por una serie de prensas, que son cilindros sólidos y perforados en combinación (prensas de succión).

- Secadores.—El papel húmedo de la sección de prensas, con un contenido aproximado de humedad entre 65% y 68% se pasa por una serie de cilindros, calentados a vapor y se seca hasta contener aproximadamente 6% de agua y 94% de fibra seca. El papel se mantiene firmemente contra los cilindros secadores por medio de un filtro de algodón.
- Calandria.— Son máquinas que tienen un conjunto de hasta diez rodillos de hierro enfriado. Están colocadas entre los secadores y los enrolladores, en esta posición constituye la última posibilidad mecánica para corregir la densidad, el calibre y el perfil de la hoja.
- Enrolladores.— Consiste de un tambor de gran diámetro, cuya velocidad periférica se sincroniza con la transmisión principal de la máquina de papel. El papel se toma de la última zona de contacto de los rodillos de la calandria de la máquina y se pasa manualmente entre el carrete de enrollamiento y el tambor. La fricción hace que el papel se adhiera al carrete y se enrolle.

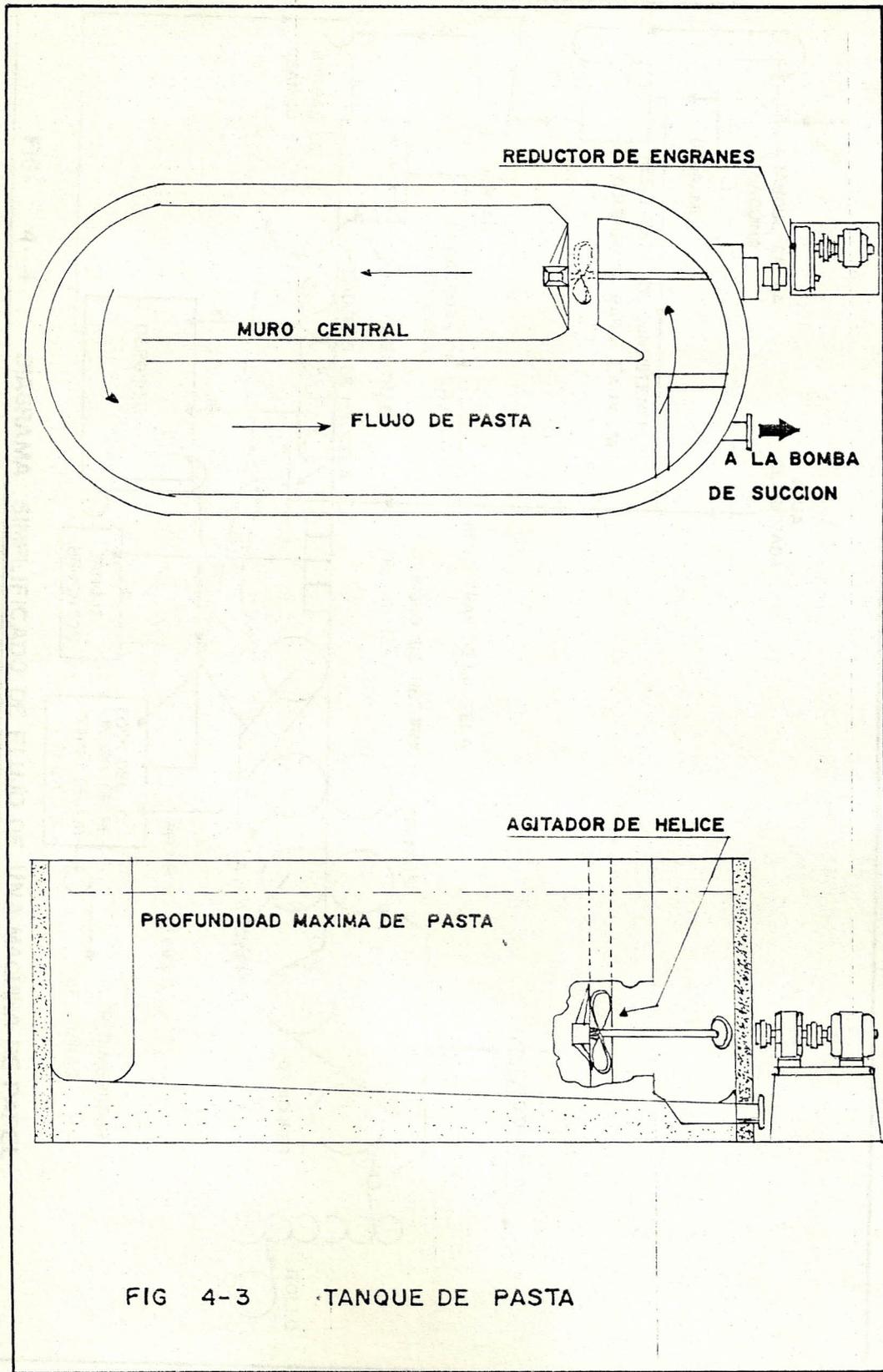
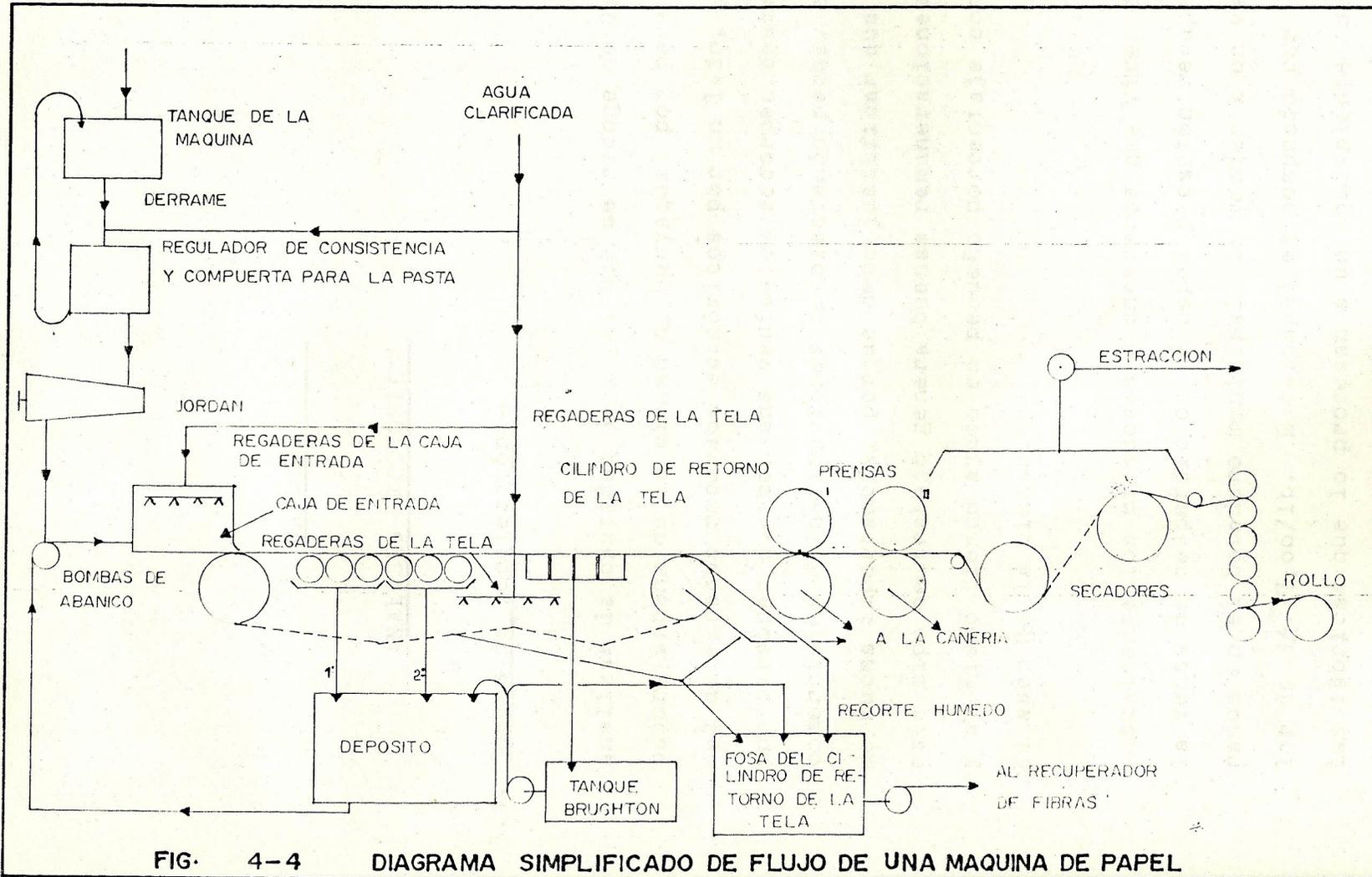


FIG 4-3 TANQUE DE PASTA



## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS ECONOMICO

#### 5.1. Costos de recolección.-

Analizar la cantidad de papel que se recoge de la basura urbana de la ciudad de Guayaquil por personas de escasos recursos económicos por un lado, y, por personas que con sus vehículos recorren centros comerciales e instituciones recolectando papel, es de mucha importancia, porque debo justificar que este tipo de trabajo genera buenas remuneraciones, y al mismo tiempo ayuda en pequeño porcentaje con el aseo de la ciudad.

Actualmente los minadores o chamberos que viven de la venta de desperdicios de papel y cartón recuperados en el botadero municipal, lo venden a un valor de \$/. 7,00/lb. Este papel es comprado por las fábricas que lo procesan a un equivalente de \$/. 15.400,00/ton.

Existen empresas particulares que recolectan papel comprando a S/. 25,00/lb para venderlo luego a las fábricas que lo procesan.

En un estudio de factibilidad de la Ilustre Municipalidad de Guayaquil realizada en el año 1.985, el 18,3 % de la basura recogida de la zona urbana pertenecía a papel y cartón y además se recuperaron 15.996 ton de estos desperdicios sólidos a un precio de S/. 2,00/lb.

Es decir:

$$\frac{S/. 2,00}{lb} \times \frac{2,2 lb}{kg} \times \frac{1.000 kg}{ton} = \frac{S/. 4.400,00}{ton}$$

$$\frac{S/. 4.400,00}{ton} \times \frac{15.996 ton}{año} = \frac{S/. 70'382.400,00}{año}$$

que la cantidad de S/. 70'382.400,00 se invirtieron para recuperar desperdicios de papel y cartón en ese año.

Actualmente existen compañías dedicadas a recolectar desperdicios de papel, tal es el caso de REIPACIA Ltda, tiene varios depósitos en la ciudad, y avanza a recolectar un promedio de 10 ton/día de estos desperdicios sólidos.

Tomando como base este dato de información se hace una estimación de los costos de recolección de desperdicios de papel y cartón para el año 1.989.

$$\frac{10 \text{ ton}}{\text{día}} \times \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}} \times \frac{4 \text{ semanas}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} =$$

$$= \frac{2.400 \text{ ton}}{\text{año}}$$

Ahora:

$$\frac{S/. 25,00}{\text{lb}} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{\text{kg}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{\text{ton}} = \frac{S/. 55.000,00}{\text{ton}}$$

Entonces:

$$\frac{S/. 55.000,00}{\text{ton}} \times \frac{2.400 \text{ ton}}{\text{año}} = \frac{S/. 132'000.000,00}{\text{año}}$$

S/. 132'000.000,00 los costos de recolección de desperdicios de esta compañía en particular.

En el botadero municipal, de forma diaria y por el lapso de dos semanas consecutivas, se constató precios de compra de desperdicios, personal que trabaja recolectándolo y forma de pago del mismo por parte de compradores de las fábricas que lo procesan.

Se realizó una encuesta a un promedio de 100 personas de las 400 que aproximadamente se encontraban trabajando allí en esos días, con el fin de saber cuanto ganaban diariamente y se obtuvo como respuesta valores entre S/. 3.500,00 y S/.4.500,00.

Tomando como base estos datos de precios y seleccionando el menor valor para hacer una estimación de los costos de recolección de estos desperdicios tenemos:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{S/. } 3.500}{\text{día}} \times \frac{\text{lb}}{\text{S/. } 7,00} \times \frac{\text{kg}}{2.2 \text{ lb}} \times \frac{\text{ton}}{1.000 \text{ kg}} = \\ & = \frac{0.227 \text{ ton}}{\text{día}} \times \frac{\text{S/. } 7,00}{\text{lb}} \times \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{2.200 \text{ lb}}{\text{ton}} = \\ & = \frac{\text{S/. } 1'275.967,00}{\text{año}} \end{aligned}$$

Si multiplicamos este valor por el 25 % de la población, es decir las 100 personas, tendremos un valor de S/. 127'596.700,00.

Sumando este valor y el obtenido por la compañía en particular, tendremos un total de S/.259'596.700 o su equivalente a US \$ 519.193,00.

Si observamos la TABLA N.- 5.2 el valor de importa

ción de desperdicios de papel sólo hasta el mes de Junio del año 1.989 es de US \$ 806.900,00. A esta fecha un dolar equivalía a 3/. 500,00.

#### 5.2. Desperdicios de papel recogidos en el país.-

De las investigaciones realizadas en CENDES y observando la TABLA N.- 5.1 podemos decir que los desperdicios recogidos en el país han crecido notablemente, porque desde 1.976 hasta el año 1.988 es 4.2 veces mayor.

Del estudio de factibilidad mencionado anteriormente, los desperdicios de papel y cartón recogidos en ese año representaban apenas el 25 % de los desperdicios recogidos en el país.

Analizando la realidad nacional en este punto, podemos decir que en forma general existe un comercio muy limitado entre clientes como papeleras y cartoneras, los proveedores que son pequeños almacenistas de papel y cartón que compran al detalle, y los minadores o chamberos que recogen desperdicios de la basura en las ciudades del país.

TABLA N.- 5.1

DESPERDICIOS DE PAPEL RECOGIDOS EN EL PAIS

<u>AÑO</u>	<u>TON. NETAS</u>
1.976	20.255,00
1.977	20.609,00
1.978	25.808,00
1.979	30.141,00
1.980	35.202,00
1.981	41.112,00
1.982	48.015,00
1.983	52.816,00
1.984	58.098,10
1.985	63.907,90
1.986	70.298,70
1.987	77.328,60
1.988	85.061,40

FUENTE.- CENDES

ELABORADO POR.- El Autor.

### 5.3. Costos de importación de desperdicios de papel.-

Tanta importancia tiene la industria del papel en el Ecuador, que debido a la gran demanda de producción que existe, nos vemos obligados a importar desperdicios de papel y cartón, ya que estos son la materia prima para producir el papel kraft.

Siendo un país que trabaja con el 95 % en proceso de reciclaje de papel, debería insentivarse a las personas a que cuiden esta materia prima después de su uso, pero desgraciadamente esto no ocurre y lo destruyen, por lo que nos vemos obligados a importar desperdicios de papel.

Observando la TABLA N.- 5.2 el precio del papel de S/. 15.400,00/ton equivalente a US \$ 30.80/ton, es 7,4 veces menor que el CIF promedio de los desperdicios de papel importados en el año 1.989.

Además desde el año 1.980 a 1.983 las importaciones de desperdicios de papel disminuyeron, pero de 1.984 en adelante estas aumentaron.

Esto se debe al consumo que tiene el papel kraft en nuestro país, ya que se lo emplea como materia prima para la producción de fundas, sacos multica-

TABLA N.- 5.2

IMPORTACION DE DESPERDICIOS DE PAPEL

<u>AÑO</u>	<u>TON. NETAS</u>	<u>CIF (US \$)</u>
1.980	2.016,90	522.940
1.981	9,69	2.211
1.982	727,20	219.831
1.983	943,20	261.170
1.984	5.180,90	1'793.700
1.985	1.200,00	382.900
1.986	6.188,00	1'352.200
1.987	7.150,00	1'429.000
1.988	1.867,70	466.700
1.989 +	3.525,00	806.900

CIF PROMEDIO = 222,90 US \$/TON

+ Desde Enero a Junio

FUENTE.- Anuarios del comercio exterior del Banco  
Central del Ecuador.

ELABORADO POR.- El Autor.

pas, papel de envoltura (azúcar, cemento ), etc.

#### 5.4. Producción nacional de papel.-

La TABLA N.- 5.3 justifica el porque el aumento de las importaciones de desperdicios de papel, debido logicamente al incremento de la producción nacional del mismo.

Además observamos que de 1.976 al año 1.988 la producción nacional de papel ha aumentado 6,2 veces.

Teniendo en cuenta dos razones:

- Que a partir de 1.979 se considera un incremento promedio del 21,99 %.
- Y desde 1.983 en adelante se considera un incremento promedio del 10 % porque las fábricas estan trabajando al máximo de su capacidad.

DESPESAS DE PAPEL, RELOJES Y EL PAIS

TABLA N.- 5.3PRODUCCION NACIONAL DE PAPEL

<u>AÑO</u>	<u>TON. NETAS</u>
1.976	22.210,50
1.977	27.744,90
1.978	35.648,40
1.979	43.487,50
1.980	53.050,40
1.981	64.716,10
1.982	78.947,20
1.983	86.841,90
1.984	95.526,10
1.985	105.878,70
1.986	115.586,60
1.987	127.145,30
1.988	139.859,70

FUENTE.- CENDES

ELABORADO POR.- El Autor.

GRAFICO 5-

DESPERDICIOS DE PAPEL RECOGIDOS EN EL PAIS

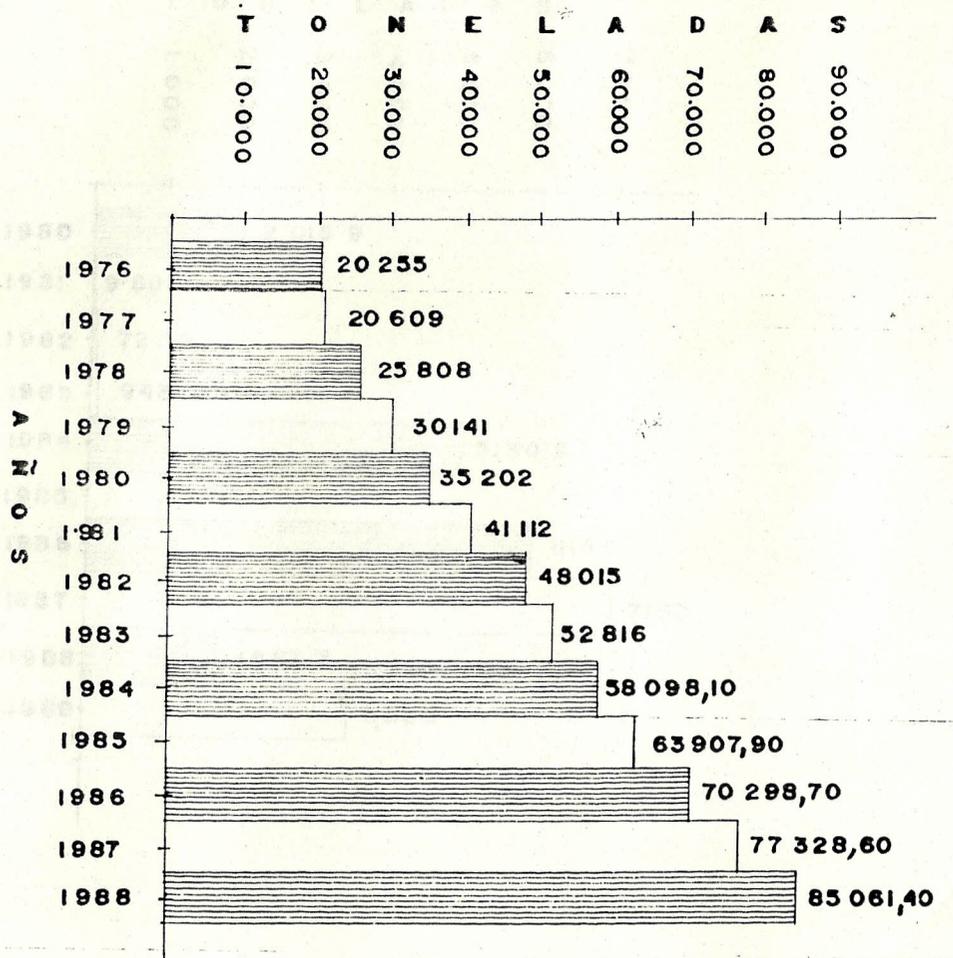


GRAFICO 5-1

IMPORTACION DE DESPERDICIOS DE PAPEL

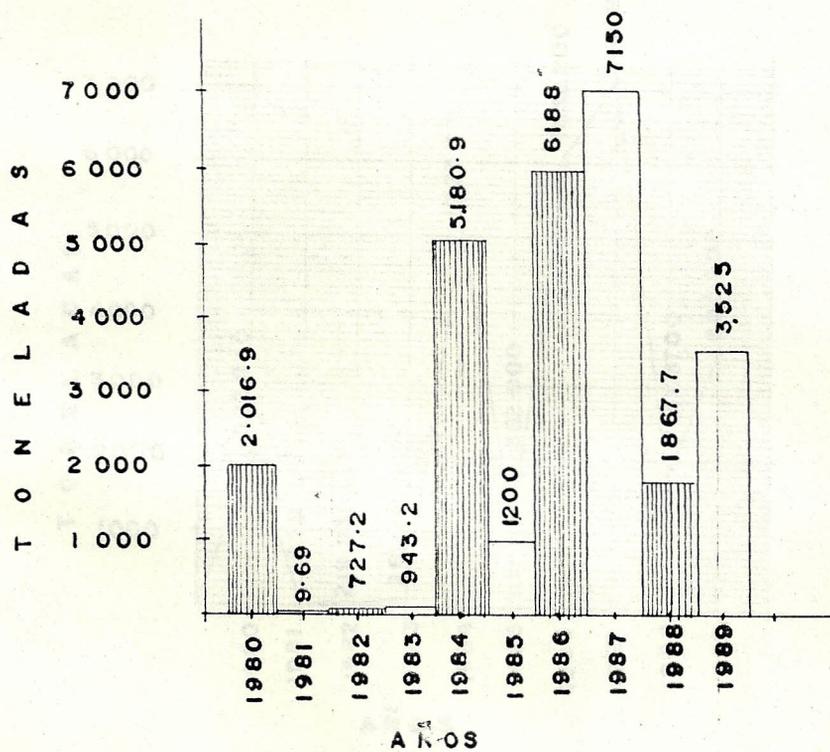


GRAFICO 5-2:A

CANTIDAD Y COSTO DE IMPORTACION DE DESPERDICIOS DE PAPEL

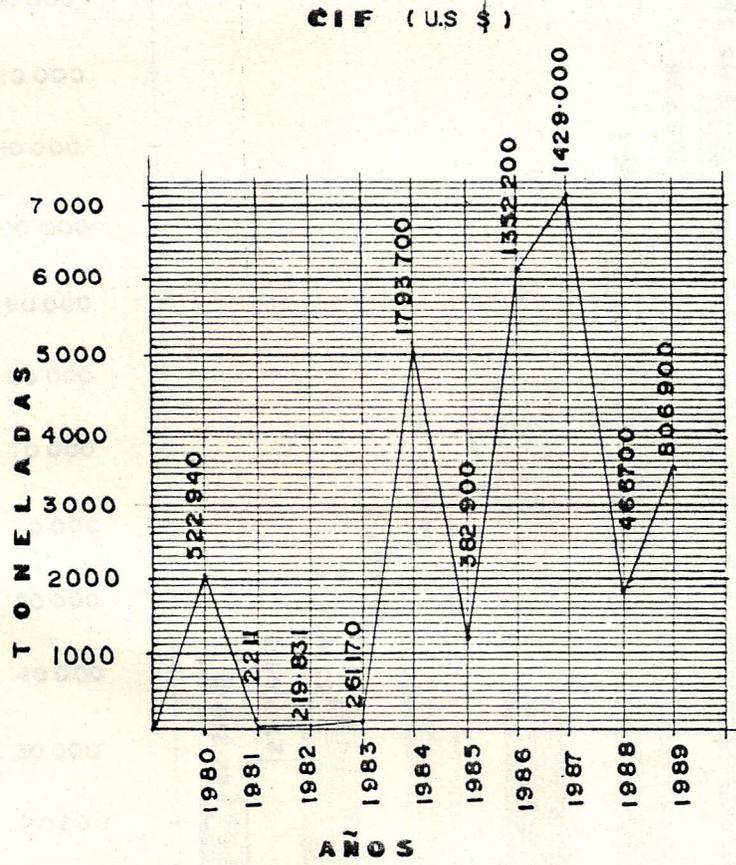


GRAFICO 5-2: B

PRODUCCION NACIONAL DE PAPEL EN EL  
ECUADOR

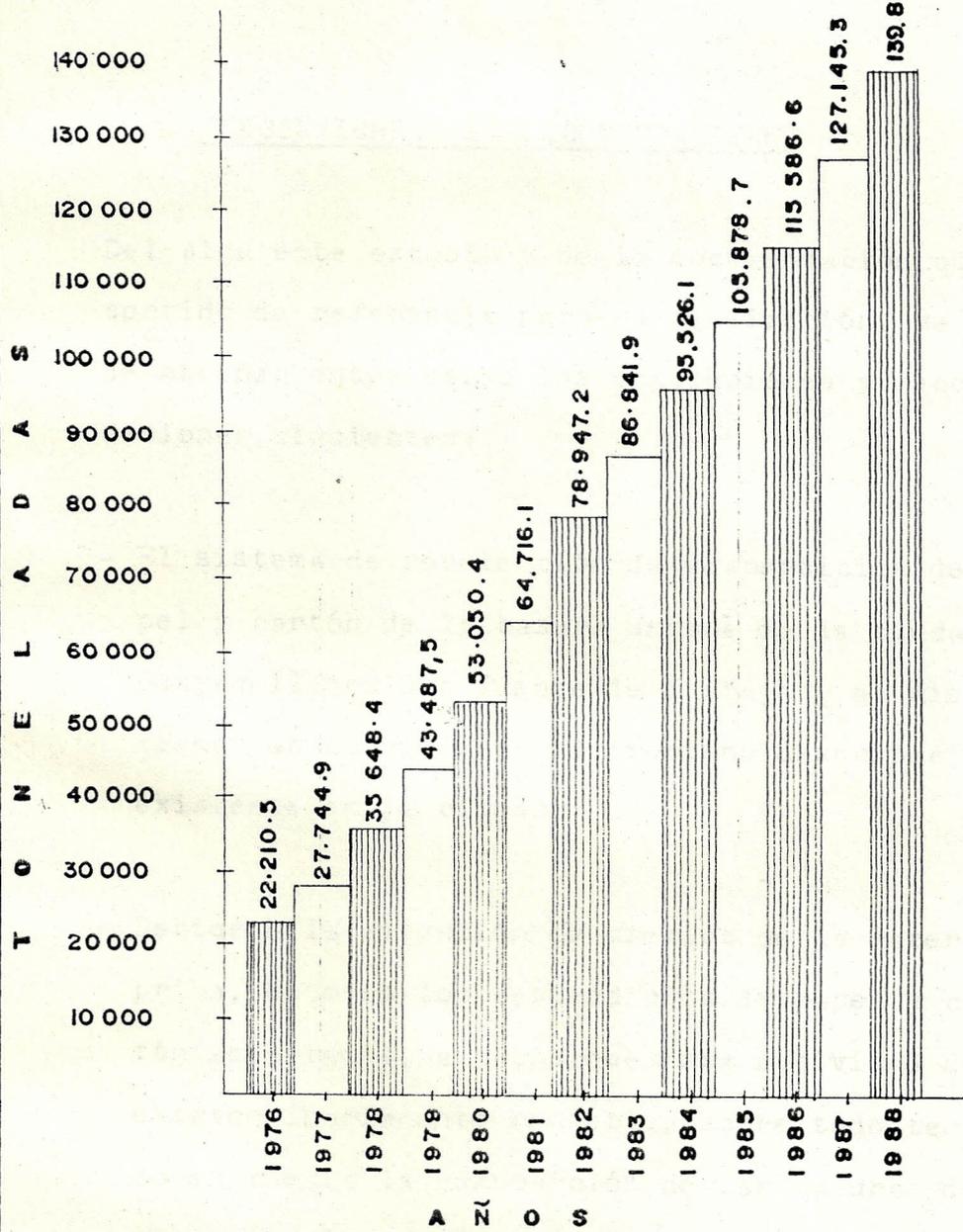


GRAFICO 5 - 3

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del siguiente estudio y de la documentación que ha servido de referencia para su realización, se puede obtener entre otras las conclusiones y recomendaciones siguientes:

- El sistema de recolección de desperdicios de papel y cartón de la basura urbana de la ciudad de Guayaquil, es una fuente de trabajo y al mismo tiempo un alivio para el problema desocupacional existente en la ciudad.
  
- Debido a la elevación de precios de la materia prima, esto es los desperdicios de papel y cartón importados, a hecho que esta actividad sea extraordinariamente rentable, sobre todo teniendo en cuenta la composición de las basuras domésticas, en las cuales se observa que los materiales como papel y cartón han aumentado fuertemente, reduciéndose por el contrario la presencia de polvos y cenizas.

- El aumento de la demanda cada vez mayor de papel y cartón, especialmente en el consumo de sectores como la industria editorial, prensa, embalaje y construcción (papeles pintados), etc, ha originado la aparición de compañías recolectoras de desperdicios de papel y cartón, tal es el caso de REIPA Cia Ltda.
  
- Por no existir máquinas o instalaciones para separar el papel y cartón de los desechos sólidos, se utiliza procesos de selección manual para extraerlos, por ser una mano de obra muy ventajosa y barata para la operación de reciclaje.
  
- El sistema de recolección de papel y cartón ayuda con el aseo de la ciudad en pequeño porcentaje, especialmente en el sector comercial.
  
- El análisis económico demuestra que los papeles y cartones obtenidos de la recuperación de los desperdicios de la basura urbana, son una parte de las fuentes de ahorro de divisas para el país.
  
- Se recomienda clasificar la basura doméstica, esto es los papeles y cartones de los desechos orgánicos, con la finalidad de que no se degraden, ni se contaminen y tengan valor para ser reciclados.

dos y a la vez mayor precio para su venta en los depósitos de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Arancel de Importaciones y Exportaciones.
- 2.- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Anuarios del comercio exterior. Guayaquil, 1.980 - 1.989.
- 3.- CENDES. Estudio de Prefactibilidad de Basuras Urbanas. Guayaquil, 1.978.
- 4.- PAZMIÑO BARRENO ING. Estudio de Factibilidad para la instalación de la Planta Procesadora de Basura. Guayaquil, 1.985.
- 5.- FENCOL. Evaluación de las Basuras. Estudio estratégico para Quito y Guayaquil, 1.973.
- 6.- VILLACIS EDUNDO ING. Tesis de grado. Estudio de una planta de refinación para fabricación de papel kraft. Guayaquil, 1.974.
- 7.- SIGCHO WILLIAM ING. Tesis de grado. Tratamiento y eliminación de los desechos sólidos en la ciudad de Machala. Guayaquil, 1.987.
- 8.- C. EARL LIBBY. Ciencia y tecnología sobre pulpa y papel. Tomos I y II, 1.982.