



19
Zejeu
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**MODERNIZACION TECNOLOGICA DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE PAPEL**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ING. MEC. ELECTRIC. (INDUSTRIAL)
P R E S E N T A N
JAVIER ANTONIO ANTONIO
ROBERTO NAVA MARTINEZ
MARIO ZAMORA SANCHEZ

ASESOR DEL TEMA:
M. I. LEOPOLDO A. GONZALEZ GONZALEZ

MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TODA LA TESTS
BORROSA
CON

FALLA DE ORIGEN

FALLA DE ORIGEN

A mis padres

Con el mas profundo respeto, amor y agradecimiento eternos;
por sus desvelos, cariño, comprensión, apoyo, motivación y todo
el cúmulo de situaciones que sólo ellos en ese caracter me han
dado.

A mis hermanos

Con todo cariño y admiración

Javier Antonio Antonio

A mis padres

Agradesco a ellos todo el apoyo y confianza que me brindaron durante toda mi trayectoria estudiantil, esperando que esta sea la mejor manera de que se sientan satisfechos y felices.

Gracias

A mis hermanos

Gracias por todo el apoyo que me otorgaron.

Roberto Nava Martínez

A mis padres

Les agradezco con todo mi ser su valiosa ayuda, ya que siempre me apoyaron e impulsaron y no dejaron de creer en mí, hicieron posible el logro de una de mis grandes metas la obtención del título.

A mis hermanos

Con todo cariño y respeto por la confianza que me brindaron

María Zamora Sánchez

CONTENIDO

I	CONDICION HISTORICA Y ACTUAL DE LA INDUSTRIA EN MEXICO	
I.1	SINTESIS HISTORICA.....	1
I.2	INTRODUCCION.....	3
I.3	SITUACION POLITICA Y ECONOMICA DE MEXICO.....	5
II	PROCESO ESTABLECIDO PARA LA ELABORACION DEL PAPEL, UTILIZANDO FIBRA SECUNDARIA	
II.1	INTRODUCCION.....	30
II.2	DESCRIPCION DEL PROCESO.....	31
III	CASO PRACTICO EMPRESA "ABC"	
III.1	DESCRIPCION DEL PROCESO.....	46
III.2	PROBLEMATICA EN LA OBTENCION DEL PAPEL DE "ABC".....	72
IV	ANALISIS Y PROPUESTAS DE CORRECCION PARA EL PROCESO DE LA FABRICA "ABC"	
IV.1	PROPUESTAS DE CORRECCION.....	78

IV.2	ANALISIS ECONOMICO DEL EQUIPO A CAMBIAR.....	93
IV.3	TIEMPO DE RECUPERACION ECONOMICA DEL EQUIPO.....	97
IV.4	AHORRO ECONOMICO DE LA ENERGIA, CONSUMIDA POR EL EQUIPO ELIMINADO.....	99
V	SEGUNDA ETAPA PARA LA RECUPERACION DE LA EMPRESA "ABC"	
V.1	MODERNIZAR LAS INSTALACIONES PARA PRODUCIR SU PROPIA ENERGIA.....	100
V.2	GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE LA COGENERACION.....	105
V.2.1	CRITERIOS PARA LA SELECCION DE LA PLANTA DE COGENERACION.....	106
V.3	CUESTIONAMIENTOS QUE SE REALIZARON A LA EMPRESA "ABC" PARA DETERMINAR LA PLANTA DE COGENERACION.....	120
VI	IMPACTO AMBIENTAL	
VI.1	INTRODUCCION.....	126
VI.2	ABATIMIMIENTO DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA POR PARTE DE "ABC".....	127
VI.2.1	METODO PARA EL CONTROL DE NO _x	128

VI.2.2 CONTROL DE MONOXIDO DE CARBONO EN EL QUEMADO DE GAS NATURAL.....	129
VI.3 CONCLUSIONES.....	130
CONCLUSIONES Y RESULTADOS.....	131
APENDICES	
APENDICE A.....	136
APENDICE B.....	139
BIBLIOGRAFIA.....	144

I CONDICION HISTORICA Y ACTUAL DE LA INDUSTRIA PAPELERA EN MEXICO

I.1 SINTESIS HISTORICA

De los materiales de uso actual posiblemente el papel, en cualquiera de sus tipos, es el que posee los antecedentes históricos más antiguos e importantes. Con el advenimiento de la escritura y la historia (como ciencia) la necesidad de expresar ideas y relatar sucesos a través de un medio de fácil manejo se hizo cada vez más crítica, pues de cierta manera se requerían habilidades muy particulares para elaborar complicados murales o labrar pedazos de madera o piedra que, además, representaban un problema serio cuando se trataba de acumular información.

El precursor del papel fué el papiro que se conocía en el antiguo Egipto (2400 A.C.). Se preparaba descortezando las fibras gruesas de las fibras de la planta de papiro; estas fibras se entrecruzaban sobre una superficie dura y liza y se comprimían hasta formar una hoja que posteriormente se alizaba por frotamiento con marfil o alguna otra piedra.

Aparentemente los inventores del papel, fueron los chinos (105 D. C.). Los primeros papeles eran hechos de corteza de morera y bambú sobre un molde de carrizo. Los chinos establecieron una fábrica de papel en Samarkanda en el siglo VI, ciudad que al caer bajo el dominio de los árabes, transfirió a éstos el arte de hacer papel. Con los árabes, la industria del papel alcanzó un nivel importante a grado tal que Samarkanda se convirtió en el lugar de origen de la elaboración del papel. Poco a poco los árabes diseminaron la técnica de fabricación, estableciendo nuevas fábricas e introduciendo mejoras como la sustitución de las fibras de madera por las de lino.

Los moros en España, manufacturaron el primer papel en Europa, fundaron fábricas en Toledo y Valencia (1085). A los españoles se les atribuye el uso de molinos de agua para accionar trituradores y el reemplazo de los moldes de carrizo por otros de alambre. Por otra parte en 1189, se erige la primer fábrica en Francia, de donde partió una fuerte influencia hacia los países hispanos que inventaron un aparato para triturar fibras llamado

''Pila Holandesa''. En Italia, hacia los siglos XIII y XIV, se inventaron las ''Marcas de agua'', siendo la primera una cruz (1282) las marcas de agua tenían la finalidad de indicar al fabricante, procedencia y calidad del papel, así como de conmemorar algún acontecimiento histórico. En Alemania la primera fábrica se erigió en 1336; más tarde el invento de la imprenta (Gutenberg en 1450) fue la contribución más importante de Alemania al progreso de la industria papelera. Dada la estrecha relación que existe entre una y otra.

Hasta los primeros años del siglo XIX, todo el papel era fabricado a mano mediante el depósito de material fibroso en suspensión acuosa sobre un molde de tela de alambre o colador. Las restricciones del sistema eran la habilidad del operador y el tamaño tan limitado de las hojas así producidas. Basados en los desarrollos de las máquinas impresoras, a fines del siglo XVIII, se hicieron esfuerzos para superar las limitaciones de tamaño y para producir hojas o rollos de longitud prácticamente ilimitadas. En 1779 un ayudante de impresor, el francés Louis Robert, invento una máquina que hizo papel en longitudes de 12 a 15 metros. Debido a problemas económicos vendió su patente al Sr. Leger Didot quien posteriormente entró en contacto con dos comerciantes en papel; Los ingleses Henry y Sealy Fourdrinier.

Con la ayuda del ingeniero Brayan Donkin y después de muchas y muy costosas experimentaciones, instalaron en 1804 una máquina para fabricar papel en forma continua. Este es, sin duda alguna, el mayor acontecimiento individual en la historia de la fabricación del papel; a partir de entonces se han hecho modificaciones y mejoras al sistema para poder fabricar, inclusive, cartoncillos de multicapa.

A lo largo de toda su historia, el papel ha sufrido cambios en lo que se refiere a procesos y materias primas empleadas, siendo el siglo XIX el más característico en esto. De las materias primas experimentadas se tiene registro de más de 500 materiales diferentes. Desde 1800 a 1930 se tiene información acerca de los cambios que se hicieron en cuanto a la materia prima para la fabricación del papel.

1.2 INTRODUCCION

Debido a la apertura comercial inminente por el TLC entre los países de Estados Unidos, Canadá y México, se hace indispensable que México mejore en todos los sectores que participan actualmente en la vida económica del país, es decir en de vital importancia tener controlado todo lo que involucra productividad con el fin de poder enfrentar y sortear adecuadamente los retos que pudieran presentarse en un futuro no muy lejano. Dicha mejora, sólo se puede obtener incrementando la productividad y la calidad en todos los sectores productivos, entendiéndose por calidad "calidad no sólo es cumplir con las expectativas y necesidades del cliente, sino es dar más de dichas expectativas para con esta poder garantizar una permanencia en el mercado en forma competitiva un tiempo adecuado y razonable". La finalidad es obtener productos altamente competitivos tanto en el país como fuera del país.

La industria papelera no escapa a los aspectos anteriores dado que el desarrollo tecnológico en la industrialización del papel y la forma de vida acelerada en las grandes urbes y aun en pequeños poblados influye de manera importante para que la gente consuma cada vez con mayor frecuencia algún tipo de papel.

Por este aumento mencionado en el consumo de productos industrializados, se requiere que todas las empresas que pertenecen al ramo papeleró se esfuercen al máximo de su capacidad disponible en la planta para mejorar notablemente todos los aspectos relacionados con el proceso de manufactura del producto, ocasionando con esto un aumento en la productividad de la empresa.

Por otra parte en el contexto mundial el proceso de la globalización cada vez más acelerado que experimenta la economía mundial, ha concientizado a las organizaciones y empresarios sobre la necesidad de establecer políticas integrales que permitan producir bienes y servicios más competitivos.

En el pasado, las empresas proporcionaban a sus clientes productos que juzgaban indispensables y no daban mucha importancia a la completa satisfacción de sus gustos. Existía una estrategia orientada a la producción de tal manera que todo lo que se producía se vendía, independientemente de ajustarse o no a las necesidades del usuario. Actualmente las condiciones han cambiado: cada día se tiene una mayor competencia y es el cliente el que decide si compra o no y a quien le compra, por lo que las empresas que quieran tener éxito deben adaptarse a este nuevo ambiente.

Para poder adaptarse al proceso de globalización, es necesario responder a tres grandes necesidades:

- a) la reducción de costos
- b) la eficiencia.
- c) la capacidad de exportar.

Los empresarios deben trabajar fuertemente para asegurar el futuro de las empresas, pero siempre con la conciencia de cuidar al cliente, la calidad y costos.

Por lo anterior, el presente trabajo pretende mostrar la situación de la industria papelera mexicana, mediante el análisis de una empresa y a continuación dar una serie de propuestas para la mejora de la misma.

1.3 SITUACION POLITICA Y ECONOMICA DE MEXICO

Para hacer un diagnóstico de oportunidades y del papel, se ha analizado cuál ha sido la dependencia de México con respecto a material fibroso importado en los últimos 10 años, a continuación se presentan algunos resultados:

Del año de 1980 a 1989 aumentaron los consumos de material fibroso importado en 520,900 toneladas, ya que pasó de 487,300 a 1,008,200 toneladas y el porcentaje de dependencia de incrementó en 10 puntos porcentuales en el mismo período, al pasar de un 23.7% del año de 1980 a un 33.7% en el año de 1989 (ver gráfico No. 1)

Para conocer la dependencia que tendrá nuestra industria en los próximos 5 años, se consideraron las proyecciones de consumo de la Cámara Nacional de la Industria de la celulosa y el papel (C.N.I.C.P.) y se estimaron con ciertas variables las posibilidades nacionales de producción de material fibroso importado, de donde se llegó a las siguientes conclusiones:

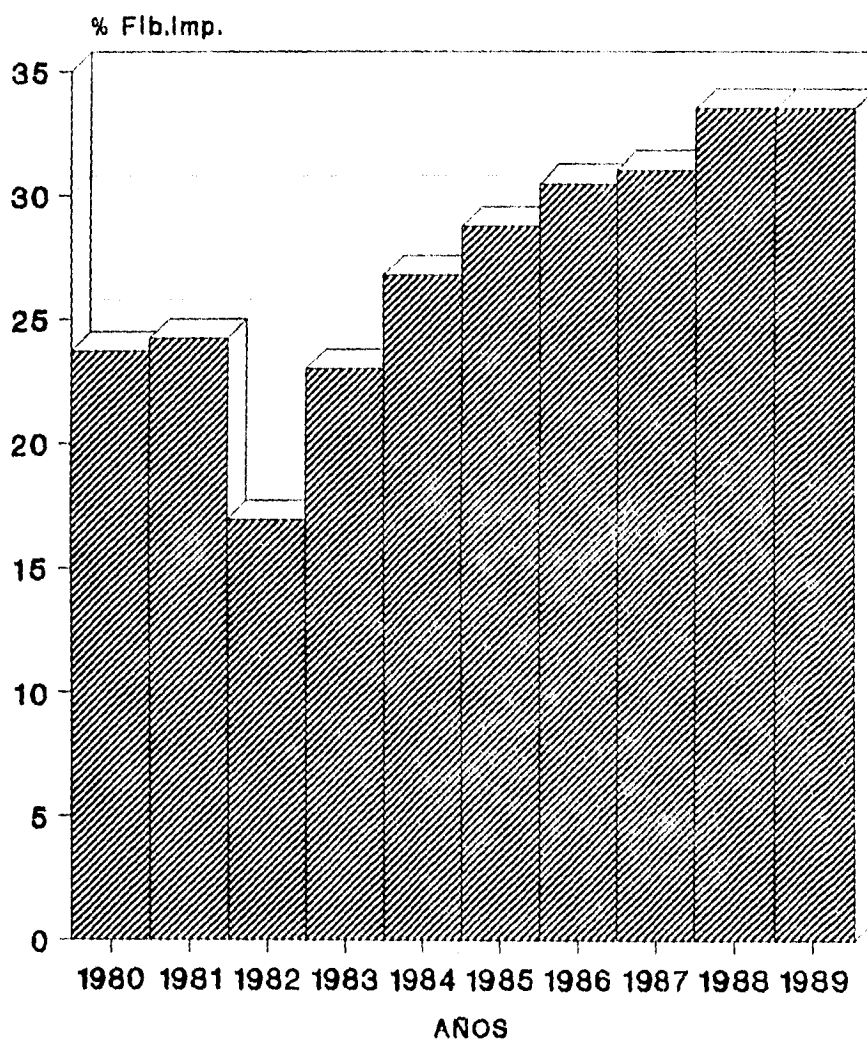
Se incrementará el déficit en 227,000 toneladas, ya que pasará de 1,008 toneladas en 1989 a 1,235 en 1994 (ver cuadro 1 y gráfica 2)

CONCEPTO	1989	1990	1991	1992	1993	1994
CONSUMO	2994	3113	3239	3346	3514	3699
POSIBILIDADES						
DE PRODUCCION	1986	2091	2178	2257	2356	1464
SUPERAVIT	-1008	-1022	-1061	-1089	-1158	-1235

Cuadro resumen de consumo y posibilidades nacionales
de material fibroso para el período 1989 - 1994
(miles de toneladas)

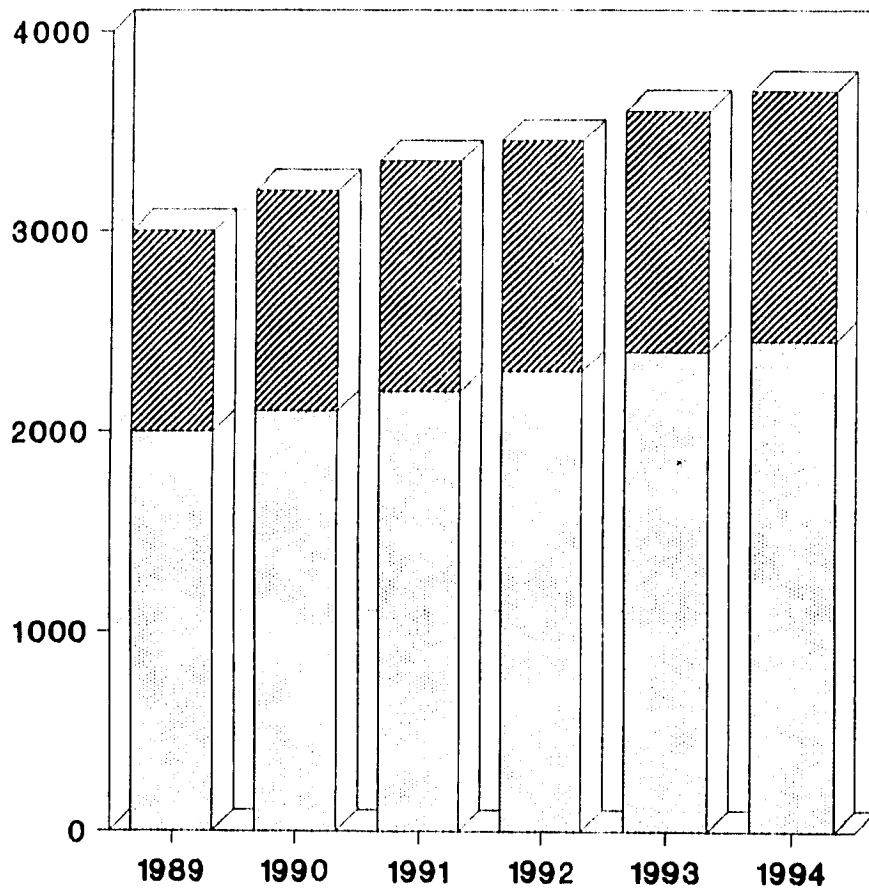
Cuadro 1

PARTICIPACION DE FIBRA IMPORTADA EN EL
CONSUMO TOTAL DE MATERIALES FIBROSOS



GRAFICA No. 1

DEFICIT NACIONAL DE FIBRAS 1989-1994
(MILES DE TONS)



Pos.Nales.de Mat. Consumo

GRAFICA No. 2

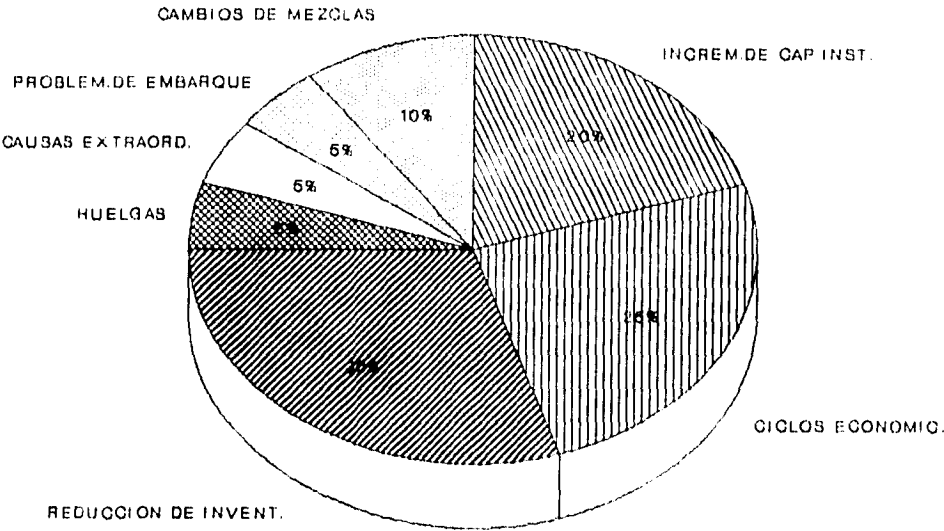
Esta dependencia de material fibroso nos pone en gran apuro, ya que existe un número de variables que provocan cambios en los precios internacionales de material fibroso como se aprecia en la gráfica No. 3 donde se hace un análisis de lo acontecido, aclarando que no se conoce un criterio definido para fijar dichos precios por lo que el cuadro se puede considerar como un ejercicio. Cabe señalar que en orden de importancia las tres principales variables que provocan cambios en los precios internacionales de material fibroso son: reducción de inventarios, un remate de capacidad instalada y otros sucesos.

Un termómetro que se ha considerado de mucha importancia en los últimos años, ha sido los inventarios globales que como se muestra en la gráfica No. 4 en el que se señala que el punto de equilibrio de estos inventarios es de 1'250,000 toneladas cualquier disminución abajo de este punto de equilibrio incrementa los precios y cualquier aumento sobre ese punto los disminuye tal como está ocurriendo en la actualidad, además de que hay expertos que informan que los volúmenes de producción de los nuevos proyectos de Asia y de América del Sur, son relevantes y que se deben de tomar en cuenta para los pronósticos de crecimiento.

Esta dependencia y cambios, provocan que nuestra industria no pueda llevar a cabo adecuadas acciones de planeación estratégica en el mediano y largo plazo debido precisamente a que nuestra industria adolece de una falla estructural consistente en su falta de integración a la industria de la celulosa, cuya solución no se vislumbra de inmediato, sino que tendrá que pasar un período mínimo de 10 años, si las autoridades instrumentan desde ahora soluciones como las que C.N.I.C.¹ está planteando desde el punto de vista legislativo para establecer y aprovechar plantaciones comerciales y apoyar las cuantiosas inversiones necesarias con temas de Interés Internacional y beneficios fiscales ya que de otra forma no se ve cómo se podría dar el cambio.

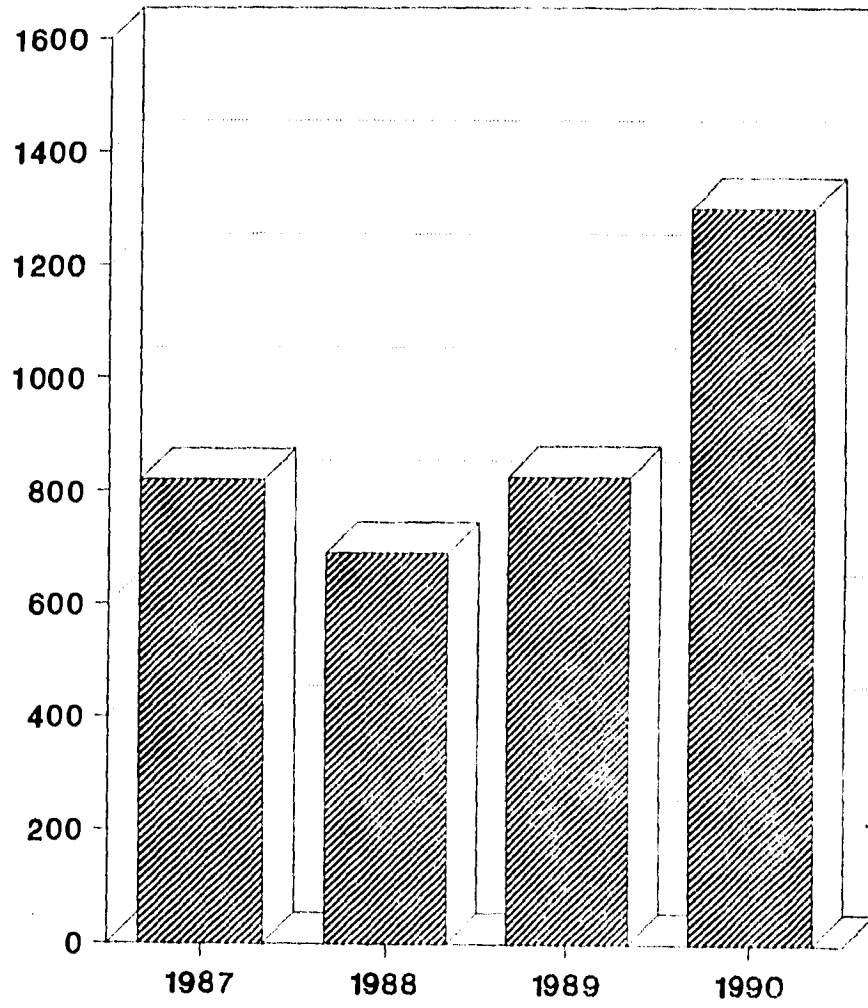
¹ Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel.

**PRINCIPALES VARIABLES QUE PROVOCAN
CAMBIOS EN LOS PRECIOS INTERNACIONALES
DE LAS MATERIAS PRIMAS FIBROSAS**



GRAFICA No. 3

**INVENTARIOS DE CELULOSA
EN EL PERIODO 1987-1990
(MILES DE TONS)**



GRAFICA No. 4

Otro punto importante de interés que se analizó fue la comparación de economías de escala en la industria de la celulosa y del papel, comparando a México con Estados Unidos y Canadá, se tomó como base a estos países porque más del 85% de las transacciones comerciales que realiza México provienen de ellos y la apertura comercial.

A continuación se presentan las siguientes cifras con sus gráficas, y datos estadísticos relacionados con Estados Unidos, Canadá y México.

CONCEPTO	EU	CANADA	MEXICO	GRAFICA
Capacidad instalada para la producción de celulosa	56,860	25,021	1,040	5
Capacidad instalada para la producción de papel	72,862	17,028	3,422	5
Producción de celulosa	55,530	20,679	799	4
Producción de papel	69,477	16,638	2,737	6
Consumo aparente de cel.	58,086	13,470	1,095	7
Consumo aparente de papel	76,394	61,690	2,709	7
No. de plantas de cel.	217	36	8	8
No. de plantas de papel	548	109	65	8
Consumo percapita (Kgs)	911.3	236.4	29.3	9

Economía de escala
cuadro 2

Las cifras hablan por si solas del gran reto que significa una competencia abierta con estos países, por lo que las autoridades Mexicanas deben tomar en consideración el gran esfuerzo que han realizado nuestro sector industrial en los últimos 30 años para llegar a las producciones que se manejan

acuerdo y del que se realizó para su total importación de papel y haber logrado en los últimos años exportaciones importantes. Por lo anterior, consideramos que cualquier renegociación de aranceles debe ser analizada tomando en cuenta que esta industria requiere de un período de tiempo razonable para lograr un mayor grado de integración.

Para continuar, se introdujeron algunas variables económicas más relevantes de México y Estados Unidos del que se concluyó de que por el momento, en nuestro sector industrial no se puede realizar una competencia en igualdad de condiciones con nuestro vecino del norte.

Índice de inflación (ver gráfica No.10). Se esperaba que para el año de 1990, Estados Unidos terminará con una inflación de un 5.4% contra un 24.7% que se proyectó en México, es decir que con todo el esfuerzo que se realizó, la inflación de México fue 5 veces mayor que la de Estados Unidos.

Otro renglón que se analizó es el costo financiero (ver gráfica No. 11); mientras que en Estados Unidos el costo de capital es de un 12%, en el caso de México, a esta fecha representa el 49.9% que es cuatro veces mayor que el de Estados Unidos, lo que al industrial mexicano pone en franca desventaja.

En situación arancelaria México realizó una baja muy importante en los últimos años de la década de los 80's, en relación al arancel promedio anual para las importaciones del papel, ya que pasó de un 40% del año de 1985 a un 10% en el año de 1990 (ver gráfica No. 12). Tenemos que las autoridades Mexicanas realizaron esto con el objeto de abrir la economía al mercado internacional.

Desde nuestro punto de vista pensamos que la reducción de las tasas arancelarias se debió analizar por ramas industriales estratégicas, y de esta forma cuales eran las tasas estructurales en cada una de ellas, con base en un análisis cuidadoso y establecer un plan para reducir paulatinamente en un

plazo razonable los niveles arancelarios, dando con esto oportunidad de dar volaciones de fondo en un plazo pactado.

Como un ejemplo, tenemos a Brasil que manejó en primera instancia la instauración de plantaciones comerciales e inversiones en celulosa en los años 70's y de esta forma, con subsidios fiscales hizo que esta industria creciera a niveles competitivos mundiales, lo que le ha llevado actualmente a ser una potencia exportadora de celulosa y papel y cuyos niveles arancelarios a la fecha se sitúan entre un 25% y un 40% para diferentes tipos de papeles, con todo y el plazo que se le dio para lograr una escala de integración competitiva a nivel internacional. De lo anterior, se sigue que no es posible que a la industria mexicana de celulosa y papel, con las fallos que ya se han comentado, no se le de un plazo razonable para lograr su objetivo de integración ya que si esto no sucede, todo lo que se ha avanzado en los últimos 30 años, podría derrumbarse y provocaría una dependencia riesgosa de la rama Celulosa-Papeletera de mercado exterior.

Uno de los problemas básicos que no han dejado desarrollar en forma saludable a muchos sectores industriales, es el control de precios que se ha venido aplicando a México desde los años 70's ya que esto ha desmotivado las inversiones en diferentes áreas. En la rama de la celulosa y papel pensamos que le afectó en forma parcial, ya que la misma competencia interna nos hizo no descuidar la modernización de nuestras plantas industriales.

El único control de precios que funciona en la actualidad es el techo de los precios internacionales (ver grafica No. 13). El promedio de la mezcla de los precios nacionales de papeles se encuentran en 0.4% arriba de los precios de papel importado de los Estados Unidos, por lo que creemos que la liberación de precios puede darse de inmediato, ya que nuestro parámetro de incremento será marcado por los precios de importación.

Por último muchos críticos dicen que la única herramienta que se tiene contra las importaciones es el sistema Anti-Dumping. Desde nuestro punto de vista, este sistema no es lo suficientemente ágil para resolver importaciones masivas: ya que para aplicarse se tiene que demostrar fehacientemente la desventaja económica que implica el Dumping para el país que lo soporta.

Es importante hacer notar que se ha hablado de la integración de la Industria Mexicana, con los vecinos del norte Estados Unidos y Canadá, pero no hay que perder de vista los cambios que se han presentado a últimas fechas tanto políticos como económicos a nivel mundial, tanto en América como en Europa y principalmente el continente Asiático; por lo anterior, a continuación también se hace un análisis del crecimiento e integración en América Latina.

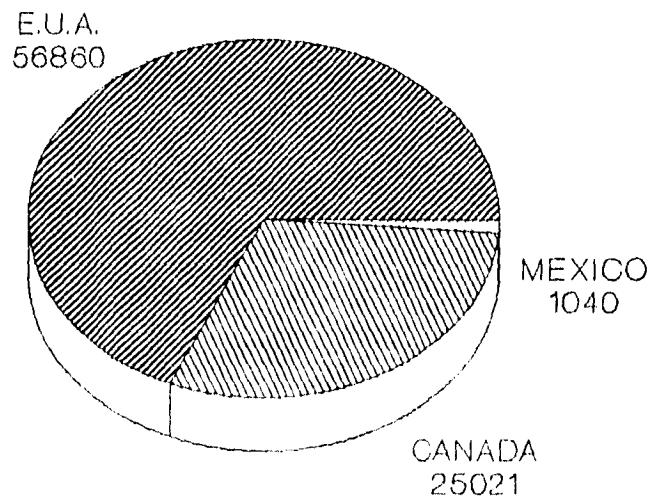
América latina tiene ventajas comparativas muy grandes frente a los demás bloques productores de pulpa y papel en el mundo, y por ello debe actuar de inmediato en la búsqueda de un reordenamiento razonable e inteligente de sus mercados.

Los costos menores de la mano de obra y las favorables condiciones climáticas de la región, que permiten la formación de bosques en tiempos mucho más cortos que en otras latitudes, están haciendo que el mundo observe a este bloque como una fuente de recursos fibrosos que puede desarrollar una mayor agresividad exportadora de materias primas y de productos terminados.

Tal es una de las conclusiones que se desprenden de los documentos de trabajo de la novena Asamblea General de la Confederación Industrial de la Celulosa y del Papel Latinoamericana, CICEPLA, reunida en noviembre de 1991 en la ciudad de México, la cual dió lugar a un renovado espíritu de integración y de cooperación, que según los propios participantes, debe ahora traducirse en metas prácticas.

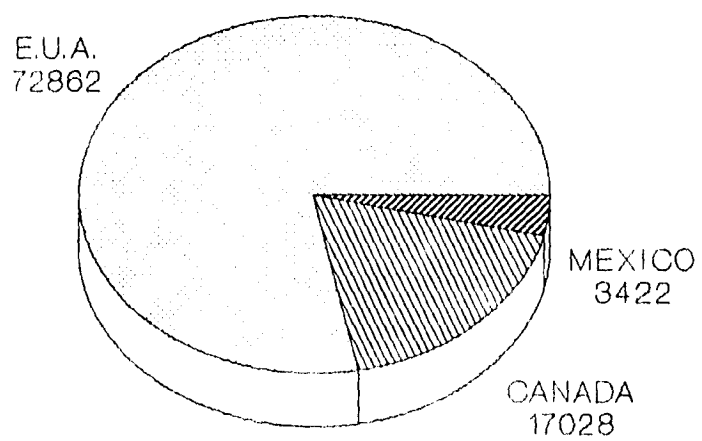
La Comisión Quinta de la Asamblea de CICEPLA¹ Hago a un
¹Confederación Industrial de la celulosa y del papel Latinoamericana.

**CAPACIDAD INSTALADA PARA LA PRODUCCION
DE CELULOSA
(MILES DE TONS)**



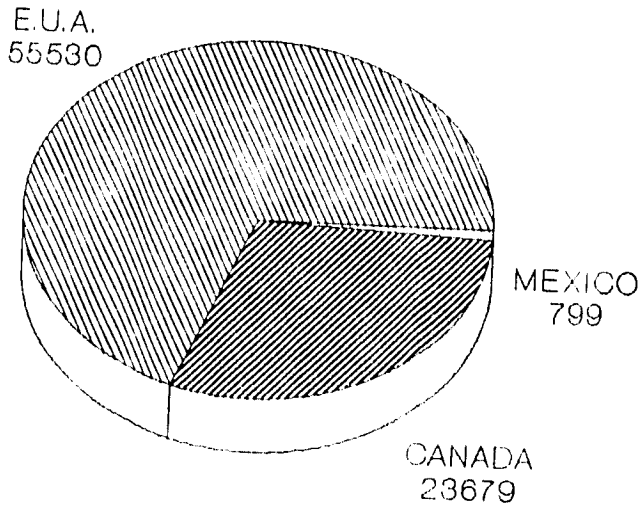
GRAFICA No. 6 A

**CAPACIDAD INSTALADA PARA LA PRODUCCION
DE PAPEL
(MILES DE TONS)**



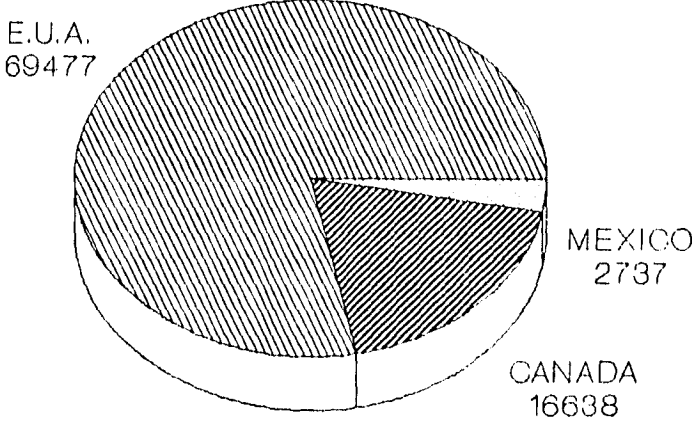
GRAFICA No. 6 B

**PRODUCCION DE CELULOSA
(MILES DE TONS)**



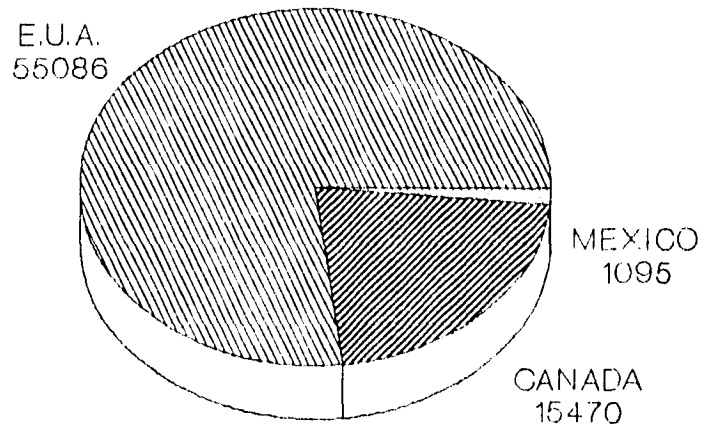
GRAFICA No. 6 A

**PRODUCCION DE PAPEL
(MILES DE TONS)**



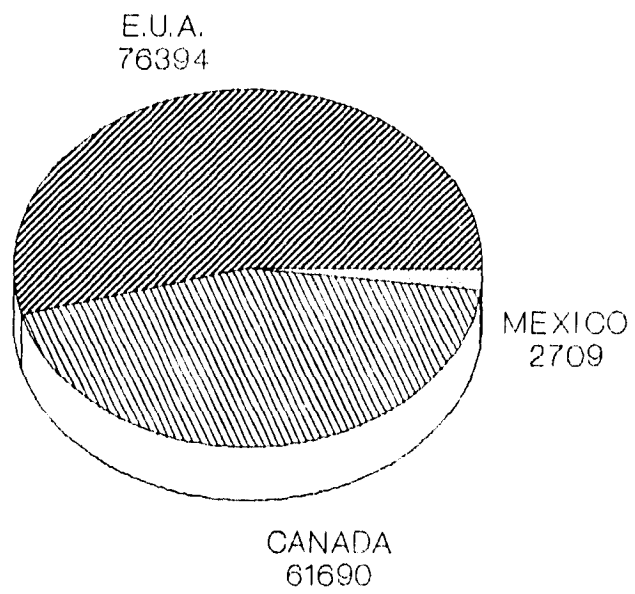
GRAFICA No. 6 B

**CONSUMO APARENTE DE CELULOSA
(MILES DE TONS)**



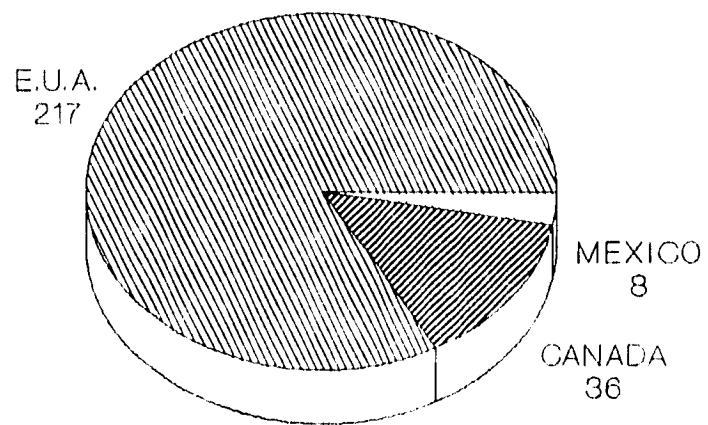
GRAFICA No. 7 A

**CONSUMO APARENTE DE PAPEL
(MILES DE TONS)**



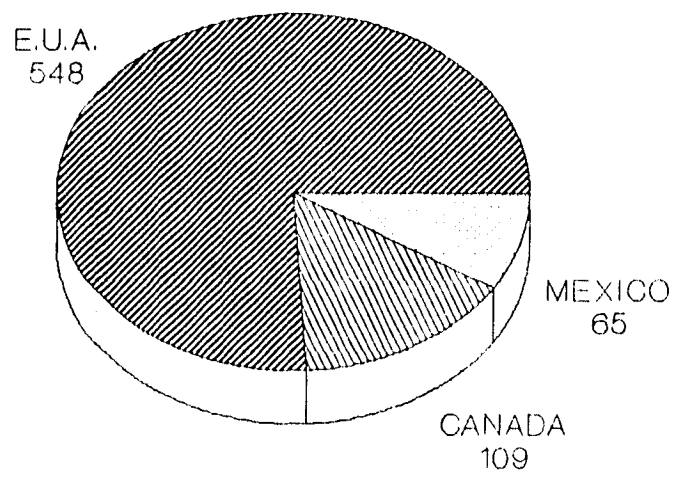
GRAFICA No. 7 B

PLANTAS PARA LA PRODUCCION DE CELULOSA
(MILES DE TONS)



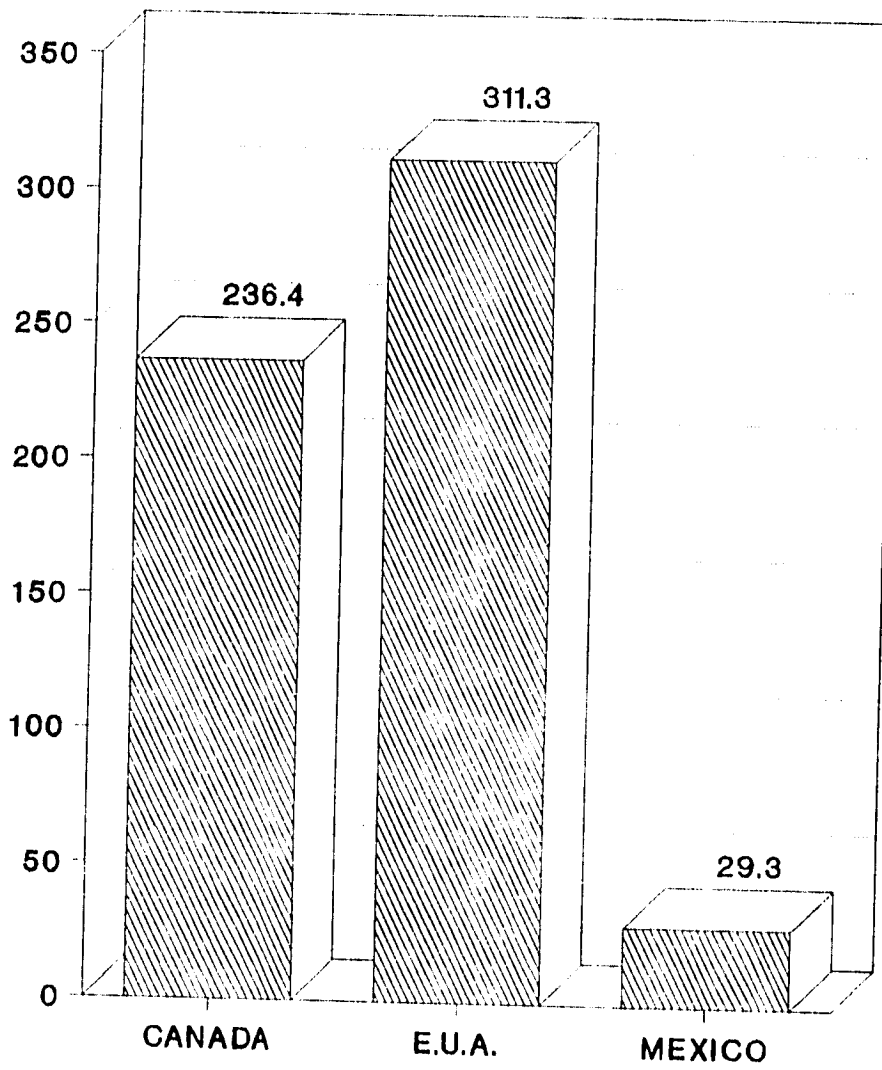
GRAFICA No. 8 A

PLANTAS PARA LA PRODUCCION DE PAPEL
(MILES DE TONS)



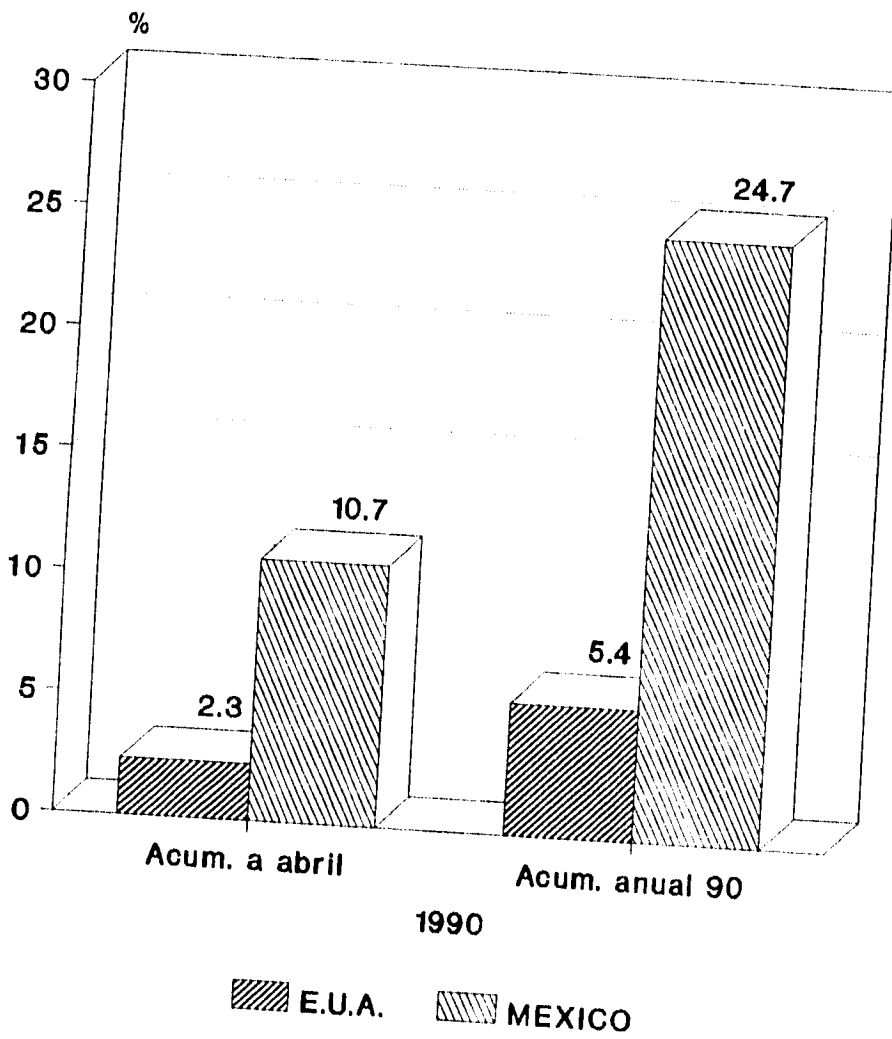
GRAFICA No. 8 B

CONSUMO PER-CAPITA EN NORTEAMERICA
KILOGRAMOS/PERSONA



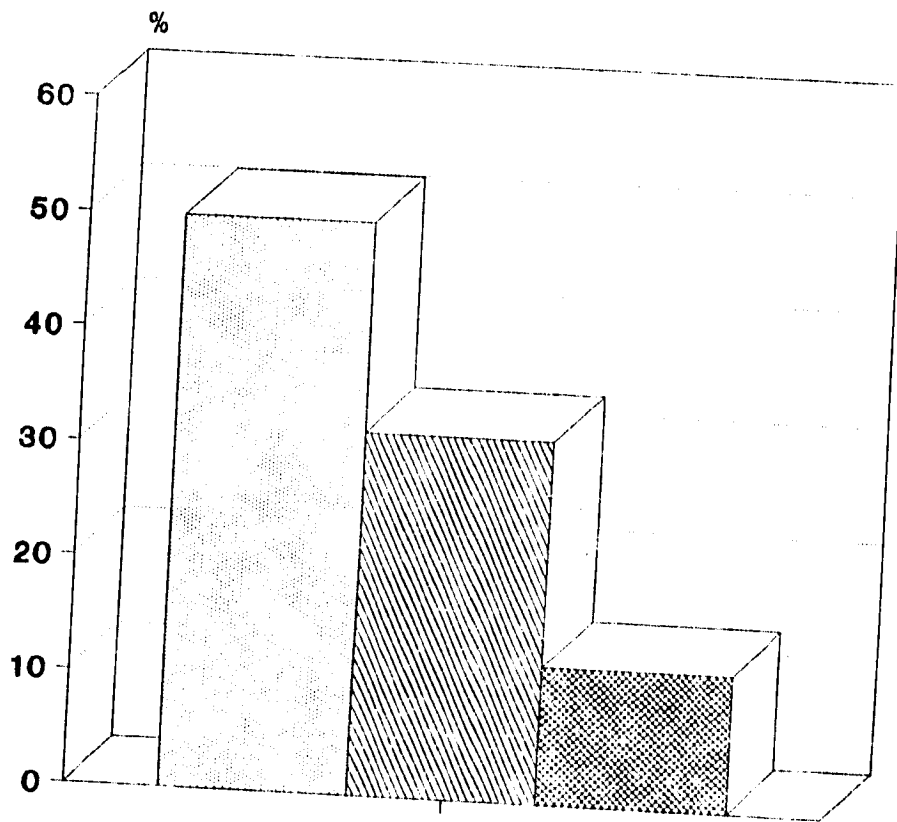
GRAFICA No. 9

INDICE NACIONAL DE PRECIOS
AL CONSUMIDOR



GRAFICA No. 10

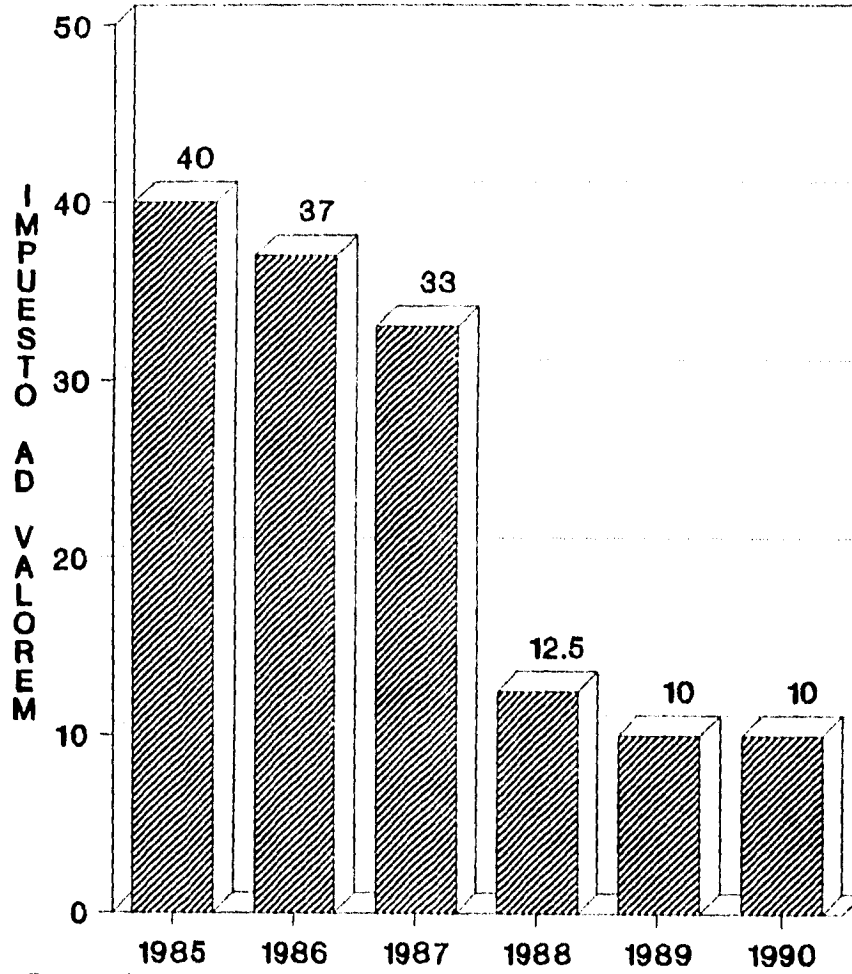
**COSTO FINANCIERO DE CAPITAL
EN MEXICO Y E.U.A. 1990**



Costo en Banco Mex \$ Costo en Ban.Mex.Dis
Costo Banco E.U.A.

GRAFICA No. 11

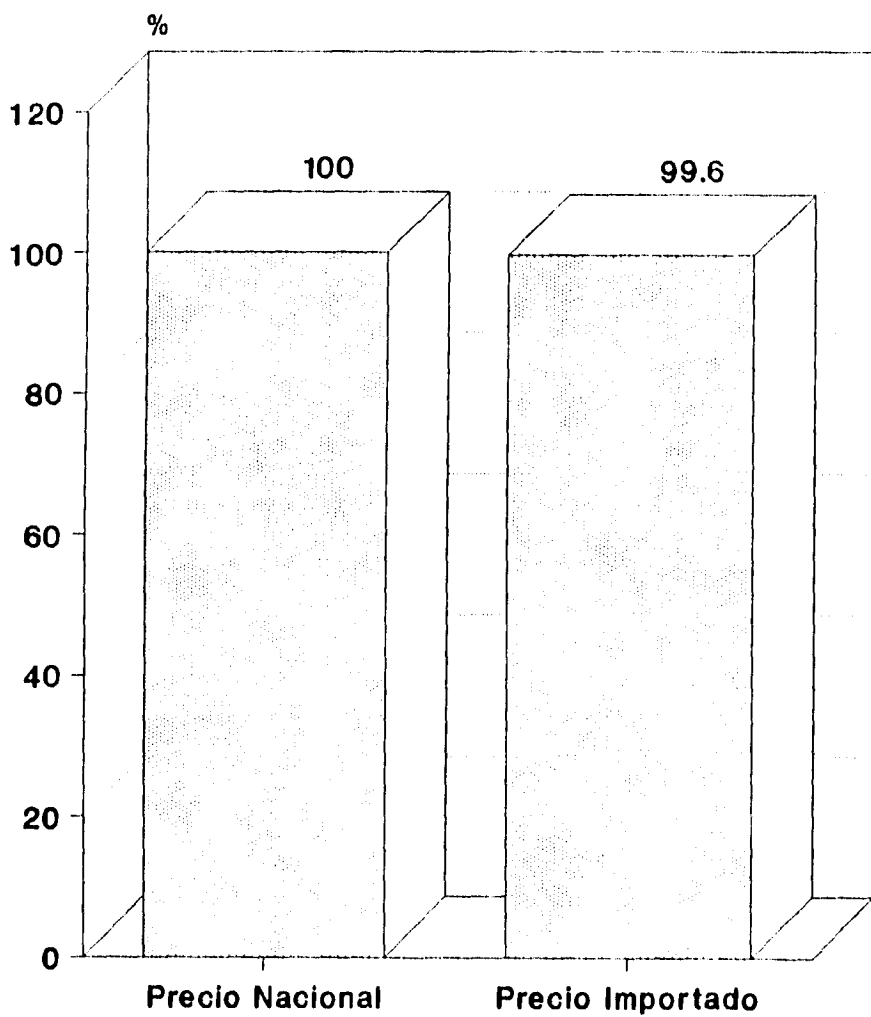
ARANCEL PROMEDIO ANUAL PARA
LA IMPORTACION DE PAPEL



Durante los años 1985, 1986 y 1987 el
precio oficial fue = 1 U.S. Dolar
KILOGRAMO LEGAL

GRAFICA N 12

PROMEDIO DE PRECIO DE PAPELES
NACIONALES VS. IMPORTADOS PUESTOS
EN LA CIUDAD DE MEXICO (LAB)



GRAFICA No. 13

acuerdo conceptual para ordenar el proceso de integración del sector celulósico-papelero. Para llevarlo a la práctica se resolvió promover mecanismos de información entre productores y realizar encuentros periódicos para evaluar el desempeño comercial de la zona; el primero se cumplió en marzo de 1991, a continuación se presentan algunas conclusiones del segundo encuentro que se llevó a cabo en el año de 1992.

- 1.- La posibilidad cierta de que se integre un espacio económico común latinoamericano, se constituye en un verdadero desafío para el sector celulósico-papelero de la región, dado que su exitoso tránsito servirá para demostrarse y demostrar a la comunidad económica internacional que ya ha alcanzado su madurez.
- 2.- Ello significa lograr que la América Latina, desde la posibilidad que le da su limitado potencial productivo, y el testimonio de un ordenado y sostenido crecimiento, sea definitivamente identificada por los restantes bloques en que se está agrupando el mundo, como una de las principales abastecedoras de las demandas presentes y futuras de celulosa y papel.
- 3.- Para que esto sea así, se requiere que el proceso no se dé anárquicamente en respuesta aislada a los estímulos políticos de los respectivos gobiernos. Los empresarios privados tienen que asumir un rol protagónico estructurando formas institucionales de comunicación y complementación a efectos de que el esfuerzo se traduzca en mayores y mejores niveles de producción.

Por otro lado el principal reto para México es ser competitivo frente a países desarrollados que cuentan con una fuerte industria de papel en los segmentos no cubierto y empaque, ya que la apertura económica los hará cada vez más atractivo el mercado mexicano.

Las regiones importadoras de papel más importantes del mundo son Estados Unidos y Europa Occidental, las cuales realizan más del 85% de su comercio con países de su región, Canadá y países Nórdicos respectivamente.

Las perspectivas de comercio internacional más favorables para México son en el segmento de papel no cubierto en EUA y Europa Occidental en los cuales México tiene presencia actualmente. Sin embargo en el caso de EUA, se pronostica que para 1995, lo que obligará al exportador mexicano a encontrar y desarrollar nichos que le permitan penetrar este mercado o bien exportar a otros mercados.

II PROCESO ESTABLECIDO PARA LA ELABORACION DEL PAPEL, UTILIZANDO FIBRA SECUNDARIA

II.1 INTRODUCCION

El empleo de fibras secundarias ha aumentado en forma dramática en años recientes, parece que esta tendencia continuara a medida que se promulguen leyes que fuercen el uso de papel de desperdicio, como ya se ha hecho en algunas partes; el costo de la fibra virgen continua en aumento y crecen las presiones ecologicas y ambientales.

La industria del papel ha respondido a la demanda con nuevo equipo de pulpeo de fibra reciclada, sistemas creativos de eliminacion de contaminantes y tecnicas innovadoras de identificacion y medicion. El objeto de este trabajo es realizar un estudio en una empresa donde se emplea la fibra secundaria como materia prima, ademas de proponer una serie de correcciones que lleven a dicha empresa a mejorar su produccion, esto tambien se pretende llevar a cabo haciendo uso de la cogeneracion, es decir generar su propia energia.

La cantidad de fibra secundaria que se puede emplear en los tipos de papel depende de diversos factores: 1) Si hay disponible el papel de desperdicio; 2) Disponer de grandes volúmenes en el mercado de materias primas y 3) Si hay disposicion de tecnologia para trabajar en forma adecuada el papel de desperdicio como materia aceptable para diversos tipos de papel.

La mayor parte de las empresas que trabajan con fibra virgen agregan un porcentaje de fibra secundaria a sus productos algunas estan adaptando las maquinas actuales al 100% para trabajar con fibra secundaria.

II.2 Descripción del Proceso.

En todo proceso de obtención de papel a través de fibras secundarias, se debe cubrir fundamentalmente tres aspectos:

- 1).- Desfibramiento de los desperdicios.
- 2).- Eliminación de los contaminantes.
- 3).- Blanqueo.

Cada proceso, guarda entre si diferentes variantes para lograr dichos objetivos, esto es, incluir más o menos equipo, emplear diferentes formulaciones o usar más reactivos dependiendo del tipo de desperdicios y los contaminantes a eliminar.

A continuación se analiza el proceso en cada una de las etapas, el cual se ira describiendo paso a paso para tener una idea clara de la elaboración del papel a través de la fibra reciclada.

La fibra secundaria (1) es transportada al hidrapulper por medio de una banda transportadora (2); en el hidrapulper (3) se lleva a cabo el desfibramiento de los desperdicios y la dispersión químico-mecánica de las tintas (ver figura 1).

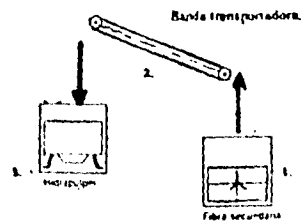


figura 1

En cada ciclo del hidrapulper este se llena con agua hasta aproximadamente el 40% de su capacidad, se adiciona el reactivo y se comienza a calentar mediante la inyección de vapor a través de toberas, la temperatura de vapor y la consistencia son ajustadas.

Durante el periodo de extracción de la pasta, esta es bombeada a un deposito de pasta (4), diseñado para retener por cierto tiempo la misma (ver figura 2).

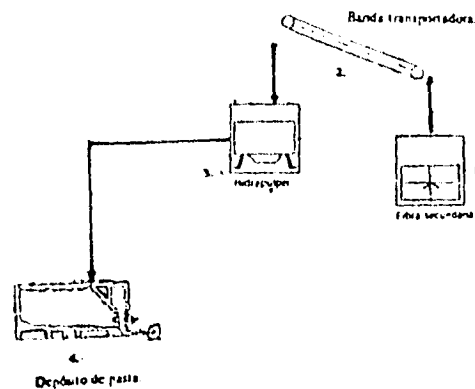


figura 2

La fibra que no se deshace en el hidrapulper, es llevada a un tanque de homogenización (5), el cual sirve para igualar las características de la pasta, dicho tanque alimenta en forma continua a un tamiz vibratorio (6), este se emplea para separar los materiales indeseables contenidos en la pulpa, obligando a pasar las fibras útiles a través de un tamiz perforado de forma ligeramente senoidal (ver figura 3).

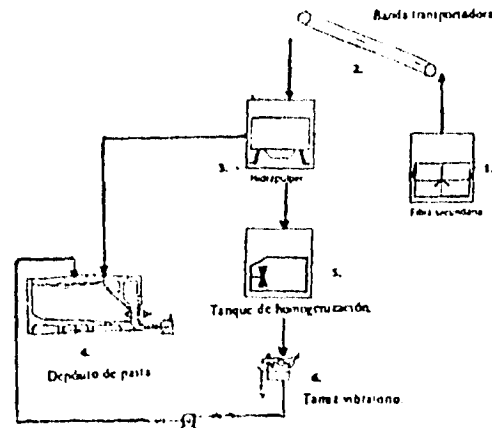


figura 3

El tamiz se encuentra sujeto a un movimiento vibratorio, lo cual permite que las fibras pasen a través de éste y sean removidas por gravedad o bombeo. La porción que no logra pasar a través del tamiz en el área de inundación, pasa a la zona de lavado donde una o dos hileras de regaderas en forma de abanico, lavan los rechazos para minimizar la pérdida de fibra antes de ser desechados.

La siguiente etapa corresponde a la parte de limpieza a alta consistencia (7), en esta etapa se utilizan limpiadores cónicos centrífugos que operan en un rango de consistencia del 2.5-5.0 % de fibra, para separar las impurezas pesadas como grapas, clips, vidrio, arena gruesa, etc., el extremo cónico de los limpiadores esta provisto de un sello de agua que impide el paso de las fibras al deposito de rechazos, el cual periódicamente es evacuado. La parte aceptada de los limpiadores descarga continuamente en un tanque de almacenamiento (8) que alimenta al sistema de depuración. Los depuradores (9) se utilizan para la clasificación fina de la pulpa, eliminando impurezas como pastillas, hilos, plásticos, partículas de recubrimiento, etc. (ver figura 4).

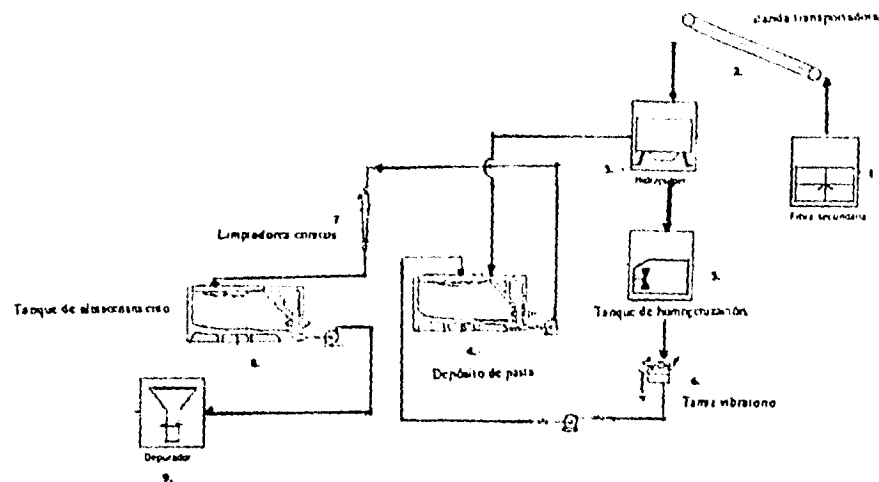


figura 4

El lavado de la pasta comprende el uso de los lavadores de malla inclinados y los espesadores de tornillo inclinados, este paso se realiza con el fin de eliminar por medio del lavado las partículas finas y tintas dispersas en la pulpa, la primera fase de lavado se realiza en los lavadores de malla (10) que son alimentados directamente con la pulpa depurada a un rango del 0.08-1.0 % de consistencia de fibra en donde el agua y la mayor parte de los finos y tintas presentes, drenan a través de la malla, causando un incremento en la consistencia de fibra a la salida que es del 2.5 al 4 % de fibra. El lavado de la fibra se realiza mediante el uso de regaderas de agua a presión y el drenado del agua que existe en la pasta se efectúa por gravedad.

La pulpa lavada en la fase anterior es bombeada a los espesadores de tornillo inclinados (11). El utilizar este equipo es con dos finalidades (ver figura 5).

- 1.- Espesar la pasta al valor requerido de consistencia para la operación de blanqueo.
- 2.- Realizar al mismo tiempo un lavado por dilución; por otra parte los efluentes de los espesadores son enviados a los lavadores de malla para eliminar los finos y recuperar las fibras.

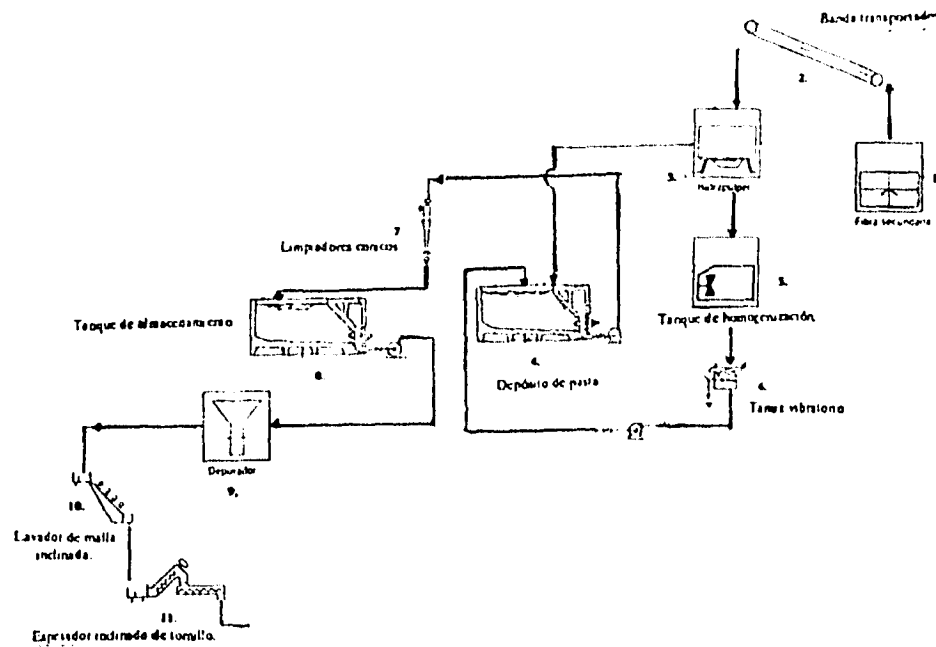


figura 5

Posterior a la fase de lavado, se realiza la etapa del blanqueo (12), la cual comprende dos fases, una con hipoclorito de calcio y otra con peróxido de hidrógeno.

En la primera fase se utiliza hipoclorito y el vapor necesario para ajustar la concentración y temperatura requeridas. La consistencia de fibra a la entrada de la torre de blanqueo, es del 12 % mientras que a la salida es del 3 %.

A continuación, la pasta se bombea a la tina de un filtro lavador para eliminar el licor residual antes de pasar a la siguiente etapa de blanqueo que se lleva a cabo con peróxido de hidrógeno. La pasta que sale del último paso del blanqueo, se bombea a un tanque vertical de homogenización, en donde se dosifica dióxido de azufre sobre la pulpa para neutralizar el

partido residual. Finalmente se realiza la limpieza a esta consistencia de la pulpa neutralizada para eliminar las partículas finas de bajo y alto peso específico. en este punto finaliza la etapa de blanqueo (ver figura 6).

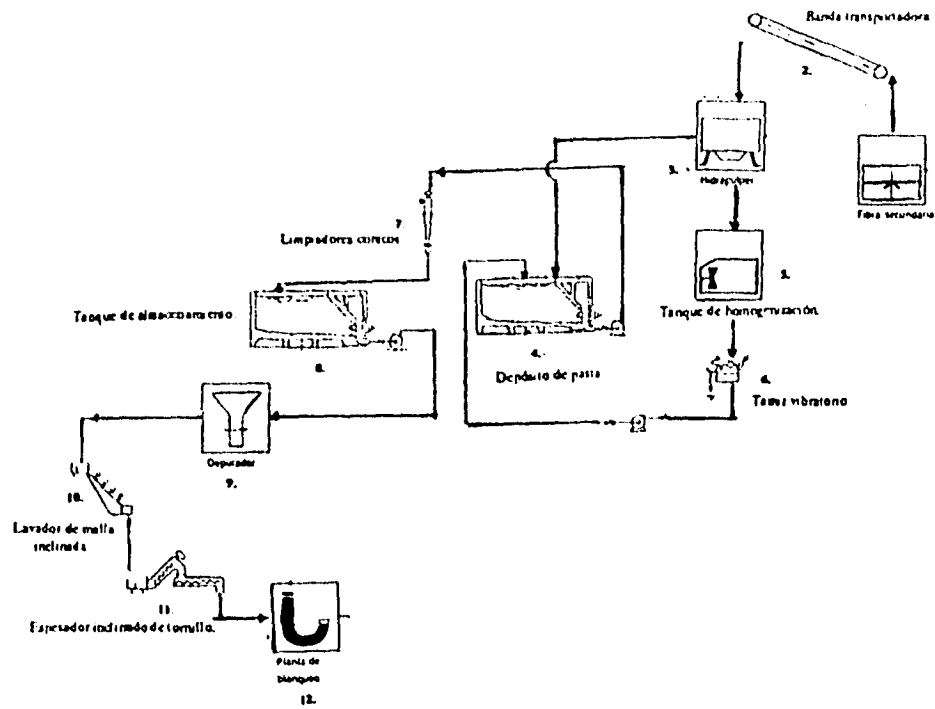
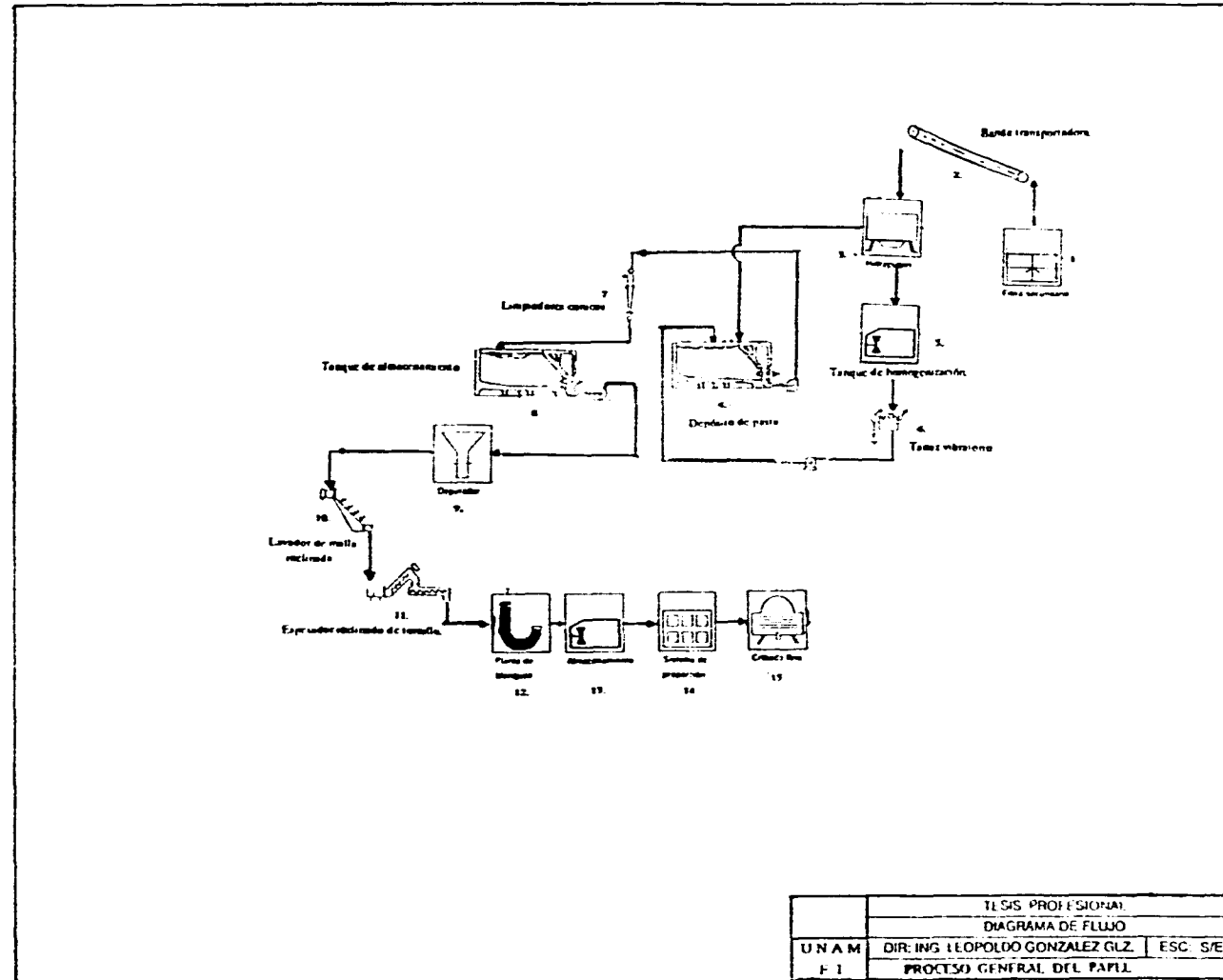


Figura 6

La pulpa obtenida, se manda a un tanque de almacenamiento (13) el cual suministra al sistema de alimentación (14), cuya función es alimentar a la fase de cribado fino (15) (ver figura 7).

FIGURA 7



En la fase de cribado fino, la finalidad es obtener el grado de refinación adecuada de la pasta para regular la formación de la hoja, de tal manera que la hoja formada y seca se obtenga con una buena formación y porosidad; la pulpa obtenida con estas características se bombea a la máquina de papel (16).

La pasta con consistencia de 1.5-2 % de fibra, entra a la mesa de formación de la hoja por medio de la caja de entrada o de distribución para lograr formar la hoja de papel con las características deseadas. Cuando la hoja pasa a través de la mesa de formación, se realiza una recuperación de fibras y agua del proceso.

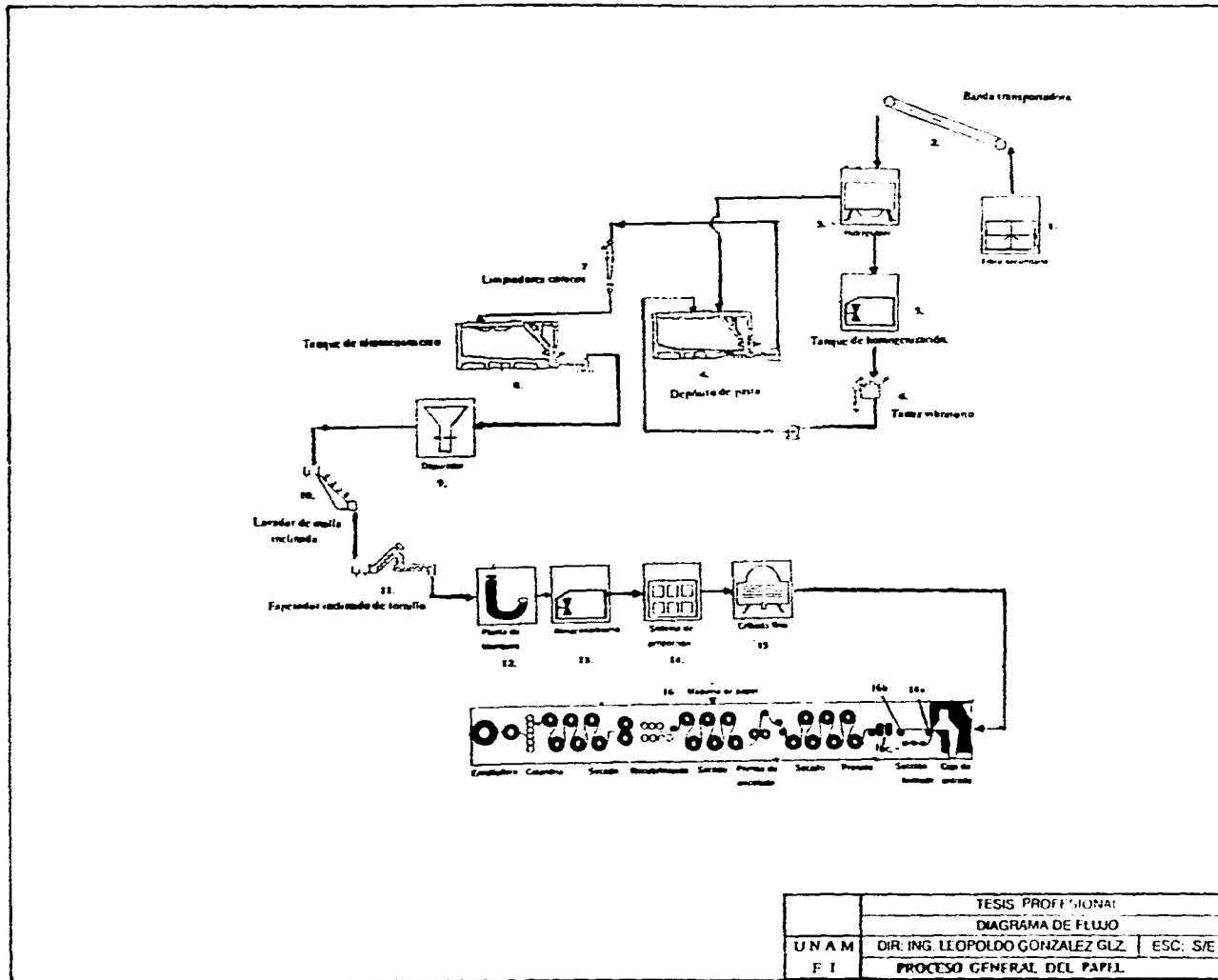
Es importante hacer notar que durante la formación de la hoja, se debe controlar los siguientes factores para obtener las propiedades adecuadas de la hoja:

- Intensidad del traqueo.
- Uso del cilindro Dandy.
- La consistencia de la caja de entrada.

Ya que dependiendo de estos factores y con el grado de refinación de la pasta, se logra obtener la porosidad deseada y una buena formación de la hoja con fibras bien distribuidas.

La hoja formada que sale del couch pasa enseguida a la sección de prensas en donde la hoja pierde mas agua por la acción de presión ejercida por dos cilindros la cual se puede realizar de dos maneras; una utilizando dos cilindros sólidos y la otra por medio de un rodillo sólido y otro perforado usandose como transportadores de la hoja húmeda fieltros que se prefieran de material sintético combinado con lana ya que esta da una propiedad de elasticidad y afieltramiento, el material sintético proporciona una mayor resistencia al desgaste y al ataque de agentes químicos (bacterias). Es necesario mantener los fieltros limpios ya que cuando estos se tapan ocasionan marcas en la hoja de papel formada. Por lo tanto se debe controlar la presión aplicada en ellos ya que esto influye directamente en la porosidad, espesor y resistencia de la hoja (ver figura 8).

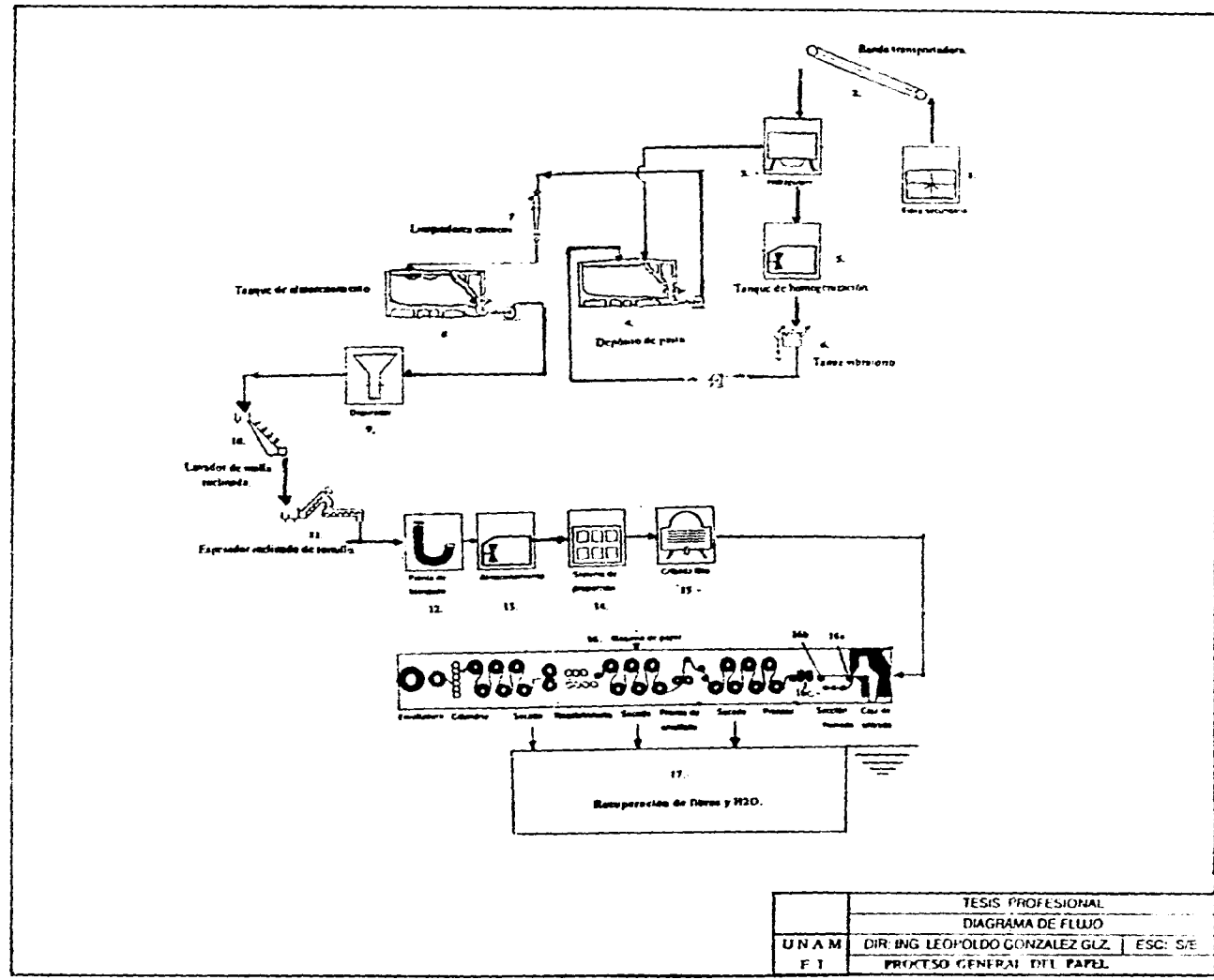
Figura 8
70



TESIS PROFESIONAL		
DIAGRAMA DE FLUJO		
U N A M	DIR: ING. LEOPOLDO GONZALEZ GLZ.	ESC: S/E
F I	PROCESO GENERAL DEL PAPEL	

Ligado a la fase de la formación de la hoja en la mesa de formación, se elimina agua por medio de los cilindros desgotadores, cajas de succión (couch) y las regaderas de lavado; tanto las fibras como el agua se recuperan por medio de canales que se encuentran al nivel del suelo, los cuales desembocan al depósito de recuperación de fibras y agua (17), que se localiza debajo de la mesa de formación (máquina de papel) (ver figura 9).

FIGURA 2

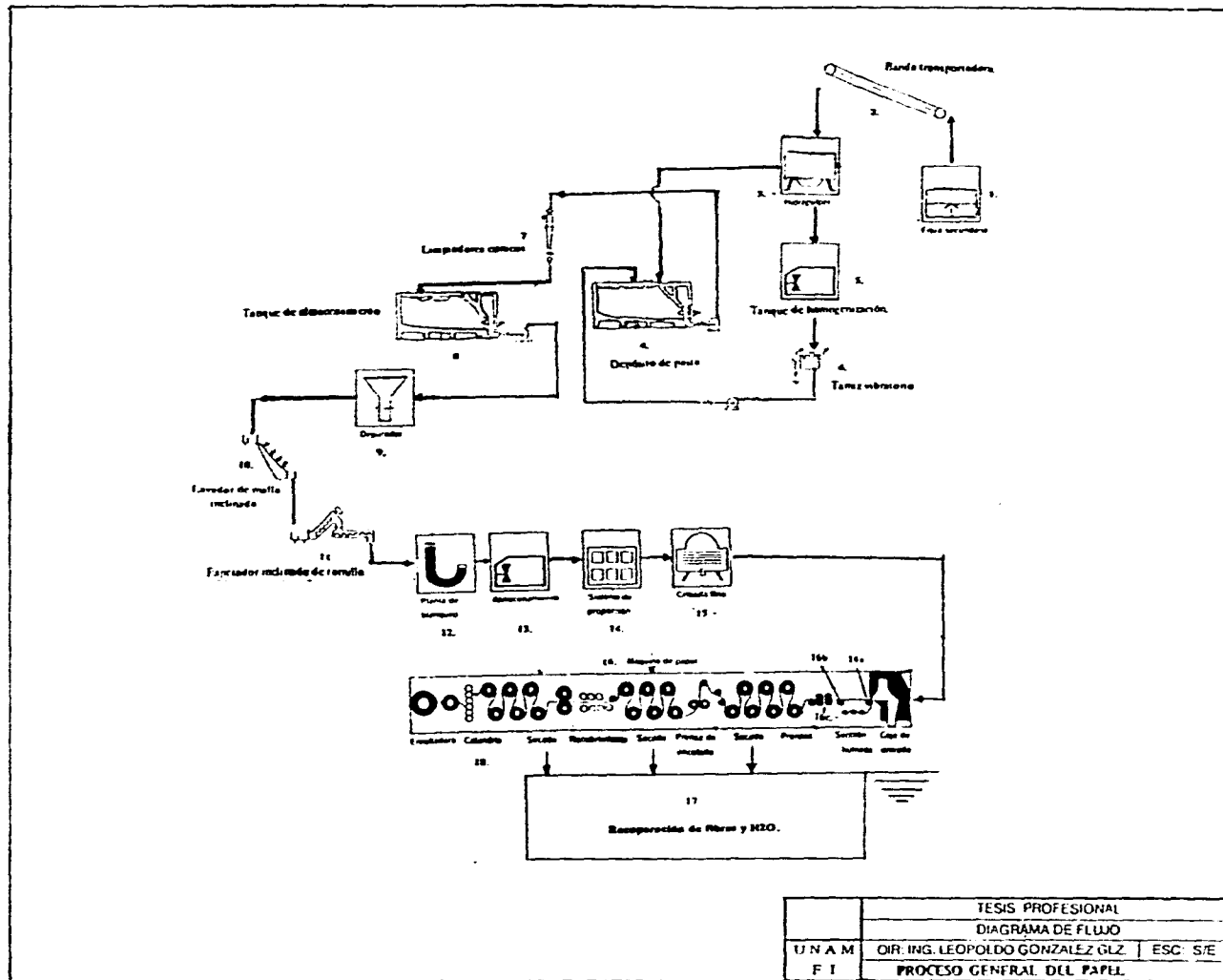


	TESIS PROFESIONAL	
	DIAGRAMA DE FLUJO	
UNAM	DIR: ING LEÓPOLDO GONZÁLEZ GÚZ	ESC: S/E
E I	PROYECTO GENERAL DEL PAPEL	

El papel que sale de las prensas y que contiene hasta un 65% de humedad pasa por una serie de cilindros secadores, el perfil de temperatura debe ser menor en los primeros cilindros, más alta en los secadores intermedios y baja en los últimos secadores para evitar que el papel se obtenga "chino". El papel es transportado en los secadores por medio de lonas que rodean la parte de contacto entre la hoja y el secador.

El papel seco pasa por la sección de calandrado (18) que tiene por objeto dar a este una superficie lisa o satinada, el satinado se gradúa de acuerdo a la presión que se aplica en las calandras, afectando el espesor del papel, en una mínima parte (ver figura 10).

FIGURA 10



	TESIS PROFESIONAL	
	DIAGRAMA DE FLUJO	
U N A M	OR. ING. LEOPOLDO GONZÁLEZ GLZ.	ESC. S/E
F I	PROCESO GENERAL DEL PAPEL	

La última etapa del proceso, es la de enrollado (19), la cual consiste en enrollar el papel para obtener bobinas de diferentes diámetros (ver figura 11).

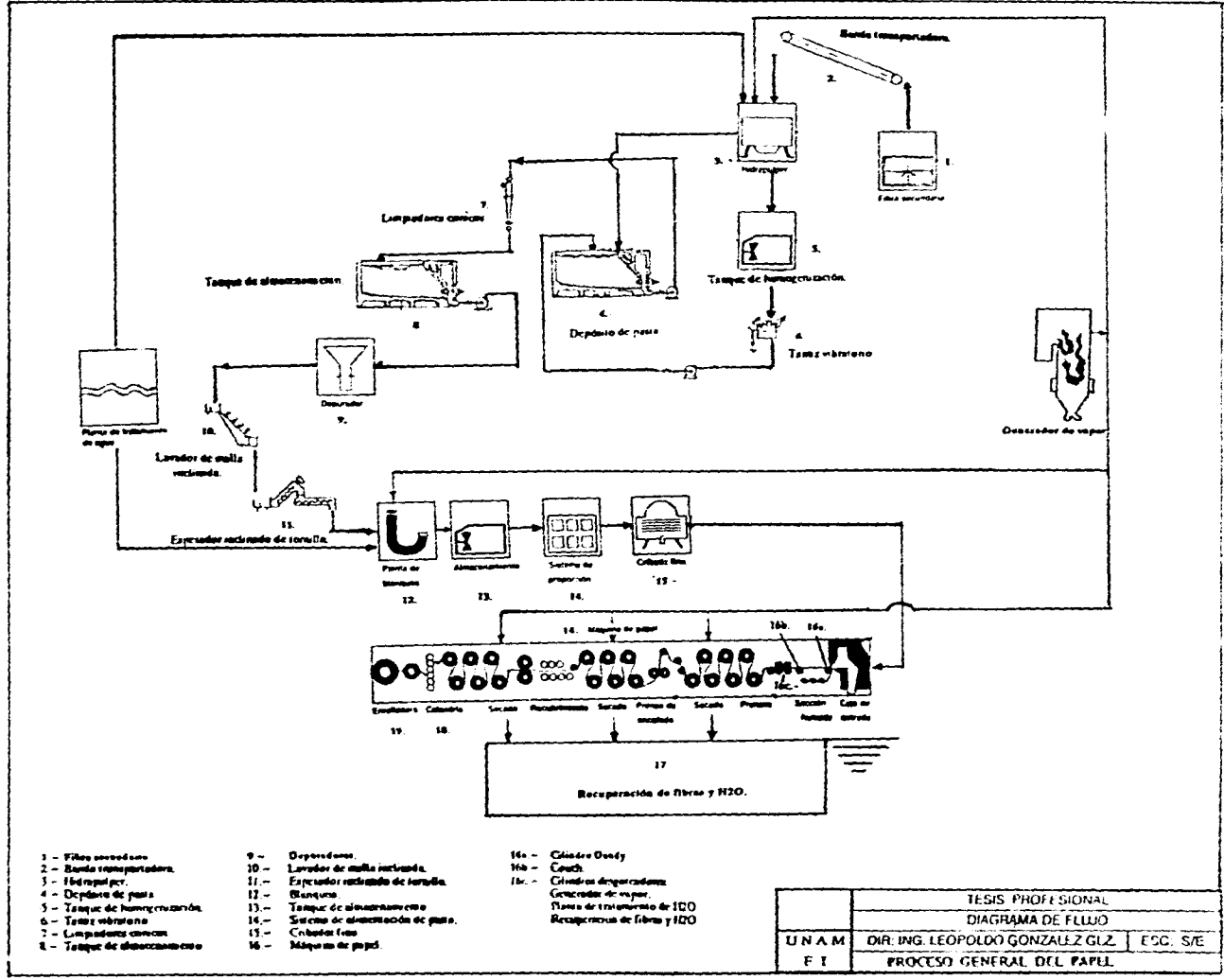
A manera de aclaración es importante establecer que en el proceso de elaboración de papel a través de fibras secundarias se cuenta con un generador de vapor y una planta de tratamiento de agua.

El generador de vapor se utiliza para abastecer de energía calorífica las siguientes zonas del proceso: de pulpeo (hidrapulper), secado y blanqueo.

Por otra parte, la planta de tratamiento de agua realiza un tratamiento biológico (aerobio) a el agua que se recupera en la zona de recuperación de fibras y agua, el tratamiento permite que se recicle el agua al proceso.

Para tener una mayor visión de lo escrito anteriormente consulte la figura 11.

FIGURA 11



III CASO PRACTICO EMPRESA "ABC"

Se realizo un estudio a fin de conocer las condiciones de funcionamiento del proceso de obtencion del papel de una empresa tipica a la cual llamaremos "ABC" (figura 12). Tomando como base el proceso desarrollado en el capitulo anterior, Para identificar los problemas mas relevantes de dicha empresa. Y en el siguiente capitulo proponemos algunas soluciones a dichos problemas.

III.1 Descripción del proceso.

III.1.2. El inicio del proceso (figura 13) se realiza en el hidrapulper helico alimentado por:

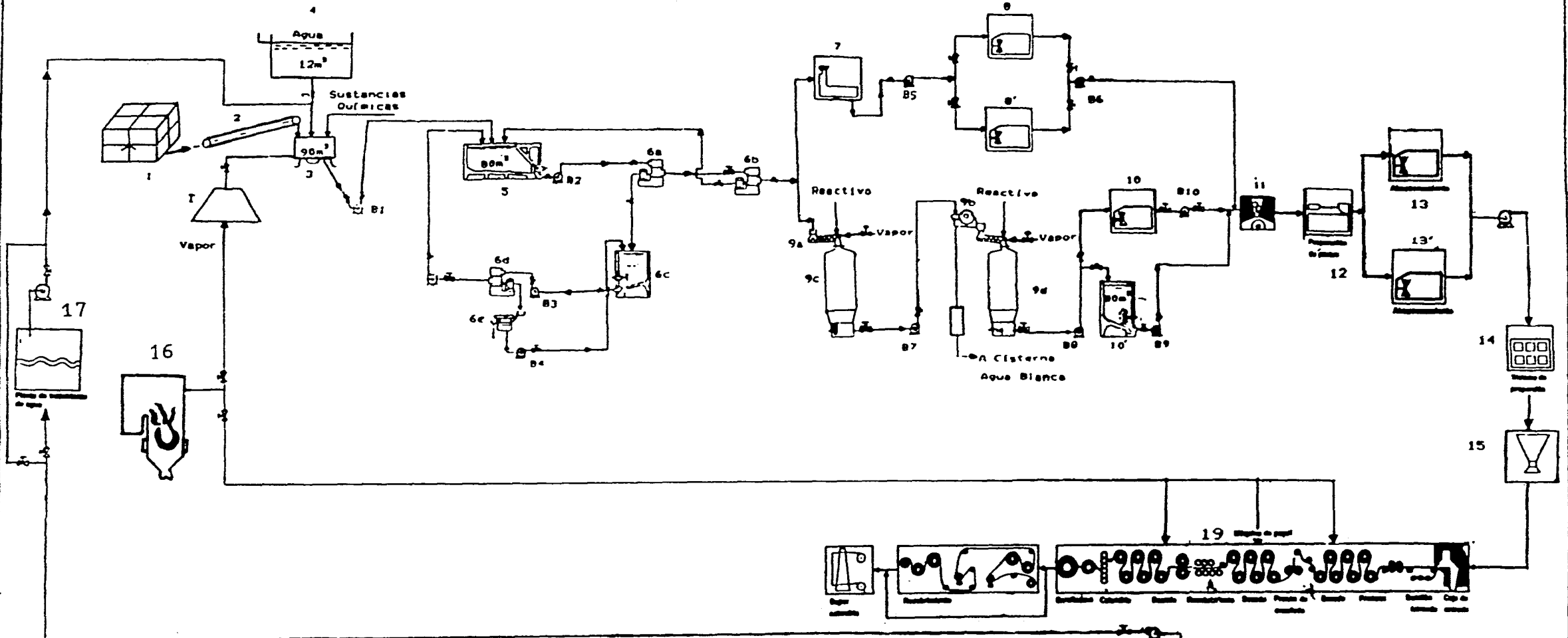
- a) La fibra secundaria que se manda al hidrapulper por el transportador de banda.
- b) Se alimenta al hidrapulper con agua (el agua puede utilizarse directamente de la red o la que se utiliza en el proceso y que se recupera), de un depósito que tiene una capacidad de 12 m³.
- c) La inyección del vapor (a una temperatura de 105° (C)) al hidrapulper se realiza mediante toberas.

En cada ciclo, el hidrapulper (3) se llena con agua a una temperatura ambiente, hasta aproximadamente el 40% de su capacidad, se adicionan las sustancias quimicas y se comienza a calentar usando vapor directo, a continuación, las pacas de papel de desperdicio (1) son cargadas al hidrapulper (3) por medio de la banda transportadora (2) y finalmente, la consistencia y temperatura son ajustados, dependiendo de las características del papel (que puede ser desde papel china hasta corrugado).

El hidrapulper descarga en una fina (5) de 30 m³ diseñada para tener un tiempo de residencia (que la pasta se mantenga en la fina un tiempo de aproximadamente 8 (min)). La fina casi nunca está vacía en el momento de la descarga.

(1), (2), (3), (5) Ver figura 13

DIAGRAMA DEL PROCESO EMPRESA "ABC"



- | | | |
|--|--|-----------------------------------|
| 1 Fibra secundaria | 6d Depurador presurizado Secundario con agujeros | 9c Torre de hipoclorito |
| 2 Banda transportadora | 7 Desfibrador | 9d Cisterna Agua Blanca |
| 3 Hidrapulper | 8, 8' Tanques de almacenamiento | 10 Recuperación de fibras y agua |
| 4 Depósito de agua | 9a Mezclador de reactivos | 11 Refinado fino |
| T Tobera | 9b Filtro lavador | 12 Preparación de pasta |
| 5 Tina de almacenamiento | 10, 10' Depósito y tanque de almacenamiento | 13, 13' Tanques de almacenamiento |
| 6a Depurador presurizado primario con agujeros | | 14 Sistema de proporción |
| 6c Depósito de almacenamiento | | 15 Ciclones |
| | | 16 Generador de vapor |
| | | 17 Planta de tratamiento de agua |
| | | 18 |
| | | 19 Máquina de papel |

figura 12

	TESIS PROFESIONAL	
	DIAGRAMA DE FLUJO	
UNAM	DIR. ING. LEOPOLDO GONZALEZ GLZ	ESC: S/E
FI	DIAGRAMA EMPRESA "ABC"	

• Otro problema que se tiene en este punto es que la capacidad del hidrapulper de 90 m^3 es mayor a la del depósito de 12 m^3 , por lo tanto no puede descargar toda la pasta del hidrapulper, esto quiere decir, que la capacidad de vaciado es variable y a veces que no se opera en el máximo rendimiento del hidrapulper en su capacidad, por lo que se tiene que esperar para descargar el hidrapulper, ocasionando también un exceso de consumo de energía.

• Otro problema que se tiene, es en el depósito de agua, que tiene una capacidad de 12 m^3 , destinado para alimentar al hidrapulper, que se tiene que llenar con un volumen de aproximadamente 25 m^3 , por lo que resulta insuficiente el depósito.

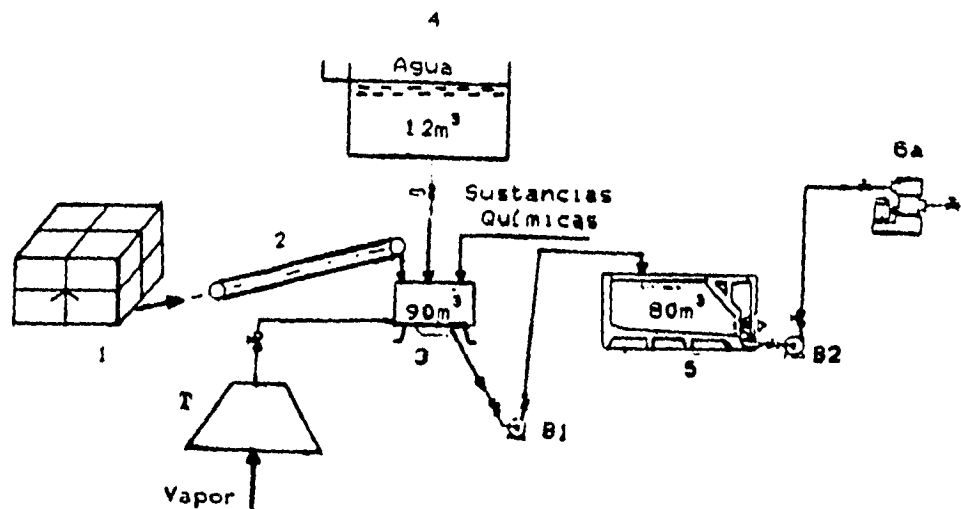


figura 13

- | | |
|------------------------|---|
| 1 Fibra secundaria | 5 Tolva de almacenamiento |
| 2 Banda transportadora | T Tolva |
| 3 Hidrapulper | B1, B2 Bombas |
| 4 Depósito de agua | 6a Evaporador perteneciente al sistema de concentración |

• Problematika que se tiene en la descarga del hidrapulper

Características: Véase de la figura 14.

Banda transportadora:

- Función:** Elemento de transporte secundario de las lavadoras.
- Características:** es un tipo de banda elástica que se mueve sobre una serie de rodillos. El motor que acciona el rodillo es contrario.
- Capacidad de carga:** El ancho de la banda es de 1,02 m. El peso de 50 toneladas.

3.3.3. Expulsera:

- Función:** Distribuido de los desperdicios y la impregnación química de los tintos.
- Características:** Esta construido en acero en recubrimiento partes "humidas" (ver figura 14a).

- Capacidad:** 50 m^3/d
 - 5% de Consistencia
 - Agua
 - líquida secundaria
- 1400 m^3/d
78 m^3/d
2160 m^3/d

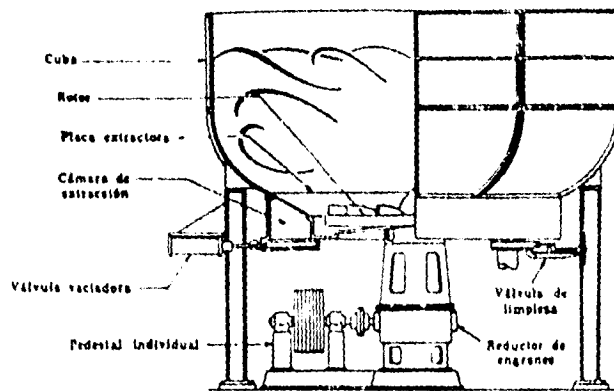


Figura 14

F. Tuberas:

Función: Transferir el agua de la línea de velocidad del tipo "hidropalpe" a la línea de agua.

Costo: 10.00 (Cien pesos de la línea de agua).

B1, B2 Bombas:

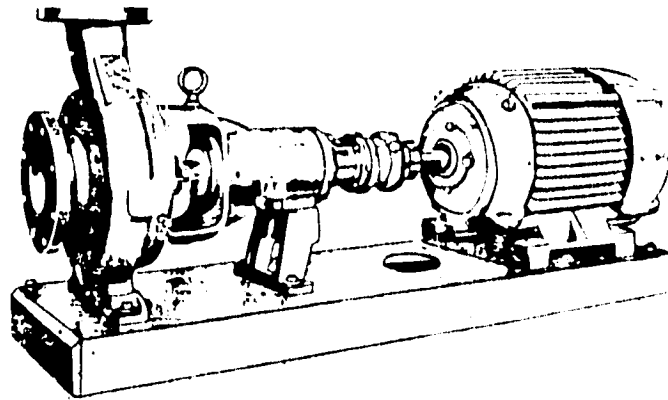
B1, Función: Bombear la pasta del hidropalpe a la línea de almacenamiento.

Gasto: 7.30 (Seis y tres décimos).

B2, Función: Bombear la pasta de la línea de almacenamiento al depósito provisorio, para la coagulación.

Gasto: 12.90 (Doce y nueve décimos).

Características: Su construcción es de acero. Y son de tipo centrífugo. (Figura 13b).



III.1.3 El siguiente paso es la depuración de la pasta.

En los depuradores (ver figura 15) se realiza la clasificación de la pulpa, eliminando impurezas tales como, pastillas, hilos, plásticos, partículas de recubrimiento etc.

La pasta que se encuentra en la tina(5) es enviada a los depuradores de pasta espesa donde se utiliza un sistema de depuradores presurizados(6). De acuerdo con las siguientes características.

La depuración se lleva a cabo mediante tres depuradores presurizados dos primarios y un secundario distribuidos de la siguiente manera:

- a) Los dos primarios están conectados en serie. El primero con tamiz de agujeros y el segundo con ranuras. En esta etapa la pulpa se bifurca en el depurador primario con tamiz de agujeros, la pulpa aceptada se va al depurador primario de ranuras y la pulpa rechazada pasa a un tanque de homogenización y de ahí se va al depurador secundario, provisto de un tamiz con agujeros.
- b) El depurador secundario está provisto de un tamiz con agujeros y maneja únicamente la pulpa rechazada del primario con tamiz de agujeros.
- c) Lo que acepta el secundario que proviene del primario de tamiz con agujeros se retorna al tanque principal y el rechazo pasa a un tamiz vibratorio que representa la tercera etapa de depuración, en donde finalmente los rechazos obtenidos son eliminados del sistema.

(5),(6) Ver figura 15

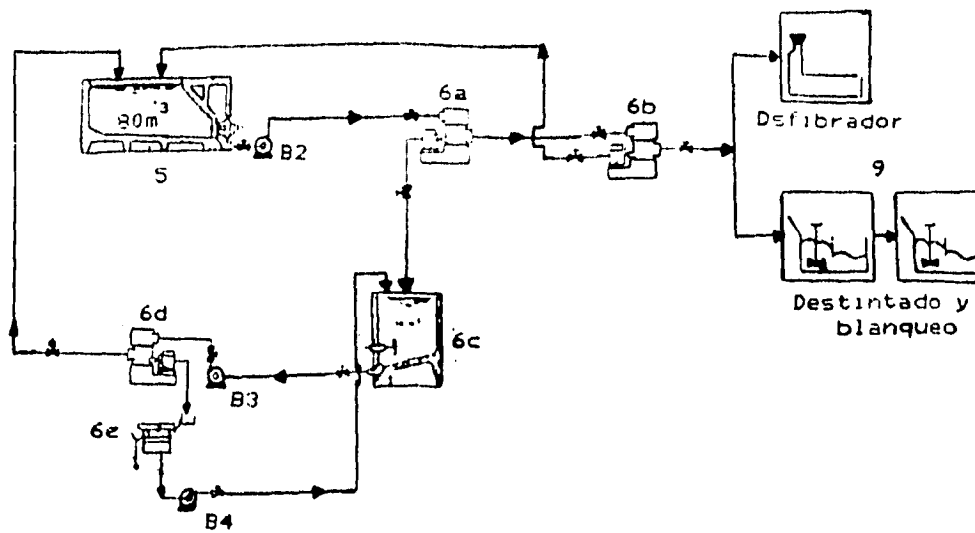


figura 15

5	Tina de almacenamiento	6c	Deposito
6a	Depurador presurizado Primario con agujeros	6d	Depurador presurizado Secundario con agujeros
6b	Depurador presurizado Primario con ranuras	6e	Tamiz Vibratorio
B4	Bomba	7	Desfibrador
B2, B4	Bombas	9	Destintado o Blanqueo

• El depurador primario con tamiz de agujeros aunque suficiente (acepta toda la pasta que le manda la bomba de la tina de almacenamiento) debido a su mal estado dejó pasar las impurezas. Por no tener recirculaciones antes de llegar a la caja de entrada, no se puede ajustar su caudal, y la válvula de regulación de la tina no permite controlar el flujo de la pasta.

• El desfibrador que se encuentra en el depurador

El equipo de la figura 15

a) Depuradores verticales primarios.

Función: Se utilizan para la clasificación final de la pulpa, eliminando impurezas.

Características: Su construcción consta de un recipiente cilíndrico vertical con tapa removible y tres conexiones bridadas; una en la parte superior, la segunda en la parte inferior y al centro para la salida de la pulpa depurada y la tercera a la entrada de la pulpa para la salida de rechazos. (figura 16)

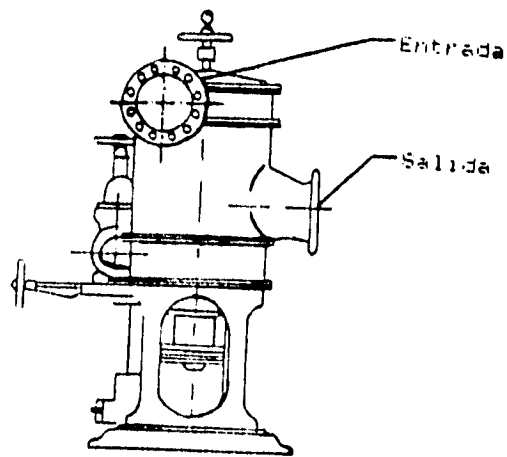


figura 16

Depuradores primarios.

aa) Con agujeros:

Rango de consistencia 0.5 - 1.0%

Capacidad máxima de manejo 200 (Ton/30.00)

- B1. Van Bombas:
 - Rango de consistencia: 0.1 - 1.0%
 - Capacidad máxima de manejo: 150 (Ton./hora)
 - Depositor: Secundario.
- B2. Conseguidor:
 - Rango de consistencia: 0.2 - 1.0%
 - Capacidad máxima de manejo: 50 (Ton./hora)

Se Tamiz vibratorio. Se encuentra cubierto con una chapa de acero.

Función: Se emplea para separar los materiales indeseables contenidos en la pulpa, obligando a pasar las fibras útiles a través de un tamiz perforado y eliminación de rechazos.

Características: La construcción de la caja tamiz es en acero y la tina de aceptación en acero al carbón con recubrimiento anticorrosivo.

Capacidad:

Consistencia máxima de operación: 3.0%

B2, B3, E1. Bombas.

B2, Función: Bombear la pasta de la tina de almacenamiento al depositador primario con agitación.

Gasto: 12.40 (m³/min)

B3, Función: Bombear los rechazos del depositador primario del tanque de homogenización al depositador secundario con agitación.

Gasto: 1.70 (m³/min)

B4, Función: Bombear lo aceptado del tamiz vibratorio al depósito de rechazos del primario con agitación.

Gasto: 1.00 (m³/min)

Transferencia de la pulpa a la distribución de la fibra y volutas las bombas son de tipo centrífugo.

La salida del desfibrador(7) se divide en dos, una que se envía al descolorado(7) y otra al distribuidor(9) (ver figura 15).

a) Pulpa enviada al distribuidor.

Este paso se realiza en una serie de refinadores de cuchillas, su finalidad es cortar la fibra celulósica hasta obtener un grado de refinación adecuado para regular la formación de la hoja, de tal manera que la hoja formada y seca, se obtenga con una buena y adecuada formación y porosidad. Así con la porosidad obtenida en el desfibrado, esta absorberá la cantidad de solución de impregnación adecuada. Después es enviada a los tanques de almacenamiento(8) y de ahí es bombeada al refinado fino(11) (ver figura 17a).

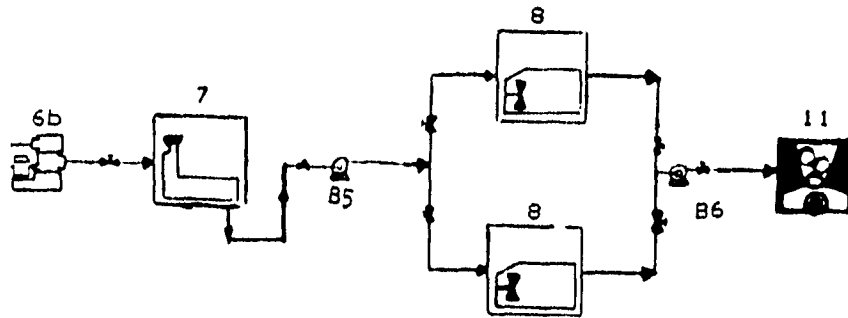


figura 17

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 6b) Bomba | 7) Desfibrador |
| 7) Descolorado | 8) Tanque de almacenamiento |
| 8) Tanque de almacenamiento | 9) Distribuidor |
| 9) Distribuidor | 11) Refinado fino |

b) El segundo se va al destintado o blanqueo de la pulpa.

Este paso se inicia en el mezclador de reactivos(9a). Para la homogenización de los reactivos y el vapor adicionado a la pulpa. A continuación se realiza el ajuste de la blancura. El ajuste de la blancura se lleva a cabo mediante 2 etapas: una con hipoclorito de calcio y otra con peróxido de hidrógeno. Para esta etapa de blanqueo se utilizan torres(9d).

El primer paso de blanqueo (figura 17b), en el cual se utiliza hipoclorito y vapor necesario para ajustar la concentración y temperatura requerida (dependiendo de las características del papel, que puede ser corrugado, bond, etc.).

La consistencia de la fibra a la entrada de la torre es del 12% mientras que a la salida es del 3% (ver grafica 14). A continuación, la pasta se bombea a la tina, que cuenta con un filtro lavador(9b), para eliminar el licor residual antes de pasar a la siguiente etapa de blanqueo que se lleva a cabo con peróxido de hidrógeno, para el blanqueo total de la pasta. La pasta que sale del último paso del blanqueo, se bombea a un tanque vertical de homogenización(9c) en donde se dosifica el dióxido de azufre sobre la pulpa para neutralizar el peróxido residual.

En seguida la pasta es enviada al tanque de almacenamiento(10) y se bombea al refinado fino(11).

(9a), (9b), (9c), (9d) Ver figura 17b

(10), (11) Ver figura 12

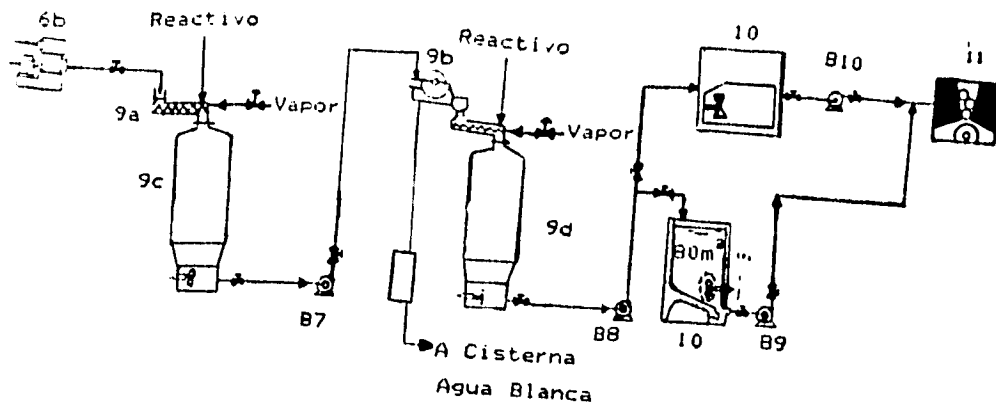


figura 17b

- 6b Depurador presuccionado primario con ranuras
- 9a Mezclador de reactivos
- 9b Filtro lavador
- 9c Torre de hipoclorito

- 9d Torre de peróxido
- 10 Tanque de homogenización
- 11 Refinado fino.
- B7, B8 Bombas.
- B9, B10 Bombas.

Características del equipo de la figura 17b

9a El mezclador de reactivos.

Función: Se emplea para la homogenización de los reactivos

Características: Es un recipiente cilíndrico con un transportador de agitación interno, tiene una entrada superior para el agua y reactivos que son alimentados por

gravedad. El vapor se inyecta en el costado del mezclador, utilizando una valvula de control manual o automatica.

Capacidad: Hasta 125 (Ton/dia)
Consistencia 10 - 15 %

9b Filtro Lavador.

Funcion: Eliminar el licor de hipoclorito de calcio en la pulpa antes de pasar a la etapa de blanqueo con peróxido de hidrogeno.

Caracteristicas: El filtro consiste de un tambor cilindrico recubierto con malla inoxidable, y 3 hileras de regaderas para agua.

Capacidad de lavado: 5 (Ton/m²)
Lavado maximo 120 (Ton/dia)

9c, 9d Torres de blanqueo.

Funcion: Blanqueo de la pulpa (eliminacion de la tinta)

Caracteristicas: Las torres utilizadas son de flujo descendente; en la parte inferior estan provistas de un cinturon de dilucion para la salida de la pasta al 3% de consistencia y un agitador de tipo propela de barco. Las torres son de acero, y tienen una altura de 10 metros (figura 18)

Capacidad: 2000 litros de agua
 120
 2000 litros de agua
 10

28. Torre de absorción:

tiempo de retención: 40 - 50 (min)
 temperatura de la mezcla: 40 °C

29. Torre de percolado de lavado:

tiempo de retención: 120 - 180 (min)
 temperatura de la mezcla: 40 °C

B7, B8, B9, B10 Bombas:

B7. Función: bombear la mezcla de la torre de
 lavado al filtro lavador.

Capacidad: 1000 (litros)

B8. Función: Bombear la pasta de la torre de percolado
 al tanque de congelación.

Capacidad: 1000 (litros)

B9 + B10. Función: bombear la pasta del tanque de
 congelación al tanque de
 almacenamiento.

Capacidad: 11,00 (litros)

Las pastas: Su construcción es de acero. Y son de
 tipo centrifugo para las pastas.

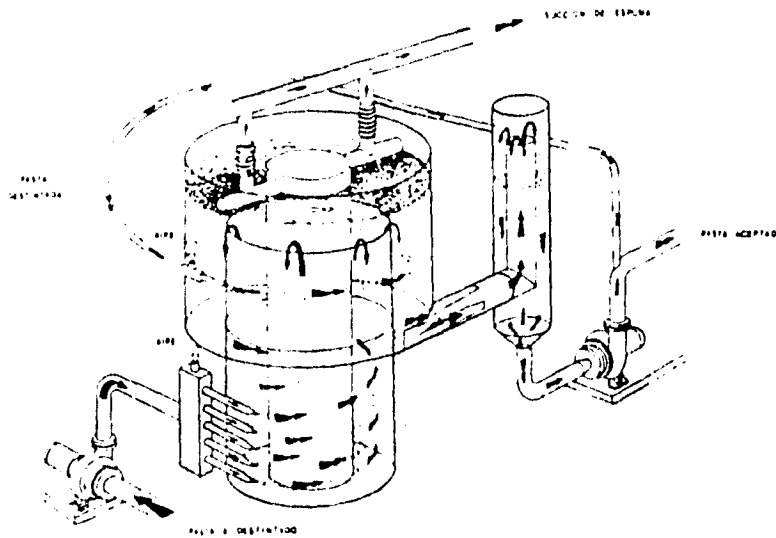


figura 18

III.1.4 Refinado fino(11).

En el refinado fino se realiza la limpieza a baja consistencia de la pulpa neutralizada para eliminar las partículas finas, que anteriormente ya fueron eliminadas (ver figura 19).

- * El refinador no causa problemas, por que sólo funciona como despastillador y no tiene caso que este trabajando, sino provoca ningún beneficio al acabado del papel, por lo que se vuelve inútil y es necesario eliminarlo

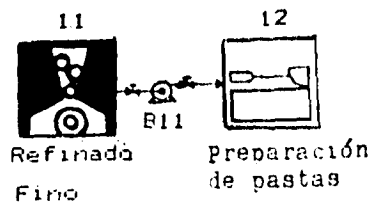


figura 19

- El por que eliminar el refinador

III.1.5 Preparación de pasta (12).

En esta parte se prepara la pasta agregando los reactivos, para después enviarla a los tanques de almacenamiento(13) y de ahí ser bombeada al sistema de proporción(14) que se encarga de alimentar a la máquina de papel (pasando antes por los ciclones), en las cantidades que se haya necesitando y en la consistencia requerida (ver figura 20).

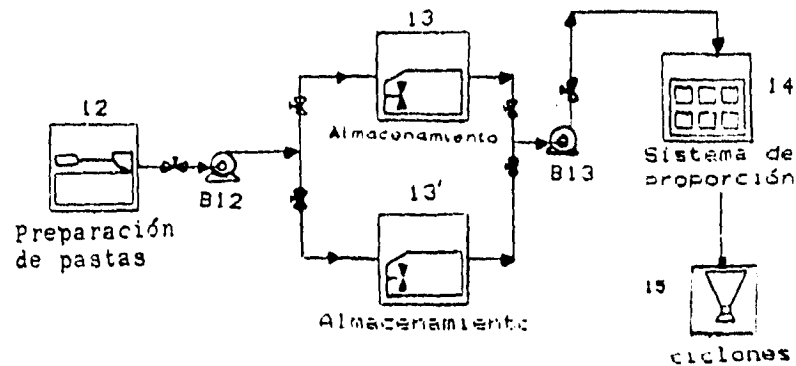


figura 20

III.1.6 Ciclones(15).

Sirven para que la pasta trabaje en condiciones correctas de presión y caudal, y pueda fluir mas fácilmente en la caja de entrada de la máquina de papel.

- * El problema que se tiene en esta área del proceso es que son nueve en la primera fase insuficientes para trabajar en condiciones correctas de presión y caudal en la caja de entrada de la máquina.

(15) Ver figura 12

- Problemática que se tiene en los ciclones

III.1.2 Hoja de papel (19).

6.1 Formación de la hoja (fig. 21).

La pasta con consistencia de 1.1 a 2% de fibra entra a la mesa de formación por medio de la caja de entrada o de distribución para lograr formar la hoja de papel con las características deseadas.

6.1a Caja de entrada (19a).

La distribución de la pasta depende de lo abierto o cerrado que se encuentran las llaves de paso antes de la mesa de formación. Si la distribución es veloz, el papel adquirirá menor calibre y peso base, y si la distribución de la pasta es más lenta, el papel tendrá mayor calibre y peso. La velocidad del fluido básico permite el control del peso básico por metro cuadrado y la calidad de la opacidad, que es el grado de translucidez que tendrá el papel.

6.1b Mesa de formación (19b).

La mesa de formación es el proceso donde una vez distribuida la pasta, la base celulósica controlada comienza a perder agua.

En la mesa de formación existen llaves que controlan el ancho de fabricación de la cinta maestra.

6.1c Rodillo dandy (19c).

El rodillo dandy es el que permite la primera separación entre la pasta o fluido básico y la cinta maestra después de la mesa de formación.

El rodillo dandy sirve para fijar lo que comúnmente llamamos "marca de agua", la cual se observa en la mayoría de los papeles cuando se colocan a contra luz.

(19) Ver figura 19.

(19a), (19b), (19c) Ver figura 21.

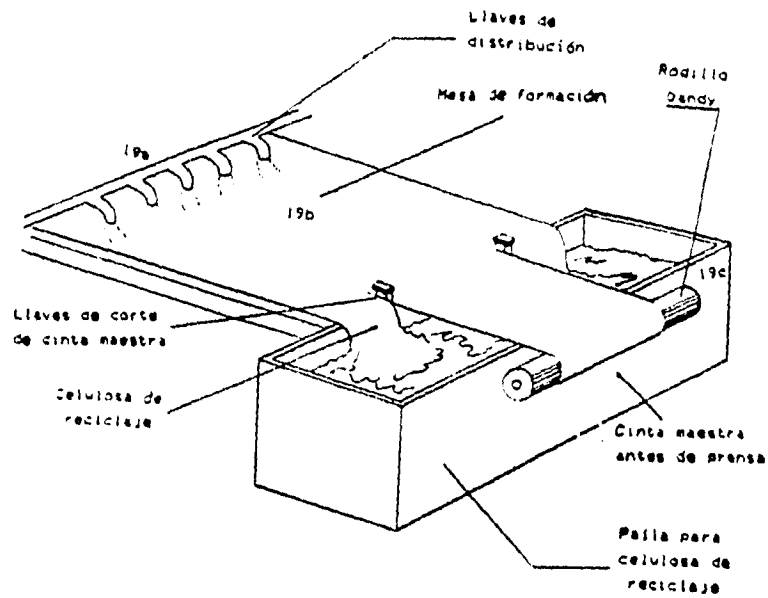


figura 21

6.2 Prensado. (19d)

La hoja formada que sale del couch (19a) pasa enseguida a la sección de prensa en donde la hoja pierde más agua, por la acción de presión ejercida por los cilindros, pasando enseguida por:

Primera prensa.

El objetivo de la primera prensa consiste en quitar por proceso de inyección de vapor el máximo de agua a la cinta maestra una vez que ha salido de la mesa de formación. Esto se logra a través de una máquina de grandes cilindros huecos, cuya perforaciones en su superficie permiten la expulsión de vapor de agua a grandes temperaturas. Aquí se

(19d), (19e) Ver figura 22

cinta maestra es presionada por un fieltro que produce dos caras distintas en la formación del papel. La cara del fieltro y la cara de tela poseen distintas cualidades.

La cara del fieltro es áspera y más rugosa que la cara de la tela, la cual es más fina y lisa, mejor para la impresión.

Segunda prensa

El objetivo de la segunda prensa de secado es proporcionar al papel un secado uniforme. Aquí el papel ha perdido el 70% de la humedad total adquirida desde su proceso de refinación.

Es necesario mantener los fieltros limpios ya que cuando estos se tapan ocasionan marcas en la hoja de papel formada, y se debe controlar la presión aplicada a ellas, ya que esto influye directamente en la porosidad del papel, el espesor y la resistencia del producto.

6.3 Prensa de encolado (19e)

En la prensa de encolado se agregan aditivos a base de inyectar nuevamente agua con almidón y otros acabados como el carbonato de calcio para la superficie. Este provocará que el papel recupere hasta un 60% de humedad, pero le otorgará cualidades de lisura y capacidad de recepción de tinta, es decir, una mayor imprimibilidad, además de una mejor consistencia en la resistencia entre las fibras.

6.4 Secado(19f).

A base de inyección de vapor se absorbe la humedad.

El papel que sale de las prensas y que contiene hasta un 60% de humedad pasa por una serie de cilindros secadores, el perfil de temperatura debe ser menor en los primeros cilindros, más alta en los secadores intermedios(19f) y baja en los últimos secadores para evitar que el papel se

(19e), (19f) Ver figura 12

obtenga " chino ". El papel es transportado en los secadores por medio de lonas que rodean la parte de contacto entre la hoja y el secador. Los secadores deben estar habilitados con transmisiones que permitan variar su velocidad haciendo posible el encogimiento del papel conforme este se seca, y aquí se obtiene un producto con humedad final de 4 a 6%.

- * La temperatura de secado es baja a la entrada de la zona de secado y a la salida es alta. La zona de secado tiene importantes irregularidades de temperaturas imposibles de controlar a pesar de ir equipada de un sistema sofisticado de alimentación de vapor en cascada.

6.5 Calandrado(19g).

El papel seco pasa por la sección de calandrado que tiene por objeto dar al papel una superficie lisa o satinada, este se puede graduar de acuerdo a la presión que se aplique en las calandras, afectando el espesor del papel por lo que es importante que se obtenga el espesor requerido satinando lo necesario (ver figura 22).

6.6 Embobinado(19h).

Se realiza éste paso en un enrollador común para obtener bobinas de papel con diferentes diámetros (ver figura 22).

6.7 Recubrimiento (19i).

Proceso de pintado para lograr papeles cubiertos.

El pintador es una máquina que posee la cualidad de hacer pasar a la cinta maestra por una tina de pintura, cuyo escurrido otorga a la cinta una aplicación homogénea y fina. Después de escurrir la pintura, el papel pasa por un tren adicional de secado y nuevamente pasará por una segunda tina para la pintura de la cara opuesta. Nuevamente después del escurrido pasará a secado. Aquí el

- * Problemática que se tiene en la zona de secado

El papel producido en esta máquina se utiliza para la fabricación de papeles de alta calidad, como el papel de imprenta, el papel de empaque, el papel de construcción, etc. La máquina de papel produce papel de alta calidad con un peso específico de 120 g/m².

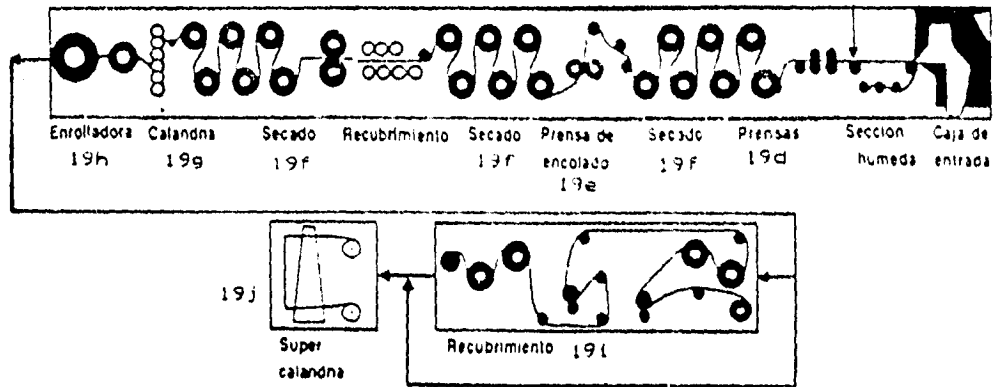


Figura 22

6.8 Supercalandria (19j) (ver Figura 22)

Para papeles cubiertos y pintados se requiere nuevamente del proceso de acalandrado, aquí al igual que en la calandria el papel mejorará su lisura y calidad de acabado. La supercalandria tiene 8 nips de paso (ver figura 23).

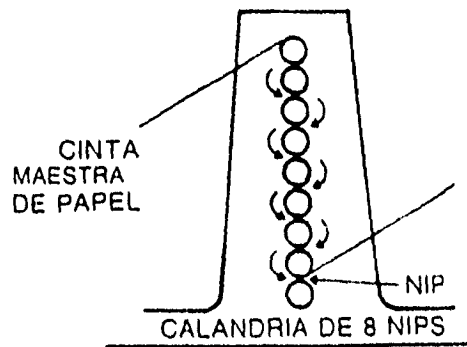


Figura 23

En la zona de la máquina de papel (19) se tienen tres espesadores de tambor que reciben a la vez los trozos de papel húmedos de manera irregular y los excesos de agua del desgote de la mesa, la pasta recuperada es enviada a las tinajas de cabeza de máquina, una parte del agua filtrada llega a un depósito para alimentar el regulador de concentración de cabeza de máquina

- (1*) El problema en el interior de la caja de la máquina de papel es una verdadera catástrofe. Las paredes están sucias de incrustaciones de cal, carbonato, etc.
- (2*) Siguiendo el proceso (ver figura 12), nos dimos cuenta de que toda la instalación está equipada de tinajas por duplicado, como consecuencia se tiene una reserva de pasta exagerada, sabemos que las fibras y las impurezas tienen la propiedad de aglomerarse, se buscan todos los medios para impedirlo y realizar buena dispersión, con tanto tiempo de retención es imposible mantener la dispersión de las impurezas no eliminables, que se encuentran en el papel fabricado, y eso a pesar de los aparatos de dispersión.

III.1.8 Recuperación de fibras y agua.

En el transcurso que se obtiene la hoja en la mesa de formación, se elimina agua por medio de los cilindros desgoteadores, cajas de succión, el couch y en las regaderas de lavado (ver figura 23a). El agua se está recuperando por medio de canales al nivel del suelo que desembocan en las zonas de recuperación de fibras y clarificadores respectivamente. El agua que con mayor cantidad

(19) Ver figura 12

(1*) Problemática en el interior de la máquina

(2*) Problemática por tener tinajas por duplicado

de papel de sellado de porcelana, de la zona de formación, de los desagües de la mayoría por medio del recuperador (ver figura 12).

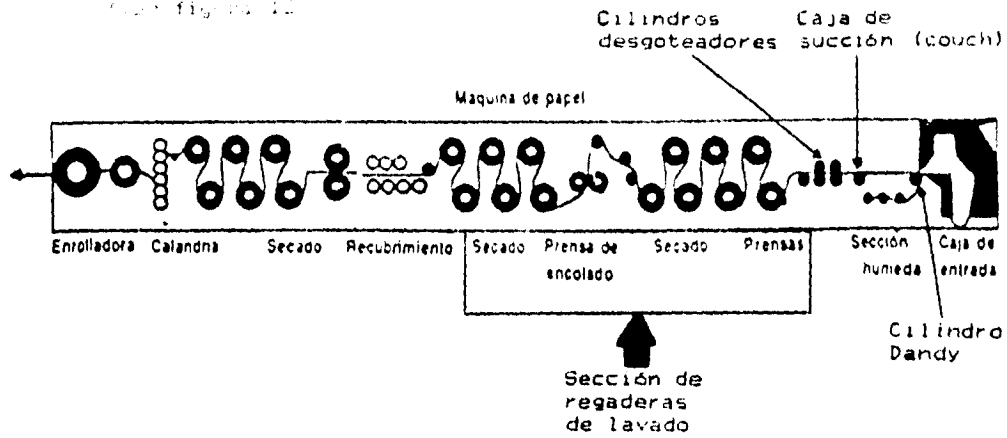


figura 13a

(34) El depósito de aguas coladas del desgote de la maquina de papel que se encuentra enterrado(13), es de tamaño pequeño, por su concepción recibe una mezcla igual de agua y tierra y además tiene un desbordamiento al desagüe, ya que la bomba de la extracción de los excedos no puede aguantar, por que también llega a este depósito las aguas de limpieza de telas por desbordamiento del foso correspondiente, lo que es totalmente innecesario.

III.1.3 Planta de tratamiento de agua(17).

Es lo que constituye el agua que se recupera del proceso, y que ya se utilizó varias veces en la obtención del papel. Se maneja en la planta de tratamiento, que finalmente utiliza un sistema de clarificación de agua residual.

(35) En la planta de tratamiento de agua (17), se utiliza un sistema de clarificación de agua residual.

III.1.10 Generador de vapor (16)

Es el que genera en la empresa "ABC" el vapor que se utiliza como fluido de trabajo, para transmitir calor y para producir la energía eléctrica que se requiere en los equipos.

Los componentes principales del generador (figura 24) son:

- Caldera.
Es un intercambiador de calor, que transmite la energía producto de la combustión al fluido, en este caso agua para obtener vapor.
La transferencia de calor se realiza a través de una superficie de calefacción, formada por paredes y banco de tubos. La superficie de calefacción es el área de una caldera que por un lado está en contacto con los gases y por el otro, con el agua que se desea calentar y evaporar.
- Horno.
Lugar donde se realiza la combustión; se encuentra formado por paredes de refractario y bancos de tubos por los que circula agua y vapor.
- Quemadores.
Dispositivos tubulares donde se logra la adecuada mezcla aire-combustible cuando este último es líquido o gas.
- Chimenea.
Ducto a través del cual se descarga los gases, producto de la combustión.

(16) Ver figura 12

- Ventiladores.

Tipo forzado: introduce aire al horno.

Tipo inducido: Extraen los gases calientes del horno después de la combustión.

- Bomba de agua de alimentación.

Incrementa la presión del agua para alimentar la caldera.

- Sobrecalentador.

Cambiador de calor en el que se da el sobrecalentamiento deseado al vapor.

- Calentador de aire.

Cambiador de calor donde los gases, producto de la combustión después de haber cedido parte de su energía a la caldera, calientan el aire para hacer más eficiente la combustión.

- Economizador.

Cambiador de calor donde los gases de la combustión transmiten otra parte de su energía con la cual aumenta la temperatura del agua de alimentación que va a la caldera y mejoran la eficiencia del generador debido a que se recupera parte del calor, que de otro modo se disiparía en la atmósfera.

Generador de Vapor

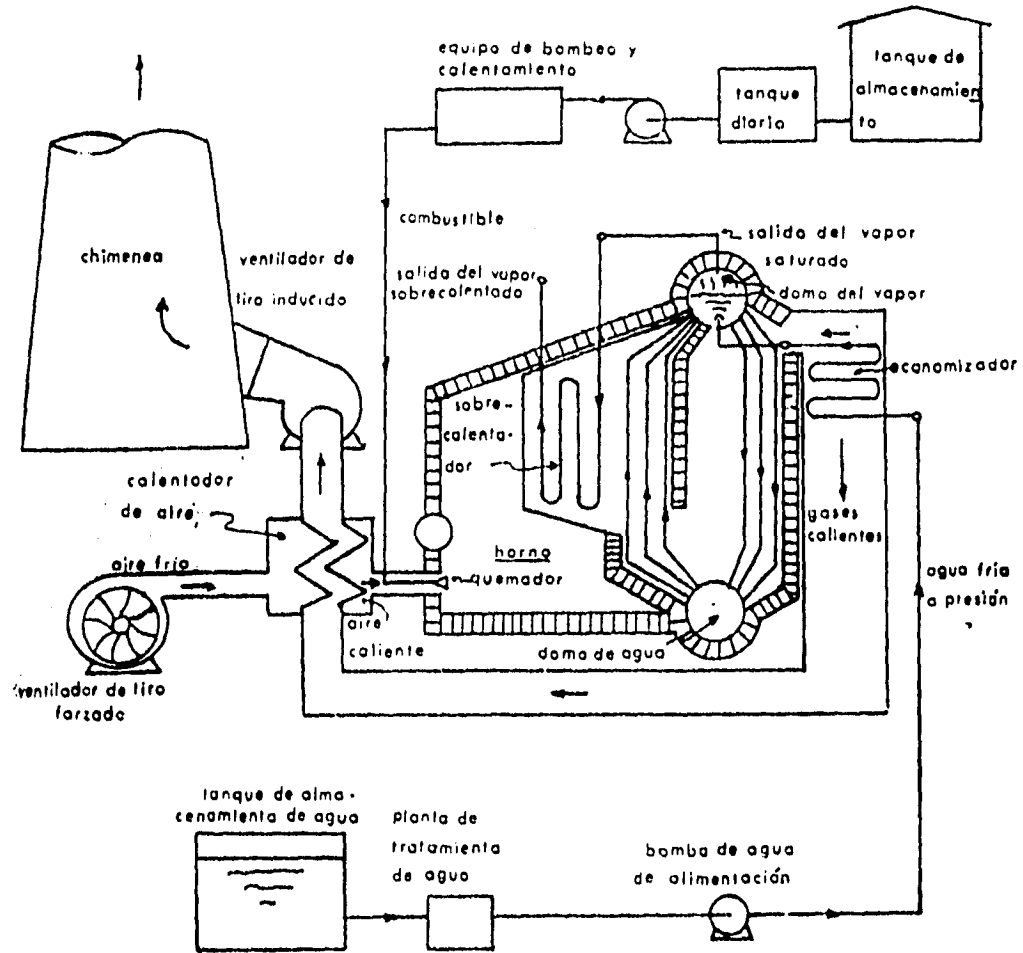


figura 24

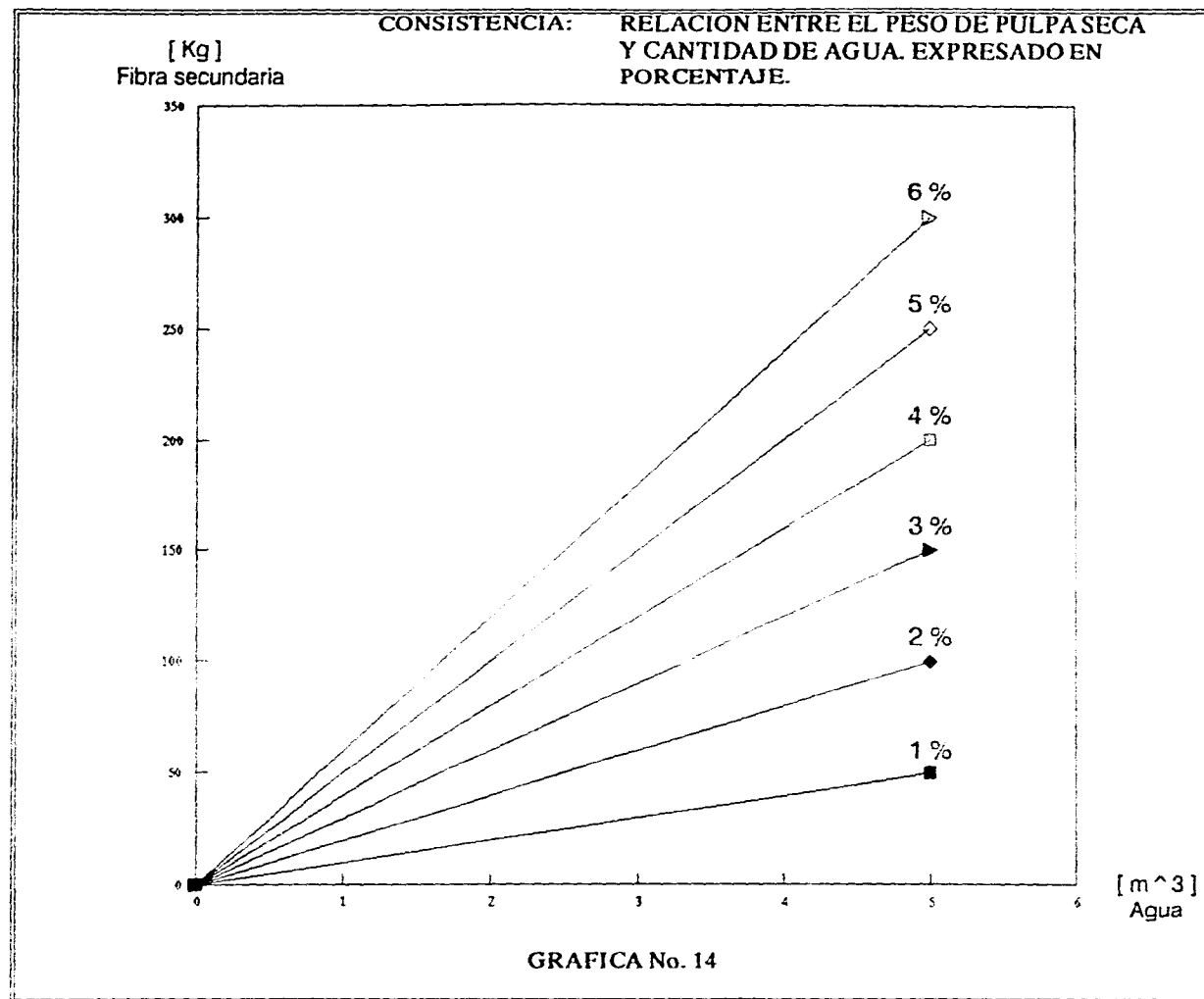
III.2 Problemática que se tiene en la empresa "ABC", para la obtención del papel

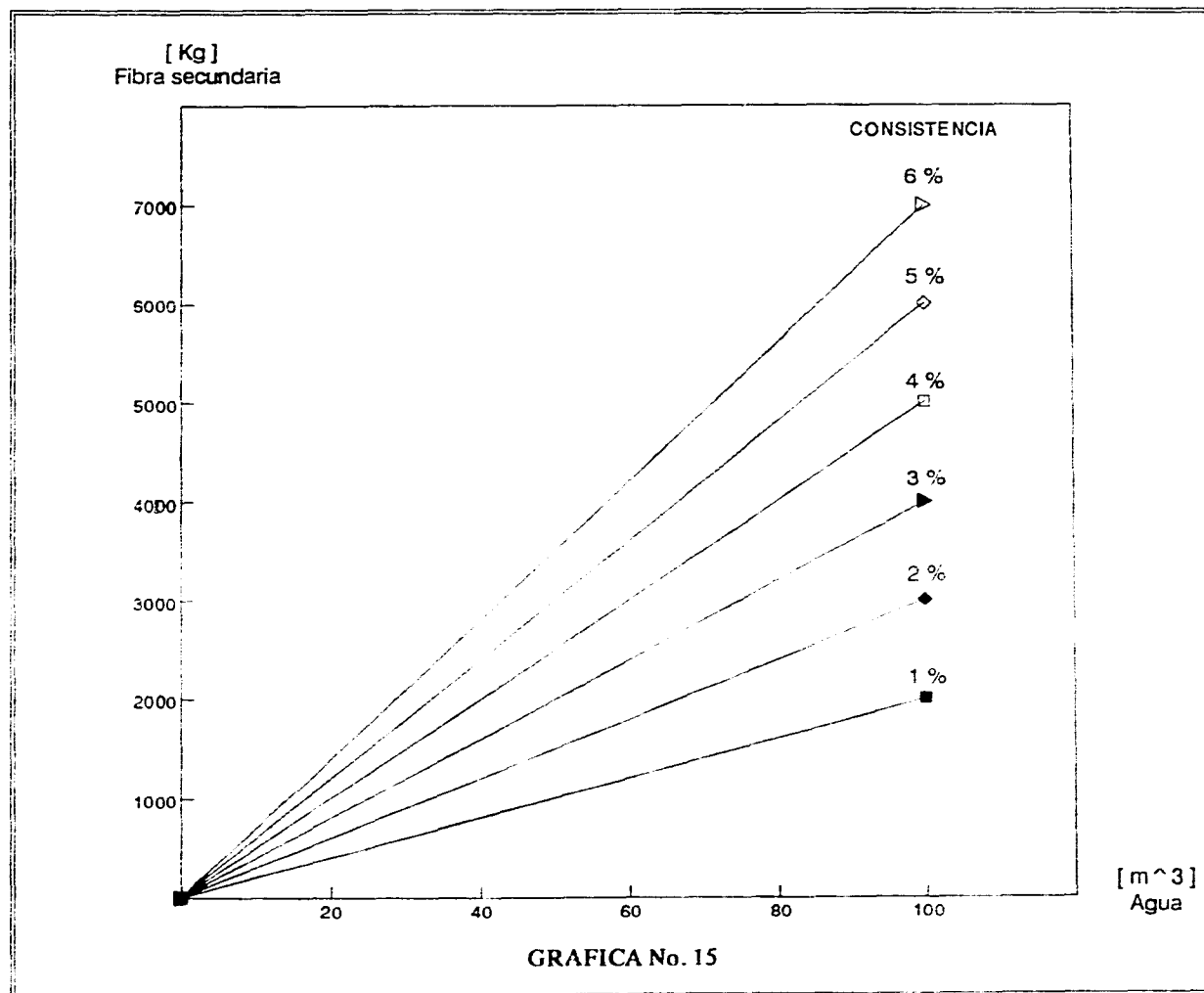
La empresa "ABC" posee una máquina de papel convencional con satinador, de un ancho útil de 2.25 [m.] prevista para producir gramajes de 30 [g/m²] hasta 170 [g/m²]. Se pueden producir diversos tipos de papeles de empaque y blancos de impresión. Pero realmente no se utiliza toda la capacidad de la máquina. Por que de acuerdo con las condiciones mencionadas anteriormente en la producción de papel de la empresa "ABC". Los problemas que se manifiestan durante su obtención son:

- Imposibilidad de producir gramajes inferiores a 70 [g/m²], por imposibilidad de pasar la hoja.

Es importante producir gramajes inferiores a 70 [g/m²] para el máximo aprovechamiento de la máquina de papel, porque se pueden obtener gramajes de 30 [g/m²]. Esto nos indica que tendríamos rangos (30 [g/m²] - 170 [g/m²]), desde producir papel china hasta corrugado, utilizando de esta manera el máximo aprovechamiento de la máquina de papel.

- Formación de la hoja irregular y heterogénea y muy nublada. La dosificación de la pasta se realiza a través de la caja de entrada donde su caudal es de un tamaño insuficiente; que a pesar de recibir una pasta a una concentración superior a un 3%, no puede aguantar. Por que sabemos que el 3% significa que la celulosa tiene una alta densidad (ver grafica 14 y 15). Pero si de todas maneras la celulosa entra a la bomba de mezcla por encima del 3% , la dispersión no es regular y la hoja de papel tendrá un aspecto nublado.
- Agujeros debido a un exceso de aire incluido en la pasta.
- Inestabilidad de gramaje en el sentido transversal y longitudinal.





Las tinas en cabeza de vacas, en las que se tiene descubierto la parte inferior de cada regulador de la línea tracción, no funciona. Es decir que a la vez la conducción de la parte y el movimiento de tinas es variable, es a demás también es responsable de las variaciones de presión y de rotación de las ruedas.

Es evidente que en el caso de las tinas, en esta especie de línea, se debe tener una línea de tinas de 100 metros.

Desde el punto de vista de funcionamiento, se registra agua y presión en papel, en la 30 rotación de la rueda al día.

Como la instalación está equipada con tinas por duplicado, como consecuencia se tiene una reserva de agua en la parte superior. Con tanto tiempo de retención, es imposible mantener la diferencia de las presiones no eliminables. Ocasionando un exceso de energía por los agitadores. Además de la energía perdida, hay un depósito de energía, responsable de cierto tipo de energía de la línea y de presión de papel en la máquina.

Se cuando con las instalaciones de la línea (AB) y con la falta de tener calculado para diferentes condiciones, tenemos que en una carga para el hidropulso, que tiene una capacidad de 100 m^3 se requiere de $1,10 \text{ (Ton)}$ de fibra secundaria y $0,06 \text{ (m}^3\text{)}$ de agua, además de las cantidades químicas que se le agregan.

Con un total de 100 m^3 de agua en el hidropulso, tiene que emplearse $50,0 \text{ (Ton)}$ de fibra secundaria y $1,10 \text{ (m}^3\text{)}$ de agua, además de las cantidades químicas. Obteniendo una cantidad de 100 m^3 de 10 (Ton) de papel.

Cálculos para diferentes consistencias:

Una consistencia del:

1%	significa	10 (kg/m ³)	4%	significa	40 (kg/m ³)
2%	significa	20 (kg/m ³)	5%	significa	50 (kg/m ³)
3%	significa	30 (kg/m ³)	6%	significa	60 (kg/m ³)

Por lo tanto, para una consistencia la masa será siempre $\rho \cdot V$, donde ρ es la masa de la fibra secundaria por m^3 de volumen de agua, por lo que tendremos las siguientes ecuaciones:

$$m = \rho \cdot V \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Si queremos una consistencia en el hidroculper de:

1%) con volumen de 72 (m³) de agua, la masa es:

$$m = 10 \text{ (kg/m}^3\text{)} \cdot 72 \text{ (m}^3\text{)} = 720 \text{ (kg)} = 0,72 \text{ (Ton)}$$

2%) con volumen de 60 (m³) de agua, la masa es:

$$m = 20 \text{ (kg/m}^3\text{)} \cdot 60 \text{ (m}^3\text{)} = 1200 \text{ (kg)} = 1,2 \text{ (Ton)}$$

3%) con volumen de 51 (m³) de agua, la masa es:

$$m = 30 \text{ (kg/m}^3\text{)} \cdot 51 \text{ (m}^3\text{)} = 1530 \text{ (kg)} = 1,53 \text{ (Ton)}$$

4%) con volumen de 45 (m³) de agua, la masa es:

$$m = 40 \text{ (kg/m}^3\text{)} \cdot 45 \text{ (m}^3\text{)} = 1800 \text{ (kg)} = 1,8 \text{ (Ton)}$$

5%) con volumen de 40 (m³) de agua, la masa es:

$$m = 50 \text{ (kg/m}^3\text{)} \cdot 40 \text{ (m}^3\text{)} = 2000 \text{ (kg)} = 2 \text{ (Ton)}$$

2) Volumen de agua: $100 \text{ m}^3 \times 0.036 = 3.6 \text{ m}^3$

$$\text{Volumen de agua} = 36 \text{ (m}^3 \times 100 \text{ (kg))} = 2.16 \text{ (T/d)}.$$

De la tabla No. 1 se obtienen los resultados obtenidos anteriormente para las diferentes circunstancias.

Tabla No. 1

Porcentaje	Volumen del Hidropulper (m ³)	Cantidad de Agua (m ³)	Fibra Secundaria (T/d)
2%	10	36	1.02
25%	5	40	1.2
35%	30	51	1.53
45%	35	48	1.8
55%	50	44	2.1
65%	30	36	2.16

Por lo tanto se tiene un porcentaje de fibra secundaria que se pierde durante el proceso de 10.84%, por el siguiente cálculo:

$$\% \text{ de fibra secundaria} = ((58.32 - 52) / 52) \times 100 = 10.84\%$$

Por otra parte no necesariamente se vende la producción de 52 (Ton/día). Por que tiene aproximadamente un 10% de desperdicio por papel machado y roto. Por lo tanto la producción neta de la empresa "ABC" es de 46.8 (Ton/día) de papel.

Con las condiciones de la empresa "ABC" se tiene que la producción de este tipo de papel se requiere de 11.9 (Ton) de fibra secundaria = 10.84% de 108.40 T/d.

$$\text{Ton de fibra secundaria} = 11.9 \text{ (Ton)} \times 100 \text{ (kg)} = 11.9 \text{ (T/d)}$$

Un tonelada de fibra

IV ANALISIS Y PROPUESTAS DE CORRECCION PARA EL PROCESO DE LA EMPRESA A B C

IV.1 Propuestas de correccion.

Nuestra propuesta para el mejoramiento en el funcionamiento de la empresa para obtener un producto de calidad, la planteamos en dos etapas, que son:

- a).- Racionalizar las instalaciones.
- b).- Modernizar las instalaciones y adecuarlas al tipo de produccion de la empresa ABC, para producir su propia energia,

PRIMERA ETAPA PARA LA RECUPERACION DE LA EMPRESA "ABC"

Para llevar acabo el inciso (a), es necesario considerar las siguientes indicaciones:

El simbolo * nos indica el problema dentro del proceso de la empresa ABC.

El simbolo ** nos indica las propuestas de correccion a los problemas que existen dentro del proceso.

* El deposito de agua destinado a alimentar al hidrapulper es de una capacidad de 12 (m³), lo cual es insuficiente para llenar el hidrapulper cuya capacidad es de 90 (m³). Por consiguiente tiene que esperar un cierto tiempo para que llegue al 40% de su capacidad.

** Construir un segundo deposito de agua con una capacidad mayor al del deposito actual para que ambos logren cubrir el 40% de la capacidad del hidrapulper (ver figura 25).

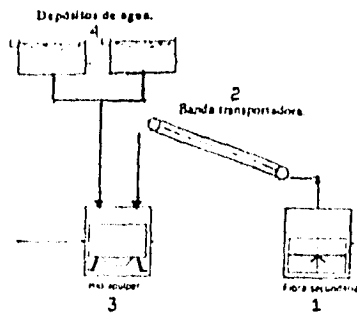


figura 25

El hidrapulper con sus 90 m^3 de capacidad, constituido por agua (40%) y materia prima (60%), descarga en una tina de 80 m^3 que casi nunca está vacía en el momento de la descarga, por consiguiente el hidrapulper tiene que esperar a que la tina se vacíe, esto origina que no funcione al máximo el hidrapulper y se tenga un excedente en el consumo de energía.

Construir una segunda tina de vaciado, con la misma capacidad y utilizar la misma bomba de extracción (ver figura 26).

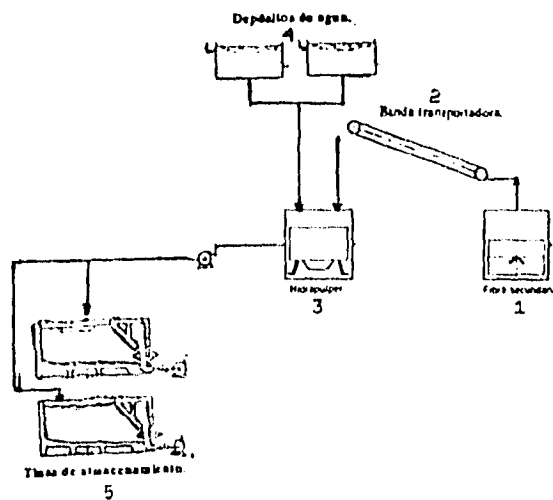


figura 26

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

* Después de los tanques de almacenamiento, la pasta es enviada a los depuradores de pasta espesa. Hay que añadir que ninguno de estos equipos funciona a su presión y caudal correctos.

** Se ha sugerido instalar recirculaciones y manómetros de control, además se deben cambiar las bombas centrífugas por otras más adecuadas, las cuales se pueden tomar de otros puntos del proceso en donde no tienen utilidad.

* Otro problema que se presenta en uno de los depuradores debido a su mal estado, es que deja pasar las impurezas, además, de no tener recirculación antes de llegar a la caja de entrada, por lo tanto no se puede ajustar su caudal y la valvula de regulación no permite controlar el flujo de la pasta.

** Se sugiere que el depurador se sustituya por uno nuevo (ver figura 27) cuyas características son:

- Dimension de agujeros..... 2.032 [mm].
- Capacidad..... 200 [ton/día].
- Rango de consistencia 0.8-1.0 %
- Velocidad 750 [rpm].

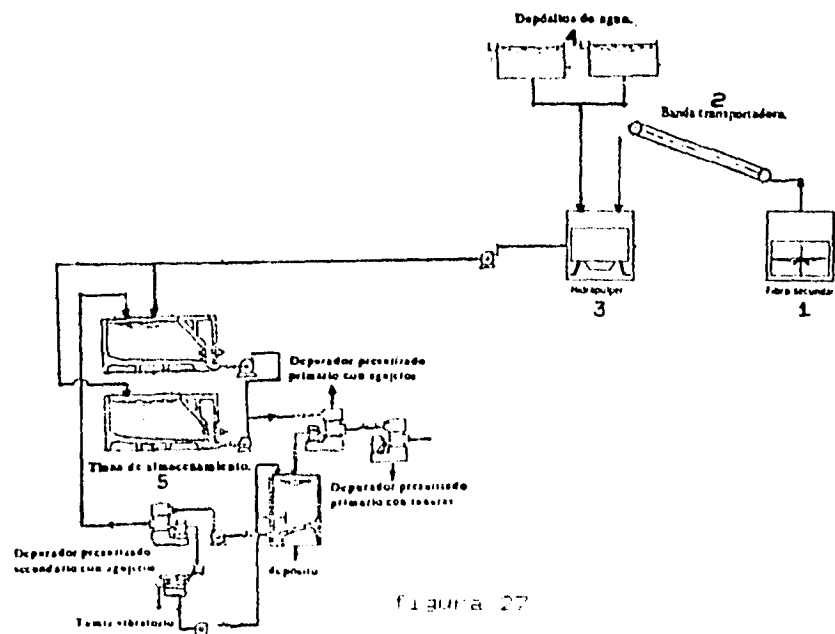


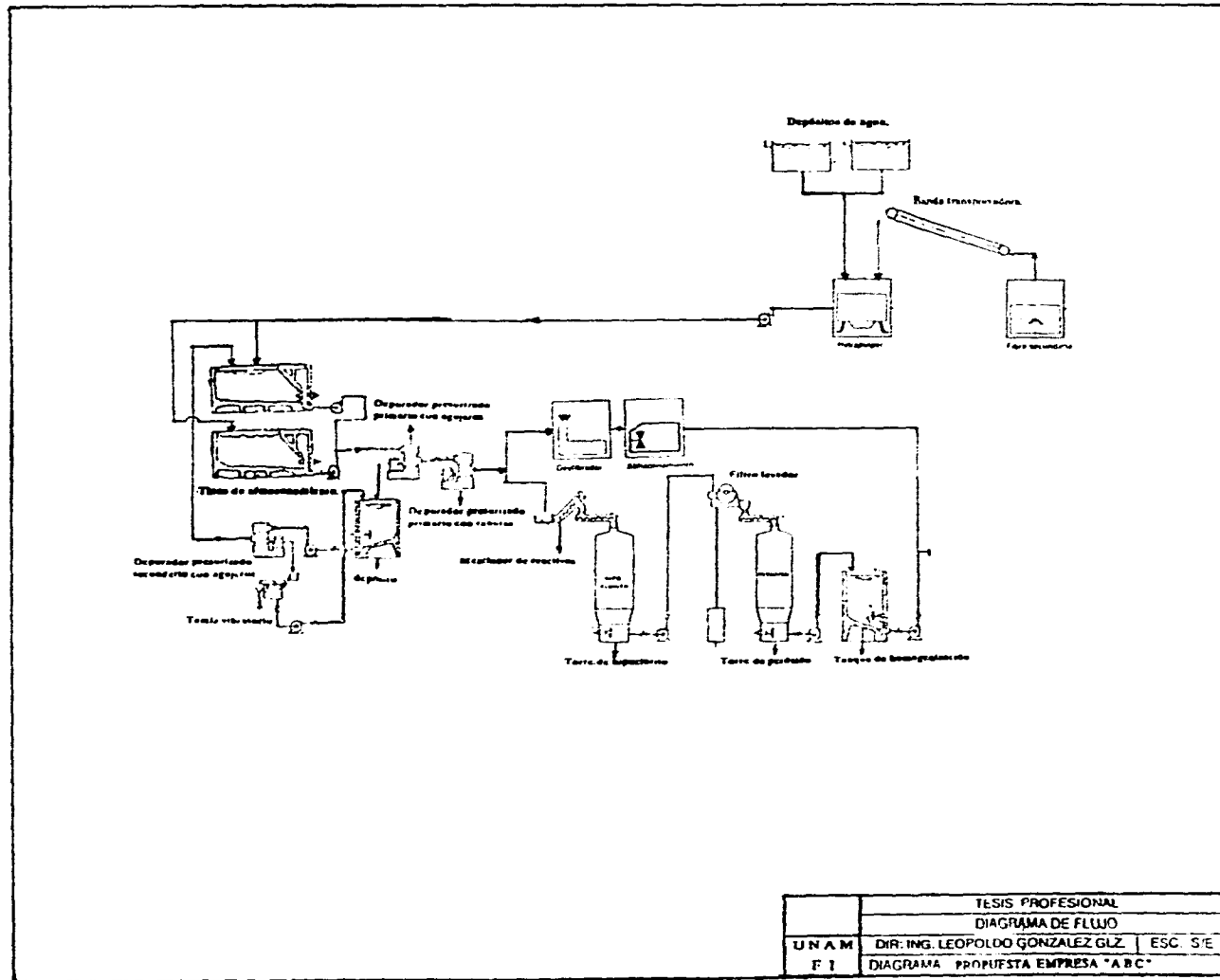
Figura 27

* Después de los depuradores la pasta con menor impurezas y tintas es enviada al desfibrador (cuya finalidad es deshacer o cortar aun mas la fibra). de aqui la pasta se dirige hacia dos tanques de almacenamiento que presentan una capacidad mucho mayor a la cantidad de pasta que proviene del desfibrador.

La pasta que contiene mayor cantidad de impurezas y tintas es enviada a la zona de destintado (su finalidad es reducir tanto las impurezas, como blanquear la pasta), posteriormente la pasta se dirige hacia dos tanques de almacenamiento cuyo problema es el mismo del parrafo anterior, como consecuencia de tener la pasta en dos tanques, se tiene un consumo de energia electrica mayor por los agitadores que utilizan cada uno de los tanques.

** La solucion al problema, es eliminar un tanque de almacenamiento tanto en el desfibrado como en el destintado, esto implica que tambien se tenga un menor consumo de corriente electrica (ver figura 28).

Figura 28



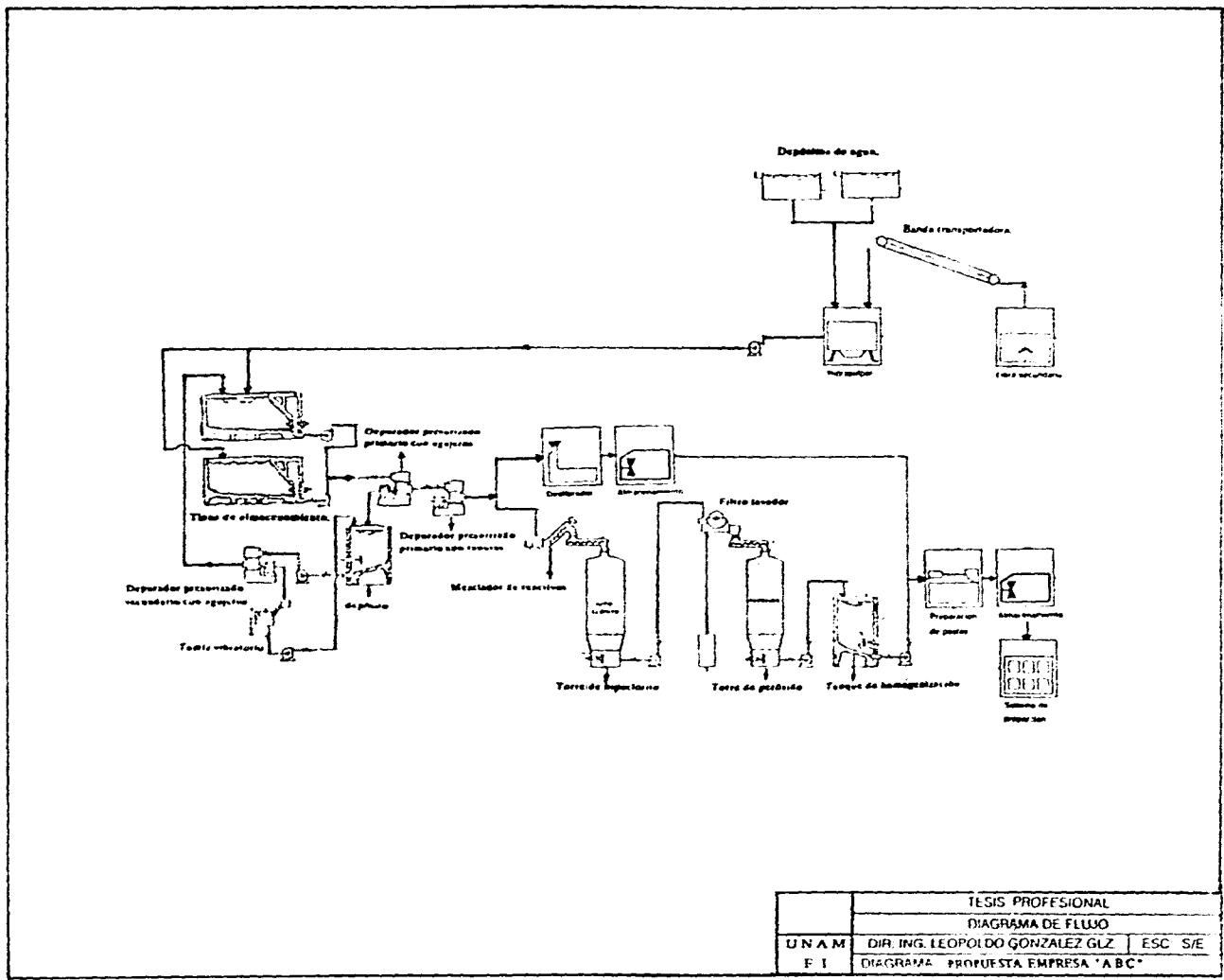
* Posteriormente, la pasta se envía a un refinador cónico cuya finalidad es, cortar aún más la pasta.

** Se sugiere eliminar el refinador cónico por ser inútil en el proceso de la obtención de papel a través de fibras secundarias (ver figura 29).

* La siguiente etapa del proceso, es la de preparación de la pasta (donde, como su nombre lo indica, se prepara la pasta agregando los reactivos), de aquí se envía a dos tanques de almacenamiento; la capacidad de estos es mayor con respecto a la cantidad de pasta que se prepara.

** La solución al problema es, eliminar un tanque de almacenamiento, lo cual también nos reducirá consumo en la energía eléctrica (ver figura 29).

Figura 29

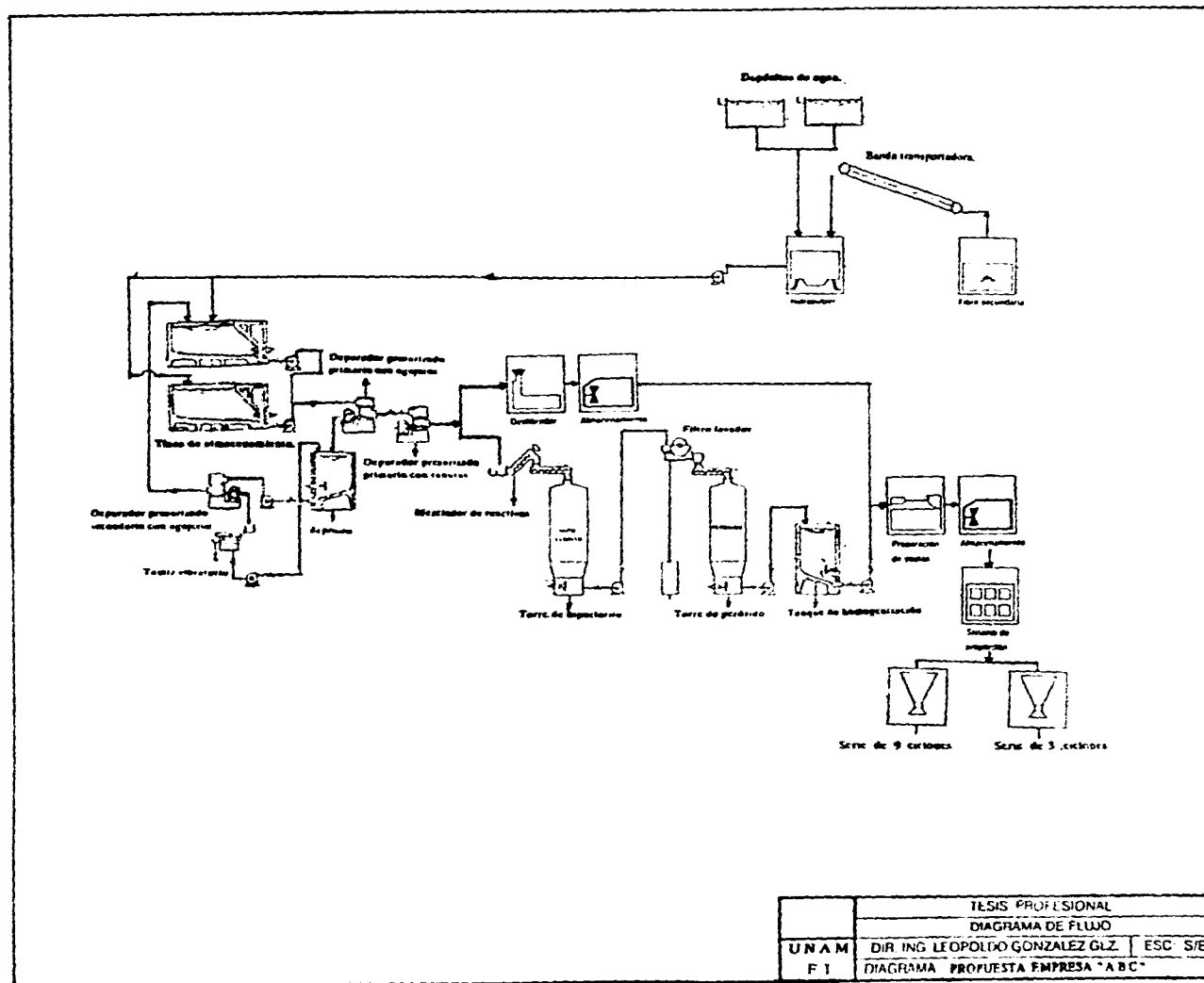


	TESIS PROFESIONAL		
	DIAGRAMA DE FLUJO		
U N A M	DIR. ING. LEOPOLDO GONZALEZ GLZ	ESC	S/E
F I	DIAGRAMA	PROPUESTA EMPRESA "A BC"	

La zona de tratamiento constituida por nueve en le unidades favela insuficientes para trabajar en condiciones correctas de presión y caudal.

Se propone instalar tres ciclones más los cuales permitirán recuperar las condiciones normales de presión, caudal y obtener una mayor disolución en la caja de entrada (ver figura 30).

FIGURA 30

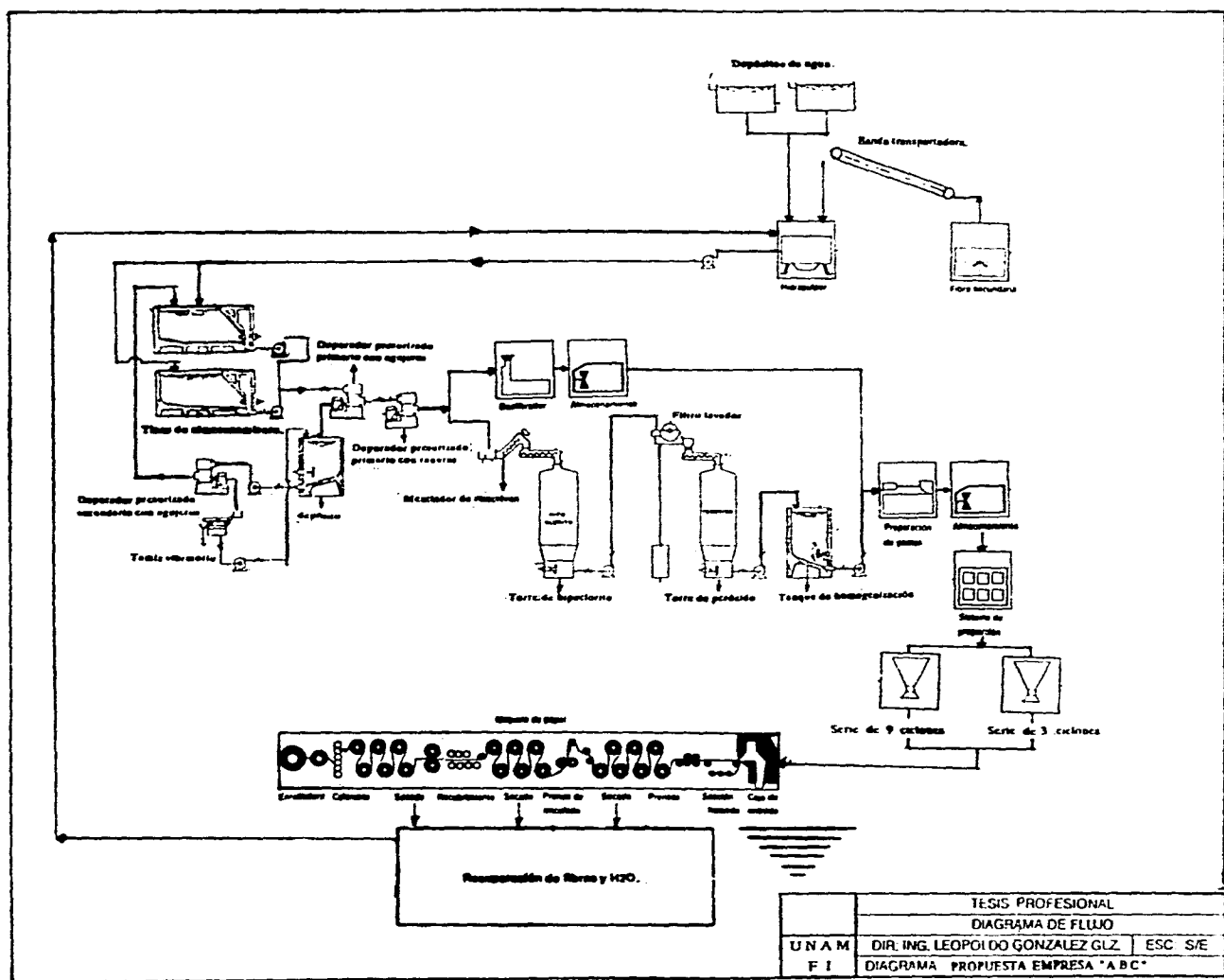


	TESIS PROFESIONAL	
	DIAGRAMA DE FLUJO	
UNAM	DIR. ING. LEOPOLDO GONZALEZ GLZ.	ESC. S/E
F 1	DIAGRAMA PROPUESTA EMPRESA "A B C"	

* El deposito de aguas coladas del desgate de la maquina de papel que se encuentra enterrado debajo de dicha maquina, es de una capacidad de 2.5 m³ por su ubicacion este recibe una mezcla aguataire y ademas tiene un desbordamiento al desagüe, ya que la bomba de extraccion no es de la capacidad adecuada; a este deposito tambien llegan las aguas de la zona de limpieza de fieltros por el desbordamiento del foso correspondiente, lo que es totalmente irracional.

** Ampliar el deposito de aguas coladas a una capacidad de 3.5 m³ y con una gran superficie de desaeracion. Con respecto a las aguas de limpieza de los fieltros, esta debe ser enviada al hidrapulper y al regulador de concentracion (ver figura 31).

FIGURA 31



TESIS PROFESIONAL		
DIAGRAMA DE FLUJO		
U N A M	DIR. ING. LEOPOLDO GONZALEZ GLZ	ESC. S/E
F I	DIAGRAMA PROPUESTA EMPRESA "A B C"	

* Zona de recuperación de aguas y fibras; aquí se tienen tres espesadores de tambor que reciben a la vez los trozos de papel húmedos de manera irregular, y los excesos de agua de desgate de la mesa.

** Para corregir los circuitos de recuperación, se procede de la siguiente manera:

Que el exceso de aguas coladas de desgate de la tela se envíe con prioridad al hidrapulper y regulador de concentración respectivamente.

El agua recuperada en la filtración se reutilizará para alimentar las regaderas de mesa, tamices vibratorios y a los depuradores; el resultado que se obtendrá en esta zona será un incremento en el rendimiento de pasta.

La pasta recuperada se recibirá en una nueva tina de almacenamiento, así como las del recuperador de fibras. Los desperdicios de papeles secos, rotos y húmedos que salen del hidrapulper deben ser enviados a las tinajas de mezcla de manera controlada.

* Como se mencionó, durante la descripción del proceso de la empresa ABC, el interior de la caja de la máquina de papel es una verdadera catástrofe, las paredes presentan incrustaciones de cal, carbonato, etc.; estas anomalías son las causantes de que el papel presente perforaciones y/o rupturas en la guía del papel.

El eje de una extremidad de uno de los rodillos perforados está roto y gira rozando el fondo de la caja, además, los rodillos están ovalizados.

Las cajas de succión no funcionan correctamente debido a una instalación de vacío deficiente.

** Es necesario hacer una limpieza en el interior de la caja, esto con la finalidad de evitar por completo las perforaciones y/o rupturas en el papel.

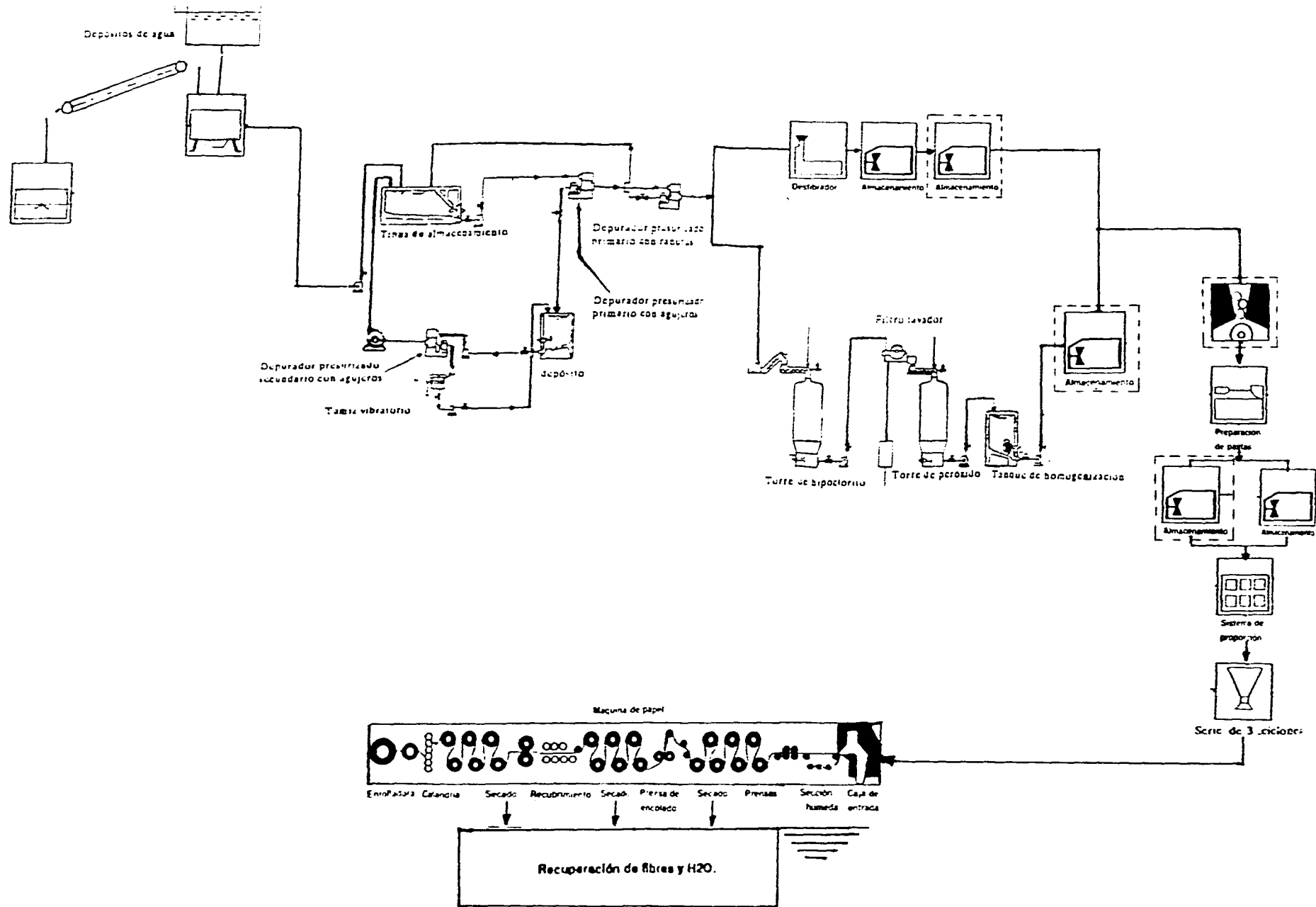
Se sugiere que sean reparadas las paredes de los rodillos y mantener un espesor constante en ellas.

Para corregir el mal funcionamiento de las cajas de succión, sugerimos aumentar la presión de vacío en las últimas cajas de succión.

Nota: En las últimas dos propuestas no se anexo figura por ser correcciones mínimas y por lo tanto no pueden representarse en el diagrama.

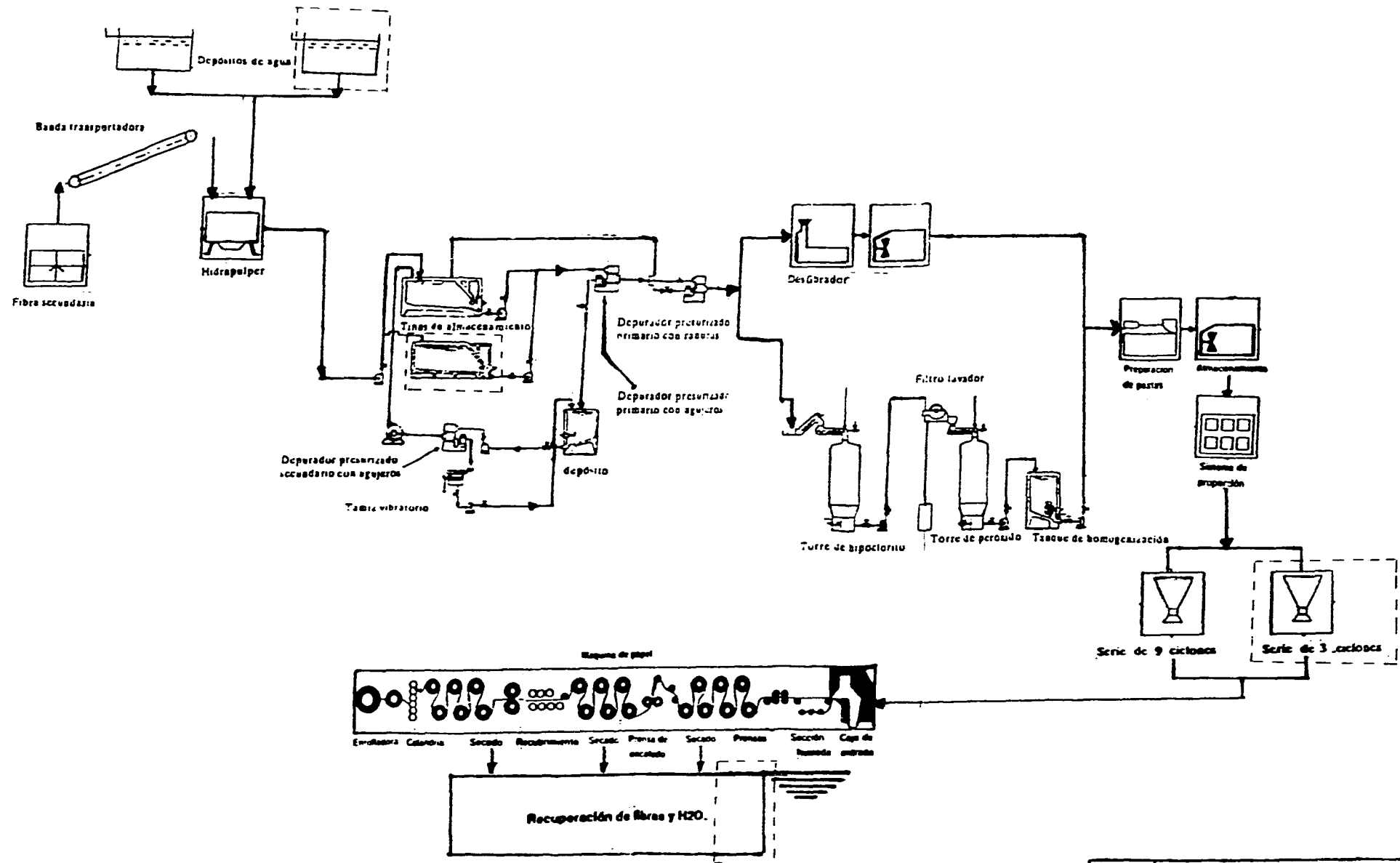
La figura 32 representa el diagrama del proceso de la empresa "ABC" y en el cual se indica con un recuadro de línea punteada el equipo que se eliminará.

La figura 33 representa el diagrama propuesto de la empresa "ABC" y con un recuadro de línea punteada se indica el equipo que se propone agregar.



	TESIS PROFESIONAL	
	DIAGRAMA DE FLUJO	
U N A M	D R I N G L E O P O L I D O G O N Z A L E Z S L P	ESC: S F
F I	DIAGRAMA EMPRESA T A B C	

Figura 33



TESIS PROFESIONAL		
DIAGRAMA DE FLUJO		
U N A M	DIR. ING. LEOPOLDO GONZALEZ GL7	ESC: S/E
F I	DIAGRAMA PROPUESTA EMPRESA "A B C"	

IV.2 Analisis economico del equipo a cambiar

EQUIPO

1) Deposito de agua destinado a alimentar el hidrapulper	Capacidad: 15 (m ³)	N\$ 5,796.75
2) Tina de vaciado. (recibe la pasta del hidrapulper)	Capacidad: 80 (m ³)	N\$ 31,430.83
3) Depurador presurizado		N\$ 674,220.30
	Características	
	- Dimension de agujeros:	2.032 (mm)
	- Rango de consistencia:	0.8 - 1 %
	- Velocidad:	750 (rpm)
	- Capacidad:	200 (Ton/dia)
4) Ciclones		N\$ 4,255.20
	Caractrísticas	
	- Material:	acero al carbon e inoxidable
	- Se deben instalar:	3 ciclones.
	- Altura de los ciclones	1 (m)

Nota: Costos al mes de noviembre de 1994

5) Depósito de aguas coladas del desgote de la máquina de papel Capacidad: 2.5 a 3.5 (m³) N\$ 4,387.50

5a) Bomba de extracción del depósito de aguas coladas N\$ 2,895.80

Características

- Gasto 1.86 (m³/min)
 - Potencia 7.5 (KW)

TOTAL DE LA INVERSION N\$ 722,986.38

Para la producción de 52 (Ton/día) Se requiere que el hidrapulper reciba 27 cargas. Donde cada carga contine 2160 (Kg) de fibra secundaria y 36,000 litros de agua incluyendo los reactivos. obteniendo los siguientes resultados.

Producción actual de la empresa "ABC"

Promedio de producción neto	46.80 (Ton/día)
Plan de producción	51.00 (Ton/día)
Porcentaje de cumplimiento	91.76 %

Como se describió anteriormente, el tiempo de residencia en el proceso de HAPCO se compararon sus resultados con los que se provocaban en la calidad del papel, llegando a las siguientes conclusiones para incrementar la producción y la calidad de papel:

Como en la tina de vaciado del hidrapulper se tiene un tiempo de residencia de 9 (min) se corrió el riesgo de que no descargara completamente la pasta al hidrapulper. Esto nos provoca que se detenga la pasta 5 (min) de más, siendo un tiempo total de 14 (min) que se tiene la pasta de más en el hidrapulper, por lo que es necesario instalar la segunda tina de vaciado para eliminar este tiempo, y pueda el hidrapulper vaciar completamente la carga, reduciéndose así el tiempo, y solamente se considere el tiempo de la mezcla en el hidrapulper que viene siendo aproximadamente de 41 (min) y entonces el proceso sea continuo, incrementándose de 27 a 35 cargas por día. Teniendo que emplearse 75.6 (Ton) de fibra secundaria y 162 (m³) de agua, obteniendo una producción de 72.72 (Ton/día) de papel, teniendo un aumento de aproximadamente 39.25% en la producción.

Porcentaje de fibra secundaria que se pierde durante el proceso en día:

$$\% \text{ de fibra secundaria} = \left(\frac{75.6 - 72.72}{75.6} \right) \times 100 = 3.7\%$$

Como en las mejoras a la empresa HAPCO y con la inversión requerida, teniendo un 1% de papel con manchas, se encontró que la producción de papel, aplicando el 1% sobre 72.72 (Ton/día) da como resultado 71.98 (Ton/día) de papel, obteniendo un papel con mayor calidad, por lo tanto se van a obtener los siguientes resultados:

FALLA DE ORIGEN

Promedio de producción diaria	71.26 (TON/día)
Plan de producción	70.00 (TON/día)
Utilidad	NF 132.60

Con los datos anteriores de Producción y con el precio de venta de NF 2.000 por tonelada de papel, el índice de rendimiento de 1994. Por lo tanto la empresa "ABE" indica que tiene una utilidad de NF 132.60

También se llega a la conclusión de que para una tonelada de papel se requiere de 1.0609 (Ton) de fibra secundaria y 17.60 (m³) de agua, obteniendo un porcentaje de fibra secundaria demás en una tonelada de 2.24% por el siguiente cálculo:

$$\% \text{ de fibra secundaria} = \left(\frac{1.0609}{47} \right) \times 100 = 2.24\%$$

A continuación se expresa en porcentajes los ahorros que se han obtenido con las modificaciones que se le hicieron a la empresa "ABE".

$$\% \text{ de ahorro de agua} = \left(\frac{10.76}{72.76} \right) \times 100 = 14.63\% \text{ en una tonelada}$$

$$\% \text{ de ahorro de fibra} = \left(\frac{0.216}{1.3609} \right) \times 100 = 15.87\% \text{ en una tonelada}$$

FALLA DE ORIGEN

IV.3 Tiempo de recuperación económica del equipo

De acuerdo con el departamento de planeación de la empresa "ABC", y con su experiencia en los años anteriores, se tiene estimado que el aumento en el volumen de ventas en los meses de 1995 serán los siguientes: (ver tabla 2)

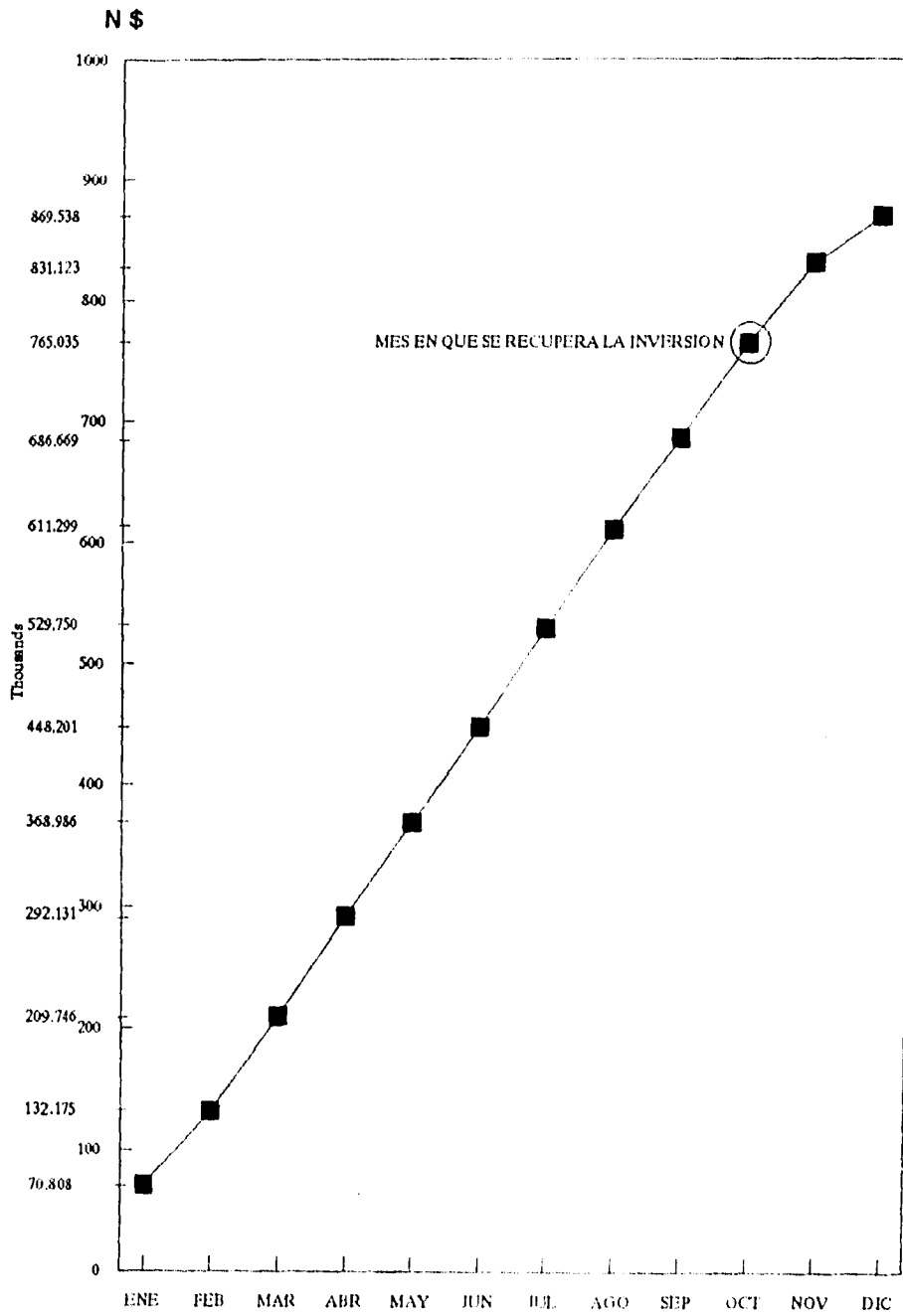
(en la tabla No.2, solo se considera la utilidad del incremento de volumen de ventas estimado, para la recuperación económica del equipo que se debe comprar. Sin considerar la utilidad de la producción de 46.8 [Ton/día]).

TABLA 2

MES	PRODUCCION(TON)	DIAS A TRABAJAR	N\$
ENERO	534	30	70808.40
FEBRERO	462.8	26	61367.28
MARZO	585	30	77571.00
ABRIL	621.0	30	82384.38
MAYO	579.6	28	76854.96
JUNIO	597.4	29	79215.29
JULIO	615	30	81549.00
AGOSTO	615	30	81549.00
SEPTIEMBRE	568.4	28	75369.84
OCTUBRE	591	30	78366.60
NOVIEMBRE	498.4	28	66087.89
DICIEMBRE	252	18	33415.20

Ver la grafica 15 donde se ve, que en el mes de octubre se recupera la inversión invertida, al comparar el total de la inversión, con la utilidad del volumen de ventas.

UTILIDAD ACUMULADA



1995

GRAFICA No. 16

IV.4 Ahorro económico de la energía, consumida por el equipo eliminado.

EQUIPO	CONSUMO DE ENERGIA ANTERIOR BIMESTRAL (KWH)	CONSUMO DE ENERGIA BIMESTRAL (KWH)	AHORRO ECONOMICO BIMESTRAL (N\$)
1) Del desfibrado a dos tanques de almacenamiento eliminar uno	4005	2002.5	346.443
2) Del destintado y blanqueo a dos tanques de almacenamiento eliminar uno	3004	1501.92	259.83216
3) De preparación de pastas a dos tanques de almacenamiento eliminar uno	2504	1251.6	216.5268
TOTAL	9513	4756.02	N\$ 822.80

V SEGUNDA ETAPA PARA LA RECUPERACION DE LA EMPRESA "ABC"

V.1 b) MODERNIZAR LAS INSTALACIONES PARA PRODUCIR SU PROPIA ENERGIA.

La propuesta para la modernización de la empresa "ABC". Es la propia autogeneración de la energía eléctrica mediante la cogeneración, obteniendo como consecuencia un ahorro de energía.

Antes de analizar y mencionar los tipos de plantas de cogeneración, para elegir la más adecuada a las condiciones de la empresa "ABC". Se necesita mencionar, cuales son los cargos por consumo de energía que aplica la C.F.E. para saber de que otra manera se puede obtener un ahorro de energía.

Los tres cargos que existen son:

a) Por consumo en KWH.

La medición del total se obtiene por la diferencia del valor tomado con anterioridad y el nuevo, a este número hay que multiplicarlo por la constante del medidor.

b) Por demanda máxima KW.

Se mide sobre un periodo de tiempo de 15 minutos es decir, si por casualidad se utilizó una gran parte del equipo instalado durante 15 minutos en el mes y el resto permanece ocioso, el cargo será extremadamente alto.

c) Por bajo factor de potencia (F.P.).

El concepto de factor de potencia involucra, como lo indica su nombre un factor de relación entre las dos potencias: La activa y la reactiva.

La compañía suministradora proporciona cierta cantidad de KVA reactivos en forma gratuita, hasta que el factor de potencia es menor a 85% . A partir de este punto cobra estos, de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{CARGO} = 3/4 (90/\text{F.P.} - 1) * \text{TOTAL}$$

Como se puede ver facilmente a menor factor de potencia el cargo es mas elevado.

Dado que la potencia reactiva puede producirse mucho mas eficientemente en la localización del usuario, ya que son mucho mas dificiles de transmitir que los activos, la mayoría de los suministradores a nivel mundial exigen un factor de potencia alto o unitario.

Por lo tanto para tener ahorro de energia es necesario.

- d) Consumir los KWH en las mismas proporciones todo el año.
- e) Aumentar el factor de potencia en la empresa "ABC"

El factor de potencia, se logra incrementar mediante la instalación de capacitores, los cuales no consumen potencia activa y pueden producir energia reactiva localmente, compensando así la potencia reactiva-inductiva, consumida por las maquinas antes mencionadas, individualmente o en grupos (figura 34).

A continuación se mencionan las Ventajas y desventajas de la instalación de bancos de capacitores para encontrar una solución, de cual es el lugar mas ideal de colocarlos en el sistema electrico de la empresa "ABC" .

FALLA DE ORIGEN

INDIVIDUAL:

Características: Aplica los dispositivos bajo condiciones de cargas continuas, cada uno conectado a un capacitor de valor apropiado.

Ventajas:

- KVAR Producido en el punto.
- Reducción de pérdidas de línea, y caídas de voltaje.
- Ahorro de un dispositivo de conmutación.

Desventajas:

- Costo de los capacitores pequeños separado, más que un capacitor individual del valor total equivalente.
- Factor de utilización del capacitor para dispositivos no conectados con frecuencia.

EN GRUPO:

Características: Dispositivos separados, son conectados a un capacitor común con su propio interruptor. El capacitor es usado de acuerdo a las veces en que las cargas están en uso.

Ventajas:

- Reducción de los costos de inversión de capital para capacitores.
- Pérdidas y caídas de voltaje reducidas en las líneas de distribución.

Desventajas: - Carga no equilibrada sobre las líneas de alimentación principales.

CENTRAL:

Características: Producción de potencia en un punto solamente. En casos sencillos, el banco es conectado en el inicio y desconectado al final del trabajo.

Ventajas: - Mejor utilización de la capacidad de los capacitores
- Supervisión fácil.
- Control Automático.
- Mejoría general del nivel del voltaje.

Desventajas: - Carga no equilibrada sobre la fuente principal y las líneas de distribución

Cuando la potencia reactiva necesaria es variable, la compensación central frecuentemente involucra bancos automáticos de capacitores.

La compensación central es siempre usada para mejorar el factor de potencia en instalaciones existentes.

BENEFICIOS AL INSTALAR CAPACITORES

Las ventajas que le van a proporcionar a la empresa "ABC" al instalar capacitores en su sistema eléctrico son:

- Reducción en los recibos del consumo de energía eléctrica.
- Mejor regulación del voltaje
- Reducción en las pérdidas

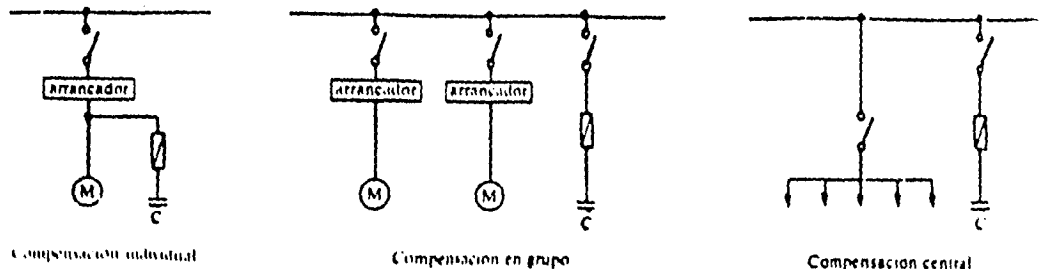
FALLA DE ORIGEN

Los objetivos de ahorro de energía de un capacitor, generalmente son:

- 1) Ubicar el capacitor lo más cercano a la fuente de la corriente y las cargas de kVA son las más grandes.
- 2) En circuitos sobrecargados el capacitor debe ser (capacidad nominal) del sistema.
- 3) En Areas con grandes cargas a un factor de potencia bajo.

CONCLUSIÓN.

No se considero necesario realizar el sistema eléctrico de la empresa "AEC" para determinar la mejor opción de la conexión del banco de capacitores. Por que de acuerdo al análisis de las características, ventajas y desventajas del banco de capacitores y de acuerdo a los objetivos de ahorro de energía de un capacitor. Llegamos a la conclusión de que para el caso de la empresa "AEC" la instalación del banco de capacitores, se debe instalar en la forma de compensación central, para mejorar el factor de potencia.



Tres tipos de instalaciones

Figura 54

FALLA DE ORIGEN

V.2 GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE LA COGENERACION

Cogeneracion:

Es la generacion de energia termica y electrica (ver figura 35) a partir de una fuente primaria de energia (Combustible, Gas Natural, Carbon etc.) (ver apendice A).

El objeto de integrar un esquema de cogeneracion dentro de la empresa "ABC", aunque esto representa a simple vista una inversion considerable, es reducir el costo de produccion, al reducir el costo energetico, aumentando la eficiencia de la planta en cuanto a tonelada de producto por (KWH). Ademas aumenta la confiabilidad del suministro de energia eléctrica a su proceso.

Al producir su energia eléctrica, la empresa "ABC" tendrá ahorros mensuales de una serie de condiciones entre las que se encuentra el compromiso de compra-venta de energia eléctrica(B) entre la empresa y la red de manera que, cuando la primera tenga excedentes, estos sean vendidos a la red y cuando requiera de energia eléctrica la red se la suministre. Asi mismo se requiere de un compromiso por parte de la compañía que suministra el combustible para garantizar dicho suministro. Adicionalmente, ciertas condiciones favoreceran la cogeneracion en la empresa "ABC", entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Proyección de ampliación de la planta
- Planeacion de una nueva planta
- Reemplazo de equipo viejo (calderas, motores)
- Tener necesidades de energia eléctrica y termica.

(B) Ver Reglamento de Cogeneracion. Apendice B

FALLA DE ORIGEN

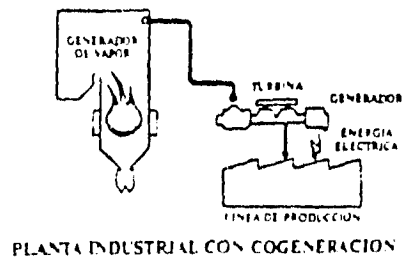


Figura 108

V.2.1 CRITERIOS PARA LA SELECCION DE PLANTAS DE COGENERACION

En las últimas décadas, la producción de energía eléctrica por el sector industrial privado fue restringida a la pura cogeneración, considerando la cogeneración de electricidad como un subproducto de la utilización de vapor de proceso. Hoy se empieza a conceder a este sector más y más libertad de generar la energía eléctrica que le necesita. Como consecuencia de esta apertura, la eliminación paulatina de los subsidios en las tarifas, la necesidad de bajar los costos en la industria para poder competir, y la posibilidad de poder usar una sola planta de autogeneración para un grupo de empresas, el interés de la cogeneración aumentó de una forma sin precedente.

A continuación se presentaran bajo este nuevo entorno las diferentes alternativas de plantas de cogeneración, sus características y finalmente su impacto en el costo por kWh.

TIPOS DE PLANTAS DE COGENERACION

En la practica existen los siguientes tipos de plantas basicas de cogeneracion:

a) Planta de vapor con una turbina de contrapresion (figura 36)

Funcionamiento.

- 1) Se comprime el agua en una bomba, que es la que se encarga de alimentar a la caldera.
- 2) Se suministra calor a presion constante en la caldera, hasta que el agua se evapora completamente.
- 3) El vapor pasa a la turbina para expandirse, donde se genera la energia a traves del generador acoplado a su flecha. El vapor utilizado en el proceso es el que es extrae de la turbina.
- 4) El vapor que sale de la turbina, y que no se utiliza en el proceso (consumidor de vapor) se manda al desgasificador y en seguida pasa al tanque de almacenamiento.
- 5) El vapor que sale de la turbina y es utilizado en el proceso (consumidor de vapor) se manda al desgasificador y tanque de almacenamiento mediante una bomba.

Se le llama turbina de contrapresion por que disminuye la presion de entrada al consumidor de vapor mediante una contrapresion.

Figura 36. Esquema de un sistema de Turbina de Contrapresión.

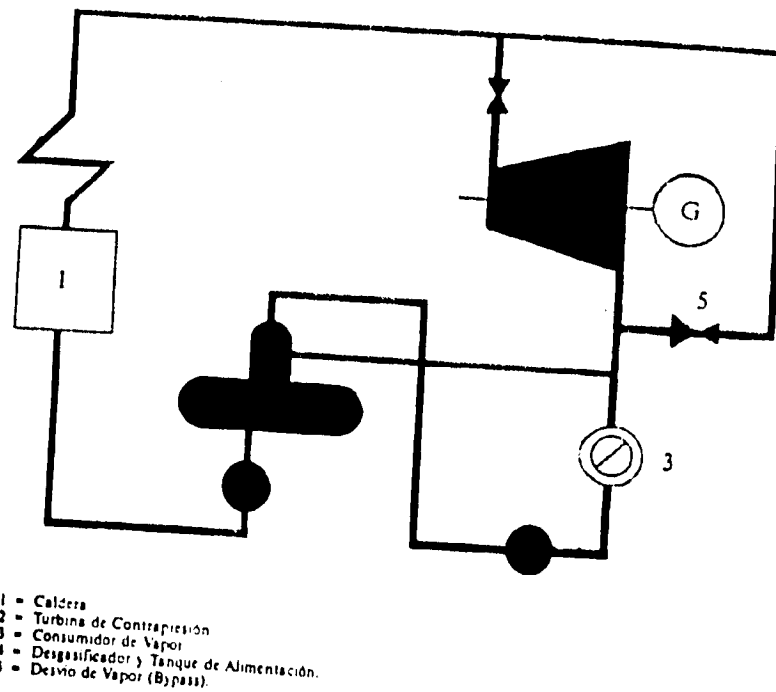


Figura 36

CARACTERÍSTICAS

- Genera poca energía eléctrica en comparación con el consumo de vapor de agua.
- No permite variación grande y brusca de vapor de proceso.
- Costo de inversión mediano.
- No requiere agua de enfriamiento.
- Equilibra el balance de gases costoso en el sistema de energía.

FALLA DE ORIGEN

b) Planta de vapor con una turbina de Extracción/condensación (figura 37).

Funcionamiento.

- 1) Se comprime el líquido y se alimenta a la caldera mediante una bomba.
- 2) Se suministra calor a presión constante en la caldera, hasta obtener vapor.
- 3) El vapor pasa a la turbina. Donde no se deja que el vapor se expanda completamente en un solo paso hasta la presión del condensador.

3.a) Después de una expansión parcial, el vapor es extraído de la turbina y se recalienta a presión constante, enseguida se regresa a la turbina para una expansión adicional.

3.b) El vapor que no es extraído se expande en la turbina (el vapor que se expande en la turbina genera la energía eléctrica a través del generador que se encuentra acoplado a su flecha), hasta la presión del condensador y se condensa. Pasa enseguida a la bomba que alimenta al desgasificador y tanque de almacenamiento.

- 4) El vapor que no se utiliza en el proceso, se conduce directamente al desgasificador y tanque de almacenamiento.

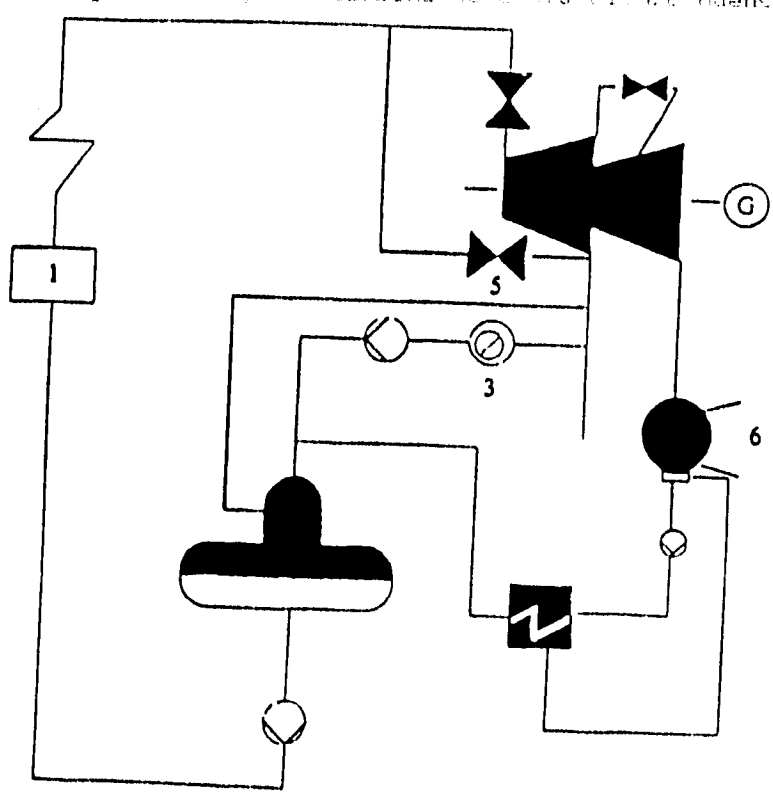
Se le llama turbina de Extracción/Condensación. Por que se extrae el vapor de la turbina para recalentarse y volver a pasar por la turbina donde se condensa al expandirse, hasta llegar al condensador.

CARACTERÍSTICAS

- Mayor producción de vapor que la que el proceso requiere
- Mayor generación de electricidad al compararse con una turbina de contra presión y con el mismo consumo de vapor de proceso de proceso .

- Permite controlar el flujo de vapor de proceso.
- Permite controlar la potencia y el peso de proceso al mismo tiempo y en forma independiente.
- El flujo de agua de enfriamiento, excepto su salida al aerocondenador.
- Equipo de limpieza de gases sucios, para los gases naturales. Y alta disponibilidad.

Planta de cogeneración, con turbina de extracción y condensación



- 1 = Caldera
- 2 = Turbina de Extracción
- 3 = Consumidor de Vapor (Condensador)
- 4 = Desgasificador y Tanque de Alimentación
- 5 = Deriva de Vapor (Bypass)
- 6 = Condensador

Figura 27

FALLA DE ORIGEN

c) Turbina de gas con recuperacion de calor (figura 38)

Funcionamiento:

- 1) Se comprime el liquido en la bomba que alimenta a la caldera .
- 2) Se suministra calor a presion constante en la caldera hasta obtener vapor.
- 3) El vapor circula, hasta llegar al regulador de presion de vapor, para despues ser utilizado en el proceso (vapor de proceso). En seguida pasa a la bomba y tanque de almacenamiento. El vapor que sale del regulador de presion de vapor y que no es utilizado en el proceso se manda al desareador y tanque de alimentacion.
- 4) Por otra parte el aire se comprime y entra a una camara de combustion, en la que el combustible se inyecta y se quema a presion constante. Los productos de la combustion se expanden despues al pasar por la turbina. Donde la turbina esta acoplada al generador por medio de su flecha para producir la energia eléctrica.
- 5) Los gases que salen de la turbina como calor de desecho, se vuelven a pasar por una camara de combustion donde se inyecta combustible a presion constante. Para luego pasar por el recuperador de calor, donde la energia de estos gases son aprovechados para calentar el agua y obtener vapor, que es el que se utiliza en el proceso.

CARACTERISTICAS

- Alta produccion de electricidad con relacion al vapor de proceso.
- Muy bajo costo de inversion.
- No consume agua de enfriamiento.
- Combustible principal: Gas Natural
- Minima emision de gases contaminantes.
- Facil de instalar o desmontar.

FALLA DE ORIGEN

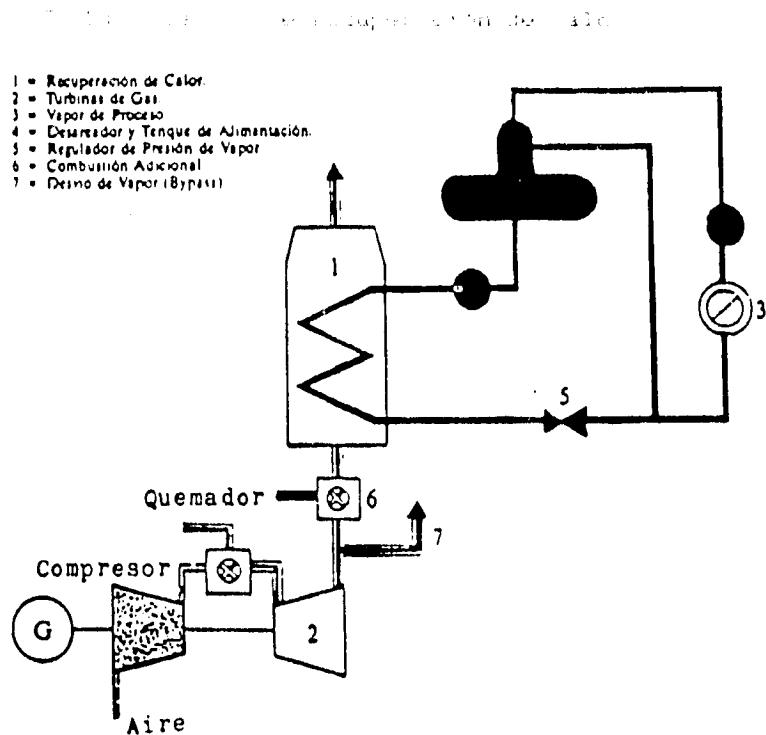


figura 38

d) Planta de ciclo combinado (figura 39)

Funcionamiento:

- 1) Se comprime el líquido en la bomba que alimenta a la caldera.
 - 2) Se suministra calor a presión constante en la caldera hasta obtener vapor.
- El vapor se manda a la turbina de vapor donde se expande, la turbina está acoplada a la flecha del generador para generar la energía eléctrica. El vapor que se extrae de la turbina, es el vapor que se utiliza en el proceso y luego pasa a la bomba y de ahí se manda al despresor y tanque de almacenamiento.

- 3) Por otra parte el aire se comprime y entra a una cámara de combustión, en la que el combustible se inyecta y se quema a presión constante. Los productos de la combustión se expanden después al pasar por la turbina. Donde la turbina está acoplada al generador por medio de su flecha para producir la energía eléctrica.

- 4) Los gases que salen de la turbina como calor de desecho vuelven a pasar a la cámara de combustión donde se adiciona combustible a presión constante y enseguida pasan por el recuperador de calor, donde la energía de estos gases son aprovechados para calentar el agua y obtener vapor, que es el que se utiliza en el proceso. Este vapor obtenido se desvía a la turbina de vapor, para obtener la energía eléctrica, donde la turbina está acoplada al generador por medio de su flecha.

CARACTERISTICAS:

- Alta producción de electricidad con relación al vapor de proceso.
- Muy alta eficiencia térmica.
- Alto costo de inversión.
- Consumo de agua de enfriamiento mediano.
- Combustible: Gas Natural
- Muy baja emisión de gases contaminantes.
- Tiempo de arranque muy corto.

FALLA DE ORIGEN

Planta de ciclo combinado

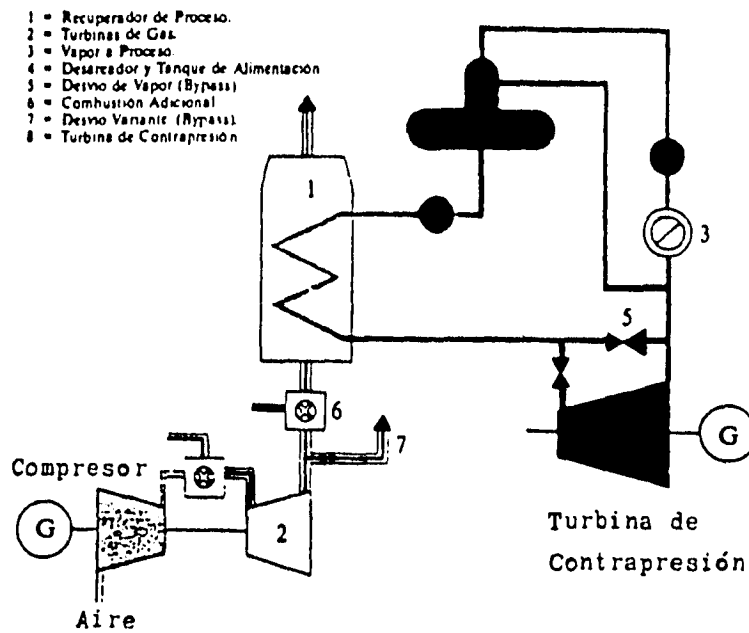


figura 39

FACTORES A CONSIDERAR EN LA SELECCION

Para poder definir la solución más económica que se apege a las necesidades de la empresa "ARC" que estamos analizando, hay que considerar los siguientes aspectos:

1) Tipo de Combustible.

- a) El carbón sería un combustible sumamente barato. Sin embargo, su aplicación en plantas de cogeneración no se justifica económicamente por su alto costo de inversión en los sistemas de transporte, manejo de carbón, cenizas y en la limpieza de los gases. La gasificación de carbón es una alternativa que pudiera ser interesante a partir de cierta capacidad.

b) El combustóleo mexicano. Puede ser utilizado en calderas convencionales. Su alto contenido de azufre y vanadio entre otros, lo hacen altamente corrosivo y contaminante, requiriendo de un sistema de limpieza de gases muy costoso para poder cumplir con la ley de protección ambiental.

Igual como en el caso del carbón la gasificación pudiera ser una alternativa interesante a partir de aproximadamente 300 (MW).

c) El diesel es un combustible menos contaminante que el combustóleo, pero sumamente caro, por lo que únicamente se usa como respaldo.

d) El gas natural cuesta actualmente en México aproximadamente 10% más por (MBTU) que el combustóleo, dependiendo del costo de transporte. Sin embargo, tiene la gran ventaja de ser un combustible muy limpio, cuyos gases no requieren de una limpieza especial, si se usa un sistema de combustión adecuado. Es el combustible ideal para turbinas de gas, pero se usa también más y más en calderas convencionales. Sin embargo, puede resultar demasiado costoso si la planta no se encuentra en una zona de alta demanda de gas o de fácil acceso a un gasoducto de suficiente capacidad.

e) Bagazo, medula de caña y leña, son combustibles que normalmente se obtienen en forma de desechos de un proceso industrial y por lo tanto son baratos. Requieren de calderas especiales.

2) Agua de enfriamiento.

En zonas de escasez de agua donde se deben de considerar sistemas de enfriamiento tipo seco, la turbina de gas tiene claras ventajas sobre la turbina de vapor. La solución más económica sería sin embargo un ciclo combinado por su bajo costo de inversión y alta eficiencia, aun con un aerecondensador. En zonas con disponibilidad de agua de pozos, la solución más conveniente es una torre de enfriamiento húmeda. El consumo de agua para los diferentes tipos de plantas, se muestra en la figura 40.

El punto de corte de cada uno de los distintos tipos de plantas se incrementa con el tamaño de la planta, como se muestra en la siguiente figura.

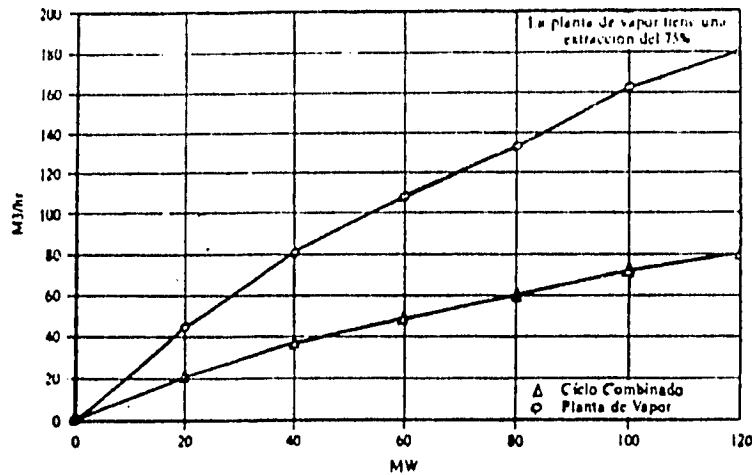


figura 40

2) Relación de vapor de proceso y consumo eléctrico.

Las diferentes industrias tienen sus requerimientos específicos de vapor y energía eléctrica. Normalmente la disponibilidad continua de vapor de proceso tiene absoluta prioridad. Con la apertura del sector eléctrico la autogeneración se puede manejar con más flexibilidad, visto que la energía sobrante o faltante se podrá vender o conseguir a través de C.F.E.

Los cuatro tipos de plantas de generación que aquí analizamos tienen diferentes características en cuanto a la generación de vapor de proceso y de electricidad como se muestra en la figura 41.

3. FALLA DE ORIGEN

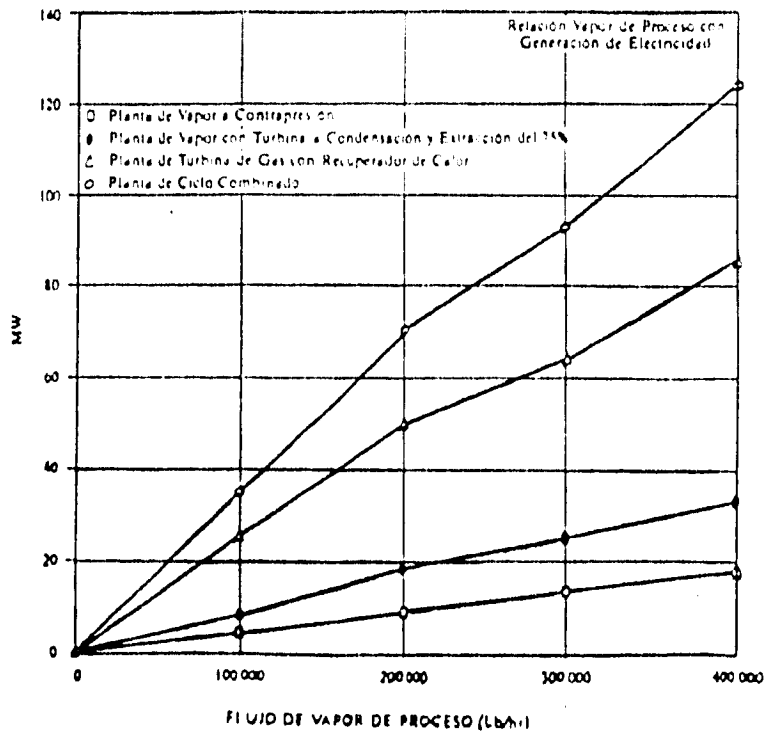


Figura 41

Mientras que la aplicación de turbinas de contrapresión resulta en un fuerte vínculo entre vapor y generación de electricidad, la solución es con turbinas de extracción/condensación que permiten variar y controlar en forma independiente tanto el flujo de proceso como la producción de electricidad.

Las alternativas con turbinas de gas permiten una mayor producción de energía por libra por una cierta cantidad de vapor al competir con las plantas operadas.

4) Variación en el consumo de vapor.

Cualquier tipo de caldera requiere de un cierto tiempo para adaptarse a cambios en la demanda de vapor, mientras que las turbinas, responden inmediatamente a variaciones en el flujo. Esto significa que en casos de procesos que impliquen variaciones rápidas en el consumo de vapor se recomienda el uso de turbinas de vapor de extracción/condensación en forma directa o integrada en un ciclo combinado. Esta solución requiere que las calderas generen una cantidad de vapor mayor que la demanda máxima del proceso. El vapor excedente va a condensación y la electricidad excedente a la red pública.

5) Disponibilidad.

La mayoría de los procesos industriales requieren de una disponibilidad ininterrumpida de vapor de proceso y electricidad. Las plantas de cogeneración pueden satisfacer este requisito si su concepto se define en forma adecuada. Para lograr esto hay que considerar la disponibilidad esperada de cada componente y prever los respaldos correspondientes. Las soluciones más convenientes para asegurar la disponibilidad de vapor de proceso serían:

- a) Tener dos fuentes de generación de vapor que cubran cada una el 100% de la demanda. Para aprovechar al máximo estas instalaciones, se recomienda considerar una turbina de vapor de extracción/condensación, por ejemplo, en una planta de ciclo combinado.
- b) Instalación de una planta de cogeneración que cubra el 100% de la demanda del vapor. Aparte de contar con una caldera convencional de respaldo para el vapor de proceso.

6) Costo de inversión.

Como se puede apreciar en la figura 42 las plantas de turbinas de gas son más económicas en cuanto al costo de instalación llave en mano, mientras que las plantas convencionales con turbinas de vapor pueden resultar hasta un 200% más caras según su tamaño y características.

Costos de planta y de agua en plantas generadoras de plantas de turbinas de gas

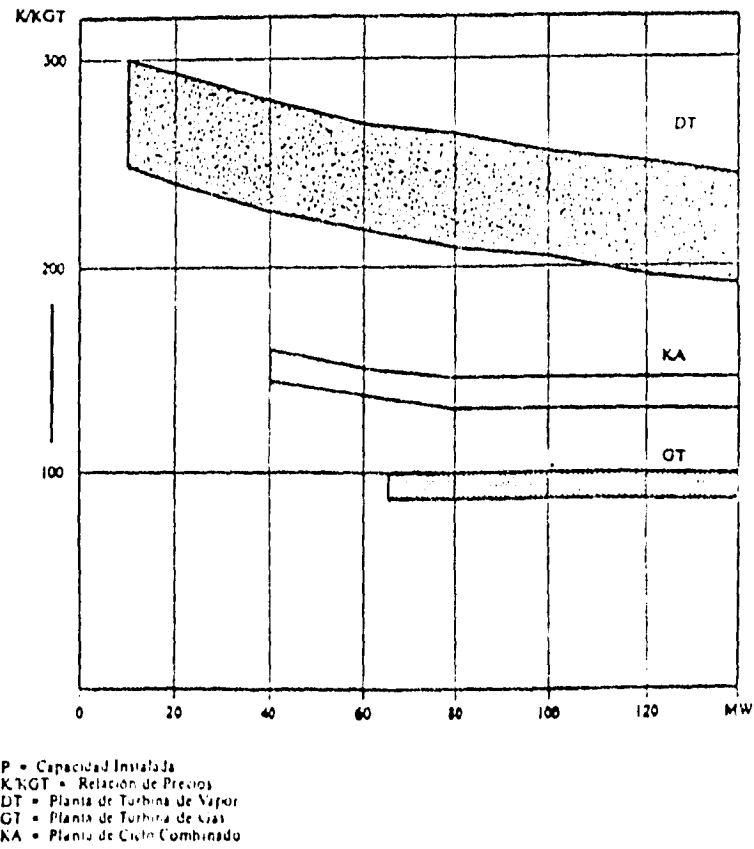


Figura 40

7) Ubicación geográfica.

Por razones técnicas, las plantas de generación deberán instalarse lo más cerca posible al consumidor de potencia. Este criterio de ubicación queda en primer lugar en consideración las condiciones geográficas del lugar, es decir, para la ubicación de las plantas de origen de energía eléctrica.

FALLA DE ORIGEN

LOS FACTORES AMBIENTALES MAS IMPORTANTES SON:

- Altura sobre el nivel del mar.
- Temperatura.
- Disponibilidad de agua.
- Tipo y costo del combustible disponible.

Un aumento de altura y temperatura reduce la capacidad de las turbinas de gas mientras que no tienen influencia directa en las plantas con turbinas de vapor. La disponibilidad de agua define el tipo de turbina o tipo de enfriamiento.

V.3 CUESTIONAMIENTOS QUE SE REALIZARON A LA EMPRESA "ABC" PARA DETERMINAR LA PLANTA DE COGENERACION

Questionamiento	Respuesta actual de "ABC"									
- Disponibilidad de agua.	La toma directamente de la red, sin control e insuficiente en ciertos periodos del año									
- Combustible mas facil de obtener.	Es el gas natural, por estar en una zona de alta demanda.									
- Cuanto requiere de vapor y energia.	Consumo de vapor de proceso a: <table><thead><tr><th>Presion</th><th>temperatura</th><th>Gasto</th></tr></thead><tbody><tr><td>1503 (KPa)</td><td>202° (C)</td><td>36,288 (kg/h)</td></tr><tr><td>800 (KPa)</td><td>149° (C)</td><td>54,432 (kg/h)</td></tr></tbody></table> Electricidad maxima requerida: 30 (MW) Consumo de energia electrica: constante	Presion	temperatura	Gasto	1503 (KPa)	202° (C)	36,288 (kg/h)	800 (KPa)	149° (C)	54,432 (kg/h)
Presion	temperatura	Gasto								
1503 (KPa)	202° (C)	36,288 (kg/h)								
800 (KPa)	149° (C)	54,432 (kg/h)								

FALLA DE ORIGEN

- | | |
|--|---|
| - Requiere que el vapor sea variable en la línea de producción | Se requieren variaciones rápidas en el consumo de vapor. |
| - Disponibilidad de vapor y electricidad | Requiere de una disponibilidad ininterrumpida de vapor de proceso y electricidad. |
| - Temperatura ambiental de la zona | 25°C |
| - Altura sobre el nivel del mar | Esta situada a una altura a nivel del mar. |
| - Destino de las aguas contaminadas. | Directamente a la planta de tratamiento o a la red de drenaje. |

CONCLUSIONES

Al comparar las respuestas de "ABC" y los factores mencionados anteriormente en la selección de plantas de cogeneración llegamos a lo siguiente:

- | Respuesta a los Factores | Solución a la respuesta |
|---------------------------------------|--|
| 1) Tipo de combustible
Gas natural | - Es el combustible ideal para turbinas de gas.
Tiene la ventaja de ser un combustible muy limpio |

FALLA DE ORIGEN

- No es muy caro porque se encuentra la empresa "ABC" en una zona de alta demanda.
 - Cuesta 10% más que el combustible.
- 2) Agua
- Se encuentra la empresa "ABC" en una zona de escasez.
 - La solución más económica sería un ciclo combinado por su bajo costo de inversión.
- 3) Relacion de proceso y consumo eléctrico.
- Para esta parte la solución es con turbina de extracción condensación porque permite variar y controlar en forma independiente tanto el vapor de proceso como la producción de electricidad.
- 4) Variación del consumo vapor
- Los procesos que requieren variaciones rápidas en el consumo de vapor, se recomienda el uso de turbinas de vapor de extracción/condensación en forma directa o integrada en un ciclo combinado.
- 5) Disponibilidad de vapor y electricidad
- Como se requiere de una disponibilidad ininterrumpida, se recomienda tener dos fuentes de generación de vapor: turbina de extracción/condensación en una planta de ciclo combinado y una caldera convencional de respaldo.

FALLA DE ORIGEN

- b) Costo de inversión
- Las plantas de turbina de gas son más económicas en cuanto al costo de instalación.
 - Las plantas convencionales con turbinas de vapor, pueden resultar hasta un 200% más caras (como se muestra en la figura 42), según su tamaño y características.

Queda a definir la solución con el menor costo de producción eléctrica.

Actualmente la empresa "ABC" compra toda la energía eléctrica de la C.F.E. y cubre sus necesidades de vapor por medio de dos calderas con una capacidad de 45,360 [Kg/h] a 1,503 [KPa] cada una y quemando gas natural. En caso de una falla en el suministro de gas, las calderas pueden quemar combustóleo.

De acuerdo a la conclusión de los factores, para la planta de cogeneración que satisfaga las necesidades de la empresa "ABC" son las alternativas:

- 1 - Turbina de vapor: de extracción/condensación
- 2 - Una turbina de gas con caldera de recuperación.
- 3 - Dos turbinas de gas con caldera de recuperación.
- 4 - Ciclo combinado con una turbina de vapor de extracción contra presión.

En la tabla No.3, se muestra la comparación de KW autogenerada para las diferentes alternativas; en relación al consumo de vapor, consumo de agua. Así como su eficiencia térmica

FALLA DE ORIGEN

Tabla No. 3

Opciones	Potencia electrica total (KW)	Vapor de proceso flujo (Kg/h)	Consumo de agua (m ³ /h)	Eficiencia termica total (%)
(1) Turbina de gas GT-8c, con recuperacion de calor sin combustion adicional	49,440	103,785	54	77.60
(2) Turbina sin gas GT-10, con recuperador de calor sin combustion adicional	46,800	94,197	49	73.78
(1) Turbina de gas GR-8c, con recuperador de calor sin combustion adicional, en ciclo combinado con turbina de vapor a extraccion contra presion	53,500	73,089	54	83.03
Planta de vapor convencional con turbina de vapor de extraccion condensacion	30,000	180,000	108	69.60

FUENTE: - Datos proporcionados por ABB Equipos y Sistemas S.A.
 - Asociación Mexicana de Tecnicos de las Industrias de la
 Celulosa y del Papel A.C.

FALLA DE ORIGEN

... de los costos de inversión y operación de las plantas de generación de energía eléctrica, y de los costos de transporte de la energía eléctrica desde las plantas de generación hasta los centros de consumo.

Tabla 4

Opciones	Potencia eléctrica (Kw)	Consumo de combustible (m ³ /día)	Precio de inversión llave en mano (dólares)	Costo de operación (cni dol por Kw/h)	Ahorro anual (dólares)	Utilidad por venta de excedentes (dólares)
1 (1) Turbinas de gas GT-4C, con recuperador de calor sin combustión adicional	49.440	TG: 336.321 00	\$42.500.000	\$3.02	\$4.628.000	\$1.752.000
2 (2) Turbinas de gas GT-16, con recuperador de calor sin combustión adicional	46.800	TG: 326.331 00	\$46.000.000	\$3.12	\$4.373.000	\$1.363.000
3 (1) Turbina de gas GT-4C, con recuperador de calor sin combustión adicional en ciclo combinado con turbina de vapor e extracción contra presión	53.500	TG: 336.321 00 CAL: 28.233 00 Total: 364.554 00	\$52.000.000	\$3.21	\$4.440.000	\$7.136.000
4 Planta de vapor convencional con turbina de vapor de extracción-condensación	30.000	CAL: 399.433 00	\$46.000.000	\$3.93	(\$2.804.000)	

Notas: 1) TG: Turbina de gas.
2) CAL: Consumo de gas en caldera.
3) Se considera como precio de C.E.F. a 478 cent. de dólar por Kw/h.

CONCLUSIONES:

Como se puede ver en las tablas No 3 y No 4, las alternativas con turbinas de gas y calderas con recuperación o las plantas de ciclo combinado, reducen la energía eléctrica que las beneficiados debidamente abajan de la tarifa actual de la C.E.F. a plantas que satisfacen los requerimientos de la empresa ROBEI en la demanda de energía eléctrica. La turbina de vapor e extracción-condensación, por su parte, con inversión de

FALLA DE ORIGEN

VI IMPACTO AMBIENTAL

VI.1 INTRODUCCION

La prevención y control de la contaminación deben ser antes que nada, un asunto de conciencia para todos nosotros y poder tener mas armonia con la naturaleza.

Tomemos en cuenta que el aire es la riqueza natural mas preciada del hombre, ya que unos cuantos minutos sin aire pueden acabar con su existencia.

Debemos racionalizar el uso del agua. Por que hay que tomar en cuenta que existe mas gente que consume mas agua; como es para la agricultura , la industria y el uso domestico.

Tenemos que combatir la contaminación a través de medidas eficientes que controlen los contaminantes en su lugar de origen. Y dejar de pensar que es el precio lamentable pero inevitable del desarrollo urbano e industrial.

En cuanto a la empresa "ABC" esta se va enfrentando, a condiciones cada vez más restringidas de operación, por el agotamiento o encarecimiento de las fuentes de abastecimiento de agua y el control de las emisiones a la atmosfera.

La empresa "ABC", tiene que hacer modificaciones o sustitución de procesos para adaptarse a las actuales exigencias ambientales y cubrir y cumplir con el Marco Juridico.

Marco Juridico "Ley General del Equilibrio Ecologico y la proteccion del Ambiente", que establece:

Es la relacion de obras publicas o actividades publicas o privadas, que pueden causar desequilibrios ecologicos o rebasar los limites y condiciones señaladas en los reglamentos y normas técnicas ecologicas emitidas por la federacion para proteger el ambiente. deberan sujetarse a la autorización previa del Gobierno

FALLA DE ORIGEN

Federal, por conducto de la secretaría o entidades federativas, conforme las competencias que señala esta ley; así como el cumplimiento de los requisitos que se les impongan, una vez evaluado el impacto ambiental que pudieran originar, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda a otorgar a las autoridades competentes''.

Lo anterior no se debe tomar como un requisito o trámite más ante el gobierno, sino como un ejercicio responsable.

VI.2 ABATIMIENTO DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA POR PARTE DE "ABC"

Acciones que debe llevar a cabo la empresa "ABC" para la reducción de las emisiones.

Para tener emisiones reducidas de cualquier tipo, existen algunas etapas claves que se deben complementar antes de invertir en grandes modificaciones o adiciones de equipo. Las etapas comprenden:

- Reducir o eliminar funcionamientos con sobrecarga.

Las calderas que trabajan más allá de sus condiciones de diseño ocasionan grandes aumentos en las emisiones, especialmente de NO y de CO.

- Sintonizar el equipo.

Es necesario que un técnico de servicio de la fábrica ajuste el equipo de combustión y sus controles. También podrá recomendar reparaciones que mejoraran el funcionamiento y reducirán las emisiones.

- Entrenar a los operadores.

Deben conocer como trabajar una caldera para obtener las emisiones minimas; sus supervisores deben reforzar este nuevo metodo de operacion. El tecnico de servicio de la fabrica puede ser el punto de partida para este entrenamiento.

- Proporcionar facultades a sus operadores.

De a sus operadores tanto la autoridad como la responsabilidad para sostener bajas emisiones. No los anime a pasar por alto esto para tener, digamos mayor produccion

- Instalar equipo de monitoreo continuo de emisiones.

No es tan barato, y necesita de personal entrenado de mantenimiento para funcionar de forma correcta. Esta inversion dara a sus operadores la retroalimentacion necesaria para que conozcan la calidad de su manejo en terminos de emisiones.

VI.2.1 METODO PARA EL CONTROL DE (NO₂)

A continuacion de la sintonizacion, el siguiente paso para controlar al NO₂ (dioxido de nitrogeno) en quemado de gas natural:

- 1) Es el cambio de quemadores de disenos antiguos por otros para NO₂ bajos. El diseno anterior de quemadores empleaba en forma tipica una llama corta e intensa para reducir el tamafio del hogar. En este tipo de llama se forma bastante NO₂. Un quemador para bajo NO₂ tiene introduccion por etapas del aire de combustion con objeto de tener quemado con etapas y una menor temperatura de llama. Si se hacen modificaciones empleando esta tecnologia, entonces el tamafio del hogar puede ser limitante.

Para lograr la menor cantidad de emisiones posibles con esta tecnología, se deberá disminuir la capacidad de la caldera, el motivo que el cambio del quemador sea importante es que un(os) quemador(es) nuevo(s) pueda(n) mejorar también la combustión reduciendo con ellos la formación de CO. Las calderas nuevas deben tener quemadores de bajo NO_x.

Se puede agregar recirculación de gases de combustión en la caldera para reducir a los NO_x.

- 2) La reducción catalítica selectiva tiene el mayor costo de capital, pero constituye el sistema más eficiente de los que se dispone comercialmente para eliminación de NO_x. Se inyecta amoníaco en la corriente de gases de combustión cuando el gas tiene de 280 a 340°C. Para mantener esta temperatura, se instala una derivación de gases que evita al economizador, antes del punto de inyección. La derivación mantiene la temperatura necesaria cuando las cargas son bajas. Después de inyectar el amoníaco, la mezcla de gas de combustión y amoníaco entra a una rejilla a matriz de catalizador en cerámica. El catalizador aumenta la reacción entre amoníaco y NO_x y la remoción es del 80%. El catalizador dura, típicamente tres años y se debe cambiar.

El costo del amoníaco hace que la reducción selectiva catalítica y no catalítica solo se pueden emplear después de instalar equipo para combustión con bajos NO_x.

VI.2.2 CONTROL DE MONOXIDO DE CARBONO EN EL QUEMADO DE GAS NATURAL

El monóxido de carbono es el resultado de la combustión incompleta. Esta, a su vez, es el resultado del equipo gastado, malos controles, o mal sintonizados, de combustión, sobrecarga y otros problemas semejantes. Los métodos para reducir los demás

contaminantes también le permitirá reducir las emisiones de CO. Es benéfica esta reducción también por que mejora la eficiencia de combustión y se ahorra combustible

VI.3 CONCLUSIONES

Las calderas de gas natural; y en algunas ocasiones cuando utilizan combustóleo, son la principal fuente de contaminación de aire de la empresa "ABC". Se pueden alcanzar grandes reducciones iniciales de contaminación con inversiones relativamente modestas. Los pasos para esas reducciones comprenden:

- Reducir o eliminar la operación con sobrecargas.
- Afinar, o sintonizar, el equipo de control.
- Entrenar a los fogoneros y operadores de las calderas.
- Instalar equipo de vigilancia continua de las emisiones.

En lugar de sintonizar el equipo actual, o como paso siguiente, se deben instalar quemadores modernos de baja producción de NOx. Para reducir la emisión de dióxido de azufre, se debe emplear combustible con bajo contenido de azufre.

El mayor obstáculo que deben superar los administradores es la comprensión de que se debe gastar dinero para reducir la contaminación y que esta reducción puede originar retorno negativo de la inversión. No solo debe invertirse capital para la instalación inicial, sino que el nuevo equipo con frecuencia aumenta los costos de operación. El retorno real sobre la inversión es la salud y calidad de vida de la nación.

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

MODERNIZACION:

Actualmente la empresa "ABC" se encuentra en una fase transitoria que empezo practicamente despues de las reformas iniciales, empujada por el aumento de produccion.

- En primer lugar, se instaló un segundo depurador de pasta.
- Se redujeron el número de tinas para evitar aglomeraciones en la pasta (se tenga buena dispersión).
- Se instaló un segundo depósito para reducir el tiempo de vaciado del hidrapulper que es de 13 [min].
- La caja de entrada tiene que ser revisada totalmente para recuperar una perfecta geometria, sino no podrán desaparecer las últimas anomalías de formación.

CONCLUSION Y PERSPECTIVAS

A través de esta intervención, se espera conseguir lo siguiente:

- Eliminación del 98% de las manchas en el papel
- Mejora de la formación del papel
- Estabilidad del gramaje (utilizar la máquina de papel a su máxima capacidad en el gramaje que va de 30 a 170 [gr/m²]).

Desde el punto de vista de los rendimientos, recordamos:

- Producción de 32.72 (Ton/día) - en lugar de 52 (Ton/día)

- Rendimiento de fibras:

Antes de la intervención	10.84 %
Con las modificaciones se tiene	3.8 %
Por lo tanto se mejoran en un	7.04 %

- Consumo de electricidad menor en la planta:

Antes de la intervención	25	(MW)
Ahorro con las modificaciones	4.76	(MW)
Consumo de la planta	20.24	(MW)

- Menor costo de producción por el ahorro de energía:

Horas de operación anual	8760	(Hrs)
Antes de la intervención	10,468,200	(Dolares)
Con las modificaciones	8,475,053	(Dolares)
Ahorro anual	1,993,147	(Dolares)

- Con respecto a la planta seleccionada:

Energía anual autogenerada	426,656	(MWH)
Demanda anual de energía eléctrica de la planta	262,800	(MWH)
Excedente de energía eléctrica	164,056	(MWH)
Precio de compra de la C.F.E.	0.04349	(Dolares)

FALLA DE ORIGEN

Como el excedente se vende a la C.F.E., se van a tener unos ingresos de 7.136.000 (Dolares) anuales, recuperando la inversión aproximadamente en unos 10 años.

A continuación se incluye el diagrama de flujo de la empresa "ABC" como conclusión de las modificaciones y propuestas establecidas para la competitividad de dicha organización, y la calidad del producto (figura 40)

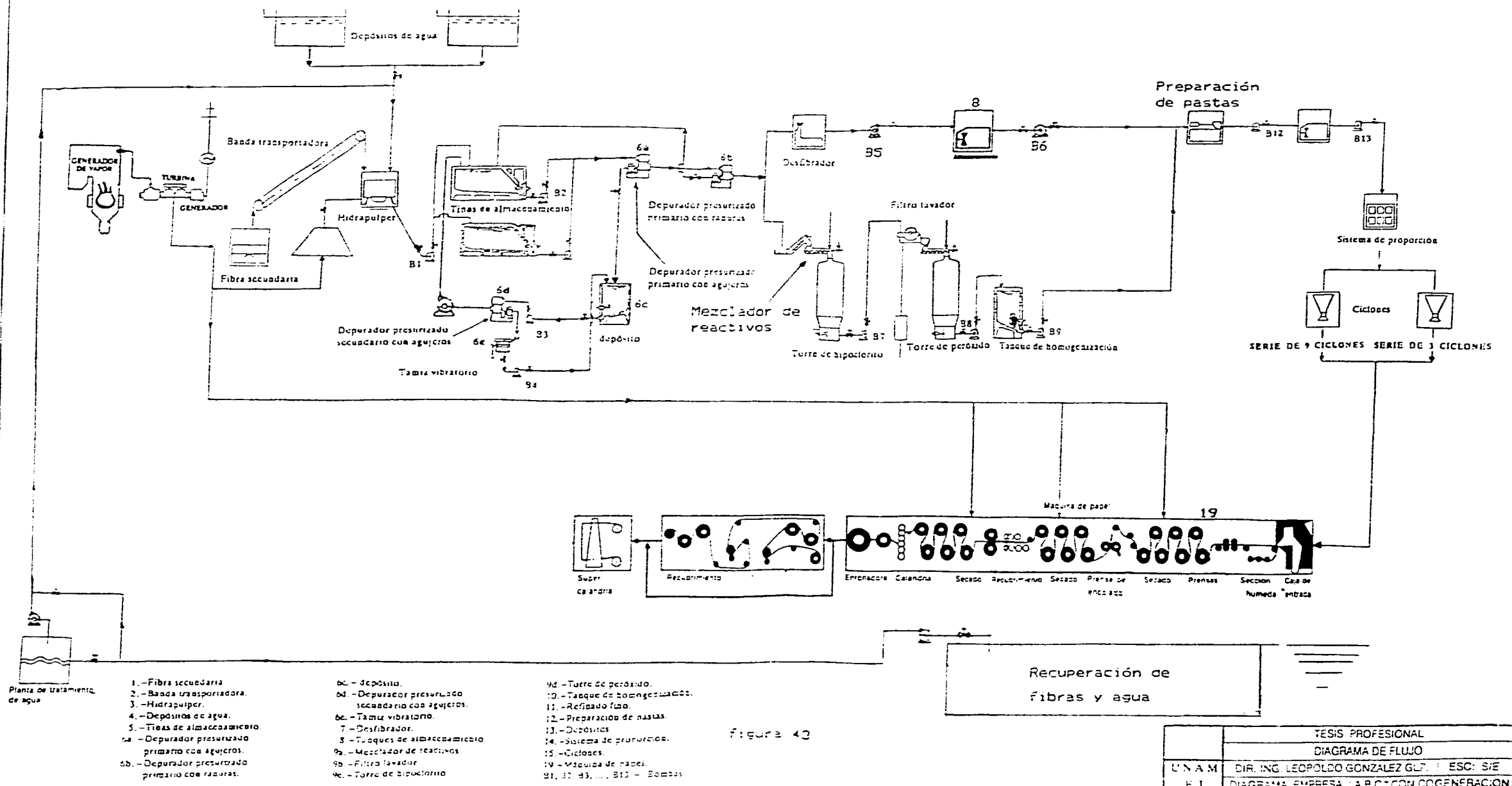
PERPECTIVAS

En la década de los noventa los retos son los siguientes:

- Ubicar la competitividad de la industria en los mercados nacionales e internacionales y definir los retos más relevantes a nivel internacional.
- Especificar la evolución más apropiada por parte de los industriales y del gobierno para alcanzar una reestructuración de la industria durante la próxima década; que le permita satisfacer la demanda del mercado nacional en forma competitiva y establecer las bases necesarias para competir favorablemente en los mercados internacionales.

FALLA DE ORIGEN

PROPUESTA EMPRESA "ABC" CON COGENERACION



- 1.- Fibra secundaria
- 2.- Banda transportadora
- 3.- Hidrapulper
- 4.- Depósitos de agua
- 5.- Tinas de almacenamiento
- 6a.- Depurador presurizado primario con agujeros
- 6b.- Depurador presurizado primario con rasuras
- 6c.- Depurador presurizado secundario con agujeros
- 6d.- Depósito
- 6e.- Tamiz vibratorio
- 7.- Desfibrador
- 8.- Tanques de almacenamiento
- 9a.- Mezclador de reactivos
- 9b.- Torre de peróxido
- 9c.- Tanque de homogeneización
- 9d.- Torre de bicolorito
- 9e.- Filtro lavador
- 10.- Tanque de homogeneización
- 11.- Refinado fino
- 12.- Preparación de pastas
- 13.- Depósitos
- 14.- Sistema de proporción
- 15.- Ciclones
- 16.- Sistema de proporción
- 17.- Ciclones
- 18.- Sistema de proporción
- 19.- Maquina de papel
- 20.- Supercalender
- 21.- Recubrimiento
- 22.- Errores
- 23.- Calandras
- 24.- Secado
- 25.- Recubrimiento
- 26.- Secado
- 27.- Prensa de acabado
- 28.- Prensa de acabado
- 29.- Secado
- 30.- Prensa de acabado
- 31.- Prensa de acabado
- 32.- Sección
- 33.- Caja de entrada
- 34.- Sección
- 35.- Caja de entrada
- 36.- Sección
- 37.- Caja de entrada
- 38.- Sección
- 39.- Caja de entrada
- 40.- Sección
- 41.- Caja de entrada
- 42.- Sección
- 43.- Caja de entrada
- 44.- Sección
- 45.- Caja de entrada
- 46.- Sección
- 47.- Caja de entrada
- 48.- Sección
- 49.- Caja de entrada
- 50.- Sección
- 51.- Caja de entrada
- 52.- Sección
- 53.- Caja de entrada
- 54.- Sección
- 55.- Caja de entrada
- 56.- Sección
- 57.- Caja de entrada
- 58.- Sección
- 59.- Caja de entrada
- 60.- Sección
- 61.- Caja de entrada
- 62.- Sección
- 63.- Caja de entrada
- 64.- Sección
- 65.- Caja de entrada
- 66.- Sección
- 67.- Caja de entrada
- 68.- Sección
- 69.- Caja de entrada
- 70.- Sección
- 71.- Caja de entrada
- 72.- Sección
- 73.- Caja de entrada
- 74.- Sección
- 75.- Caja de entrada
- 76.- Sección
- 77.- Caja de entrada
- 78.- Sección
- 79.- Caja de entrada
- 80.- Sección
- 81.- Caja de entrada
- 82.- Sección
- 83.- Caja de entrada
- 84.- Sección
- 85.- Caja de entrada
- 86.- Sección
- 87.- Caja de entrada
- 88.- Sección
- 89.- Caja de entrada
- 90.- Sección
- 91.- Caja de entrada
- 92.- Sección
- 93.- Caja de entrada
- 94.- Sección
- 95.- Caja de entrada
- 96.- Sección
- 97.- Caja de entrada
- 98.- Sección
- 99.- Caja de entrada
- 100.- Sección
- 101.- Caja de entrada
- 102.- Sección
- 103.- Caja de entrada
- 104.- Sección
- 105.- Caja de entrada
- 106.- Sección
- 107.- Caja de entrada
- 108.- Sección
- 109.- Caja de entrada
- 110.- Sección
- 111.- Caja de entrada
- 112.- Sección
- 113.- Caja de entrada
- 114.- Sección
- 115.- Caja de entrada
- 116.- Sección
- 117.- Caja de entrada
- 118.- Sección
- 119.- Caja de entrada
- 120.- Sección
- 121.- Caja de entrada
- 122.- Sección
- 123.- Caja de entrada
- 124.- Sección
- 125.- Caja de entrada
- 126.- Sección
- 127.- Caja de entrada
- 128.- Sección
- 129.- Caja de entrada
- 130.- Sección
- 131.- Caja de entrada
- 132.- Sección
- 133.- Caja de entrada
- 134.- Sección
- 135.- Caja de entrada
- 136.- Sección
- 137.- Caja de entrada
- 138.- Sección
- 139.- Caja de entrada
- 140.- Sección
- 141.- Caja de entrada
- 142.- Sección
- 143.- Caja de entrada
- 144.- Sección
- 145.- Caja de entrada
- 146.- Sección
- 147.- Caja de entrada
- 148.- Sección
- 149.- Caja de entrada
- 150.- Sección
- 151.- Caja de entrada
- 152.- Sección
- 153.- Caja de entrada
- 154.- Sección
- 155.- Caja de entrada
- 156.- Sección
- 157.- Caja de entrada
- 158.- Sección
- 159.- Caja de entrada
- 160.- Sección
- 161.- Caja de entrada
- 162.- Sección
- 163.- Caja de entrada
- 164.- Sección
- 165.- Caja de entrada
- 166.- Sección
- 167.- Caja de entrada
- 168.- Sección
- 169.- Caja de entrada
- 170.- Sección
- 171.- Caja de entrada
- 172.- Sección
- 173.- Caja de entrada
- 174.- Sección
- 175.- Caja de entrada
- 176.- Sección
- 177.- Caja de entrada
- 178.- Sección
- 179.- Caja de entrada
- 180.- Sección
- 181.- Caja de entrada
- 182.- Sección
- 183.- Caja de entrada
- 184.- Sección
- 185.- Caja de entrada
- 186.- Sección
- 187.- Caja de entrada
- 188.- Sección
- 189.- Caja de entrada
- 190.- Sección
- 191.- Caja de entrada
- 192.- Sección
- 193.- Caja de entrada
- 194.- Sección
- 195.- Caja de entrada
- 196.- Sección
- 197.- Caja de entrada
- 198.- Sección
- 199.- Caja de entrada
- 200.- Sección

Figura 43

TESIS PROFESIONAL	
DIAGRAMA DE FLUJO	
U N A M	DIR. ING. LEOPOLDO GONZALEZ GLF. ESC: S/E
F I	DIAGRAMA EMPRESA "ABC" CON COGENERACION

Los avances tecnológicos dentro de la industria del papel en México son muy escasos debido a que no existe el suficiente apoyo por parte de las industrias papeleras, universidades y gobierno. Es necesario que estos sectores apoyen de una manera seria el avance tecnológico para disminuir la compra de tecnología extranjera y poder llegar a ser independientes.

- Con respecto al impacto ambiental, aparte de que se quiere disminuir los gases contaminantes arrojados a la atmósfera y de cumplir con el requisito que dicta la SEDESOL, es necesario considerar que el equipo instalado tenga un periodo de vida útil más largo.

Recordemos que los resultados que se obtengan serán sobre todo gracias a los esfuerzos del personal de la empresa "ABC" y al dinamismo de su dirección técnica.

FALLA DE ORIGEN

APENDICE A

Sistema de Cogeneración.

Es la generación de energía térmica y eléctrica a partir de una fuente primaria de energía (combustóleo, gas natural, carbón, etc.).

En la figura (44) se muestra un ejemplo representativo del sistema convencional de la producción de energía que requiere la fábrica "ABC". Se tiene por una parte, una planta generadora de energía eléctrica, ubicada en un lugar apartado de la fábrica y por otra un generador de vapor dentro de la fábrica, el cual proporciona la energía térmica.

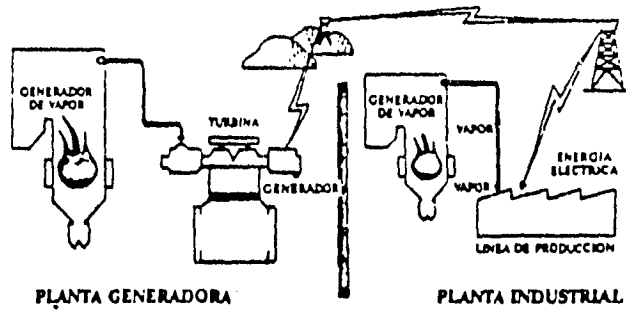
En las plantas generadoras de energía eléctrica, que utilizan combustibles fósiles como fuente primaria y que funcionan bajo un programa de mantenimiento adecuado, la eficiencia de generación se encuentra entre el 33% y el 37%, en tanto que en la producción de vapor en una caldera oscila alrededor del 80% y en un recuperador de calor sin post-combustión se encuentra alrededor del 90% .

En la misma figura (44) se muestra un esquema de cogeneración el cual consiste en una pequeña planta termoeléctrica ubicada dentro de la fábrica. A diferencia del sistema convencional, podemos ver que el vapor utilizado en el proceso es el que sale de la turbina que a su vez genera la energía eléctrica a través del generador acoplado a su flecha. De esta manera, la energía que en el primer caso se desecha vía el condensador a la atmósfera, en el segundo es aprovechada en el proceso de la fábrica. De esta manera se logran eficiencias que pueden andar entre 42% y el 80%. Esta depende de la relación entre la energía térmica y la energía eléctrica requeridas en la fábrica.

El valor de 42% de eficiencias en plantas de cogeneración mencionado anteriormente, es el valor mínimo que debe tener una planta de cogeneración de acuerdo con a la ley Purpa de los E.U.A. esta cifra obedece a razones de conserva-consideración ya que no tendrá que pagar por ella a la compañía suministradora (CFE) e incluso le podría vender excedentes a la red. Estos ingresos se ven reducidos en algo por el aumento en el consumo de combustible.

La cogeneración de energía eléctrica y térmica pueden reducir los costos de energía en más del 50%

SISTEMA CONVENCIONAL

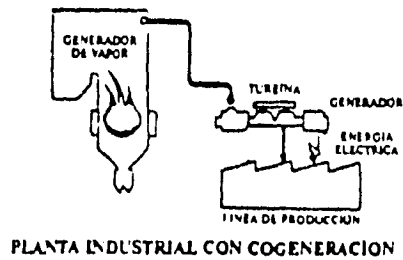


Parte de la energía del vapor es utilizada para generar energía eléctrica y el resto es desechada en el condensador.

La energía térmica es generada en forma independiente mientras que la energía eléctrica se compra.



SISTEMA DE COGENERACION



La energía eléctrica y térmica son producidas en planta conduciendo a ahorros mayores al 50%.

figura 44

APENDICE B

REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA EN
MATERIA DE AUTOABASTECIMIENTO

ARTICULO.	DESCRIPCION
1	Tiene por objeto reglamentar la ley del servicio publico en lo referente al autoabastecimiento de energia electrica.
2	Conceptos. Ley. Secretaria. Comision
3	La aplicacion del presente reglamento, el otorgamiento de los permisos de autoabastecimiento, asi como la inspeccion y vigilancia de la instalacion corresponde a la Secretaria.
4	La Secretaria de energia minas e industria paraestatal, otorgara permiso de autoabastecimiento de energia electrica.
5	Se concede el permiso para el funcionamiento de plantas exclusivamente al uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio publico de energia electrica.
6	Que se utilicen los energeticos secundarios en su mayor aprovechamiento para la generacion de electricidad.

FALTA DE ORIGEN

7. Podrán solicitar el correspondiente permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica personas físicas y morales que tengan el carácter de copropietarios de la planta de autoabastecimiento y nombre a un representante común responsable ante la Secretaría.
8. A fin de satisfacer sus necesidades podrán constituir una sociedad para generar energía eléctrica.
9. En las solicitudes, los solicitantes deberán presentar sus programas de autoabastecimiento de energéticos primarios, cuya evaluación por parte de la Secretaría formara parte de los estudios para otorgar los permisos de autoabastecimiento.
10. Se podrán autorizar solicitudes de autoabastecimiento aun cuando las capacidades de generación exceda los consumos del usuario.
11. La electricidad que resulte en exceso de la demanda, será objeto de convenios que se celebre con la comisión.
14. En caso de fallecimiento del titular, el permiso continuara vigente; Si es una persona moral, sera, causa de terminación del permiso.

ACUERDO POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS NORMAS TECNICAS RELATIVAS A LAS OBRAS E INSTALACIONES QUE SIRVAN PARA EL AUTOABASTECIMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA, PARA LA SATISFACCION DE NECESIDADES PROPIAS

NORMA

DESCRIPCION

- 1 Las presentes normas seran obligatorias para las solicitudes de autoabastecimiento de energia eléctrica.
- 2 Se refiere a los conceptos, Secretaria, Ley, Solicitante.
- 3 La persona interesada debera presentar la solicitud de autoabastecimiento ante la secretaria para su consideración y aprobación.
- 4 El solicitante debera presentar a la Secretaria un estudio tecnico-economico justificativo de sus necesidades de produccion de energia eléctrica.

CARACTERISTICAS DE DISEÑO DE LA INSTALACION ELECTRICA

- 5 El solicitante proporcionara los datos técnicos y las características de diseño de su instalación (con base en la lista del apendice Norma 5).
- 6 El autoabastecedor operara y conservara por su cuenta la central generadora de electricidad. En casos especiales con previo acuerdo, la comison operará y dara mantenimiento a las instalaciones.
- 7 Queda bajo la responsabilidad del autoabastecedor el grado de confiabilidad del equipo y componentes de la central generadora, y las normas de protección ambiental.

- 8 El tipo de tecnología para la generación eléctrica será optativa siempre que satisfaga los requisitos establecidos en la ley.
- 9 Participación en los proyectos de coenergación con la comisión.

DE LA PLANIFICACION Y EL DISEÑO

- 10 El autoabastecedor y la comisión se coordinará oportunamente para instalar el equipo de medición.
- 11 Para las lecturas se instalará el equipo de medición similar al de la comisión.
- 12 La interconexión de las unidades generadoras, se sujetará a las especificaciones y normalización interna vigente de la comisión.
- 13 El mantenimiento del equipo de comunicaciones estará a cargo del autoabastecedor.
- 14 Las instalaciones para la recepción, almacenamiento y manejo de combustibles fósiles, deberá cumplir las normas vigentes.
- 15 La central deberá contar con equipo de reservas suficientes para garantizar la operación continua y confiable.
- 16 El autoabastecedor cumplirá con las especificaciones de normalización interna de la comisión, relativas al diseño, instalación y operación de los sistemas e instrumentos de control y protección.
- 17 En el caso del artículo 8º, la Secretaría revisará las necesidades de transmisión y distribución de los socios propuestos por el solicitante.

FALLA DE ORIGEN

DE LA COMISION

- 10 El autoabastecedor, deberá cumplir con las normas técnicas contenidas en el reglamento interno para la operación del sistema eléctrico.
- 19 El autoabastecedor propietario de la central generadora deberá solicitar, el respaldo del suministro a la comisión.
- 20 De existir excedentes en la producción de energía eléctrica del autoabastecedor, este y la comisión celebraran en su caso un convenio en los términos previstos por la ley, en el cual se pactara la retribución que corresponda por la energía eléctrica que se entregue a la comisión.
- 21 El autoabastecedor no incurrirá en responsabilidad en el caso de que por cualquier contingencia se vea impedido de aportar generación eléctrica a la comisión.
- 22 El autoabastecedor y la comisión no incurrirá en responsabilidad por daños de pérdidas derivadas de interrupciones al servicio o disturbios parciales o totales.
- 23 Para efectos de la interconexión, la comisión efectuará conjuntamente con el personal de operación del autoabastecedor, las pruebas de las instalaciones y equipos de potencia, protección, medición y de comunicaciones.
- 24 Se verificará periódicamente, de manera coordinada las protecciones eléctricas para garantizar su correcto funcionamiento.
- 25 En caso de pérdida o restricción del enlace eléctrico entre la comisión y las instalaciones del autoabastecedor, cada parte tomara las mediciones necesarias para reanudar las operaciones a la mayor brevedad.
- 26 El autoabastecedor deberá enviar un informe a la comisión respecto a la generación de electricidad.

FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA

C. EARLY LIBBY. CIENCIA Y TECNOLOGIA SOBRE PULPA Y PAPEL. TOMO I. C.E.C.S.A., SEGUNDA IMPRESION, 1969. PP 17 - 25.

C. EARLY LIBBY. CIENCIA Y TECNOLOGIA SOBRE PULPA Y PAPEL, TOMO II, C.E.C.S.A., SEGUNDA IMPRESION, 1969. PP 15 - 59.

KENNET WARK, TERMODINAMICA, CUARTA EDICION (PEIMERA EDICION EN ESPAÑOL), Mc. Graw-Hill, 1987, CICLOS GENERADORES DE POTENCIA CON VAPOR, PP 677 - 704.

MARIO GUEVARA RODRIGUEZ, TESIS: ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE UNA PLANTA DE CELULOSA BLANQUEADA A PARTIR DE PAPELES DE DESPERDICIO, UNAM FAC. QUIMICA, 1982

JOSE LUIS PAZ TENDRIO, TESIS: OBTENCION DE CELULOSA BLANCA A PARTIR DE PAPEL CARTON KRAFT, UNAM FAC. QUIMICA, 1983

REVISTA ATCF, VOLUMEN XXI No. 4, 1981. JULIO - AGOSTO

REVISTA ATCF, VOLUMEN XXX No. 6, 1990. NOVIEMBRE - DICIEMBRE

ATCF: ASOCIACION MEXICANA DE TECNICOS DE LAS INDUSTRIAS DE LA CELULOSA Y DEL PAPEL A.C.

FALLA DE ORIGEN

REVISTA ATCP, VOLUMEN XXXII No. 6, 1992, NOVIEMBRE - DICIEMBRE
REVISTA ATCP, VOLUMEN XXXIII No. 4, 1993, JULIO - AGOSTO
REVISTA ATCP, VOLUMEN XXXIII No. 5, 1993, SEPTIEMBRE - OCTUBRE
REVISTA ATCP, VOLUMEN XXXIV No. 1, 1994, ENERO - FEBRERO
REVISTA ATCP, VOLUMEN XXXIV No. 2, 1994, MARZO - ABRIL
REVISTA ATCP, VOLUMEN XXXIV No. 3, 1994, MAYO - JUNIO

FALLA DE ORIGEN