

1984



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**Metodología para el Análisis de Productividad  
bajo Enfoques Modernos aplicados a una  
Industria de Transformación**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :**

**RUBEN VAZQUEZ ROSAS**

**DIR. ING. ADOLFO VELASCO REYES**

México, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## I N D I C E

	<u>PAG.</u>
CAPITULO 1: INTRODUCCION A LA PROBLEMATICA DE LA PRODUCCION DE PAPEL .....	1
1.1 JUSTIFICACION DEL TEMA .....	1
1.2 HISTORIA ANTIGUA DEL PAPEL .....	4
1.3 FABRICACION DE PAPEL .....	11
1.3.1 MATERIA PRIMA .....	11
1.3.2 PROCESO DE FABRICACION DE PAPEL .....	13
1.4 MERCADO .....	24
1.4.1 DEMANDA DE MERCADO .....	24
1.5 CONTROL DE CALIDAD .....	40
1.5.1 CONCEPTOS DE CALIDAD .....	40
1.5.2 OBJETIVO DE CONTROL DE CALIDAD.. ..	41
1.5.3 PRUEBAS EFECTUADAS AL PAPEL ....	43
1.5.4 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD ....	46
1.5.5 INSPECCIONES .....	47
CAPITULO 2: ANALISIS SISTEMICO .....	48
2.1 PROBLEMA DE AUTOCONTROL .....	51
2.2 PROBLEMA DE HUMANIZACION .....	71
2.3 PROBLEMA DE AMBIENTALIZACION .....	75

	<u>PAG.</u>
CAPITULO 3: ORGANIZACION DE LA PRODUCCION Y SU RELACION CON OTROS DEPARTAMENTOS .....	83
3.1 FUNCIONES DE UNA EMPRESA INDUSTRIAL ..	84
3.2 FUNCIONES DE UN PROCESO DE PRODUCCION.	89
CAPITULO 4: DIAGRAMAS CAUSA - EFECTO (ISHIKAWA) .....	91
4.1 USOS .....	92
4.2 CONSTRUCCION .....	93
4.3 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO EN LA FABRICA -- CION DE PAPEL .....	95
CAPITULO 5: METODOLOGIA PARA EL USO DE LOS INDICES DE - PRODUCTIVIDAD .....	
5.1 NUMEROS INDICE .....	97
5.2 INDICE DE PAPEL RECHAZADO .....	99
5.3 INDICE DE PRODUCCION .....	111
5.4 INDICE DE DEMORAS POR MANTENIMIENTO ..	120
CAPITULO 6: CONCLUSIONES .....	128
BIBLIOGRAFIA .....	134

# 1

## INTRODUCCION A LA PROBLEMATICA DE LA PRODUCCION DE PAPEL

### 1.1. JUSTIFICACION DEL TEMA

En los negocios modernos, la dinámica de los mercados requiere del análisis sistémico para identificar y solucionar problemas. En esencia, solucionar adecuadamente los problemas de una empresa constituye un reto. Un medio para hacer frente a este reto es utilizar el enfoque de sistemas para analizar el problema en relación al sistema al que pertenece y lograr una adecuada toma de decisiones.

Dentro de este marco, el propósito perseguido por el presente trabajo es el de desarrollar una metodología que permita analizar la productividad en un sistema productivo.

Para tal efecto se ha seleccionado a una fábrica de papel, por ser una industria de transformación y que cumple con las consideraciones básicas acerca del significado de un sistema como son:

1. Los objetivos del sistema considerado como un todo y - más específicamente las medidas de actuación del sistema completo.
2. El medio ambiente del sistema: Las restricciones fi -  
jas.
3. Los recursos del sistema.
4. Los componentes del sistema, sus actividades, metas y medidas de actuación.
5. La administración del sistema.

En la primera parte de este trabajo se da un panorama general de la industria papelera, así como la problemática de la producción de papel.

En la segunda parte se hace un análisis sistémico de - como debe estar estructurada la empresa con objeto de -- aumentar la productividad. Se hace uso de los números ín dice para determinar los índices de productividad, tam -- bién de los diagramas causa-efecto (Hishikawa) en el aná lisis de productividad.

En consecuencia este trabajo tiene como objetivo el po der aumentar la productividad en una empresa apoyándose -

en el enfoque de sistemas.

## 1.2. HISTORIA ANTIGUA DEL PAPEL

Antes de que el papel se inventara, el hombre esculpía sus anotaciones en piedra, las inscribía en lápidas de arcilla o las escribía en papiro o pergamino. El papiro fue precursor del papel y se hacía en Egipto desde épocas tan remotas como el año 2400 A.C. Se preparaba descortezando las fibras gruesas de la planta de papiro, dejándolas entrecruzadas sobre una superficie dura y lisa, y comprimiéndolas hasta formar una hoja. La superficie se alisaba frotándola con marfil o con piedra. Todavía existen muchos manuscritos en papiro. El pergamino se hacía de la piel de los animales y actualmente todavía encuentra algunos usos para diplomas y ciertos documentos públicos.

El descubrimiento del arte de fabricar papel pertenece a los chinos. No se conoce la fecha exacta de este descubrimiento, pero la mayoría de los historiadores la refieren aproximadamente al año 105 de la Era Cristiana, puesto que fue en dicho año cuando Ts'ai Lun, a quien usualmente se le acredita, informó de este evento al Emperador. Parece que los primeros papeles se hicieron a partir de la corteza interior de la morera\*, en mayor escala a partir del bambú. La descripción del método de

---

\* **Morera o Moral.**.- Es el árbol que produce las moras.

fabricación, que ha llegado hasta nuestros días a través de los manuscritos chinos, es por demás interesante porque es básicamente el mismo que se emplea actualmente en la elaboración de los papeles hechos a mano, por lo que respecta a las operaciones del formado de la hoja. Los tallos de bambú se cortaban cerca del suelo, se escogían lotes de acuerdo con su edad, y luego se recogían en pequeños atados. Mientras más joven era la planta de bambú, mejor resultaba la calidad del papel que de ella se obtenía. Los atados se arrojaban dentro de un recipiente con cieno y agua, y se enterraban en el fango durante unas dos semanas; ésto se hacía con objeto de ablandarlo. Posteriormente se sacaban, se cortaban en trozos de un largo apropiado, y se colocaban dentro de unos morteros con un poco de agua para machacarlos con grandes piezas de madera hasta convertirlos en pulpa. Esta masa semifluida, después de que se le sacaban las partes más gruesas, se pasaba a una gran cuba con agua, a la cual se le seguía agregando material, hasta que toda la masa adquiría la consistencia suficiente para formar el papel. Entonces, se extraía una hoja con un molde o marco de dimensiones adecuadas, el cual se construía con pequeñas tiras del bambú, alisadas y redondeadas como alambres, ésto permitía que el agua drenara dejando una hoja de fibras entrelazadas. A cada lado de la cuba se colocaba un horno con un remate inclinado de arcilla. Se ponía -

una hoja sobre el horno, quitando el borde del molde -- (bastidor) y dejando el papel en forma plana sobre el - horno, al cual se adhería. Luego se quitaba la hoja -- que se había puesto previamente sobre el otro horno y - el proceso se repetía. Pasando sobre las hojas, después de su proceso inicial de manufactura, una ligera capa - de solución de cola de pescado o de alumbre, se obtenía un papel más liso. Los papeles finos de escritura se - pulían frontándolos con piedras lisas.

Los chinos establecieron una fábrica de papel en -- Samarkanda en algún tiempo del siglo sexto. El Asia -- Central, aún desde aquellas remotas épocas, estaba aso- lada por las guerras, y los árabes capturaron la ciudad de Samarkanda en 704, y aprendieron el arte de hacer pa pel. Bajo la protección de los árabes, la industria -- floreció y Samarkanda fue reconocida por muchos años, - como el lugar de origen de la elaboración del papel. En el año 795 D.C., los árabes introdujeron este arte en - su propio país llevando obreros chinos a Bagdad y esta- bleciendo una fábrica. Dicha fábrica operaba como un - monopolio del estado y su secreto se guardó celosamente durante 500 años. Los árabes introdujeron ciertas mejo ras en dicho arte, la más importante de las cuales fue la sustitución de trapos de lino por fibras de madera. Es probable que este arte fuera introducido en Europa a través de los cruzados, quienes visitaron Palestina y

Siria durante el siglo XII y encontraron en estos países orientales, muchas artes y refinamientos por ellos ignorados.

Los moros en España manufacturaron el primer papel hecho en Europa. Ya en el año 1085 tenían una fábrica en Toledo y posteriormente otra más famosa en Valencia. Una importante mejora atribuida a los españoles fue el uso de molinos de agua para accionar elementos triturados, en lugar de la energía manual usada previamente. Hacia esta época, el alambre había reemplazado a los carrizos de los chinos, para los moldes.

Por los años de 1800, todo el papel que se elaboraba era hecho a mano; es decir, el depósito del material fibroso a partir de su estado acuoso, se llevaba a cabo sobre un molde de alambre o colador manipulado por el operario. Se requería cierta habilidad para la operación, puesto que el marco o molde podía ser agitado en todas direcciones, el resultado, si el proceso se efectuaba con destreza, era un papel en el cual las fibras unidas se entrecruzaban en todos los ángulos. Es a esta circunstancia a la que el papel hecho a mano, debe muchas de sus propiedades superiores, porque en el papel fabricado a máquina, el movimiento obliga a las fibras a orientarse en una dirección. Sin embargo, el papel hecho a mano no puede elaborarse más que en hojas de tamaño es -

trictamente limitado. Rollos de papel de unos 6 a 8 km. de largo, tales como los que se emplean para los periódicos de hoy en día, eran inconcebibles para el antiguo fabricante de papel. Basados en los desarrollos de las máquinas impresoras, hacia fines del siglo XVIII se hicieron esfuerzos para superar las limitaciones de tamaño impuestas por el uso de un molde manual y para proyectar una máquina que produjera el papel en hojas o rollos de longitud prácticamente ilimitado.

El primero de estos intentos se hizo en Francia. En 1798, Louis Robert, un ayudante de impresor, inventó una máquina que haría el papel en longitudes de 12 a 15 metros. Estando en dificultades financieras, Robert vendió su patente a St. Leger Didot, dueño de una fábrica francesa. Didot, buscando la capitalización de la patente en Inglaterra, entró en contacto con Henry y Sealy Fourdrinier, dos prósperos comerciantes en papel de Londres, quienes vieron con simpatía la idea de la máquina de papel. Ellos emplearon a un hábil y competente ingeniero, Bryan Donkin, y, después de mucho experimentar y gastar dinero, lanzaron e instalaron en 1804, una máquina de papel verdaderamente práctica. Los hermanos Fourdrinier, quienes sufragaron el costo de las experimentaciones y gastaron toda su fortuna particular en la aventura, cayeron en bancarrota y murieron en la pobreza.

El invento de la máquina Fourdrinier fue, sin duda, el mayor acontecimiento individual en la historia de la fabricación del papel. Sin él, no hubiera habido oportunidad para el desarrollo de la maquinaria y de la técnica distintivas de los siglos XIX y XX. En 1809, la máquina de cilindros fue originalmente perfeccionada en Inglaterra por John Dickinson.

La historia del papel en México nos hace referencia que los antiguos indígenas hacían papel, y lo más curioso era que, también se hacía de la madera. Del papel indígena, como se conocía, el cronista de la Conquista de la Nueva España, Bernal Díaz del Castillo informa: - "Existían unos librillos hechos de un papel de corteza de árbol llamado "amatl".

El historiador Fray Diego de Landa habla en sus relatos de un papel que se hacía de raíces de árbol y que le daba un lustre blanco y se podía escribir sobre él.

De las crónicas que nos refiere el Dr. Francisco Hernández, cuando estuvo en Tepoztlán, Morelos, se habla de un papel que hacían los indígenas también a partir de la madera. Primero cortaban las ramas, las dejaban reposar en ríos o arroyos durante una noche, y al día siguiente los descortezaban sobre una piedra lisa para hacer que quedará flexible y extendido. Después de és-

to cortaban en trozos más pequeños y, siguiendo el proceso de golpéo, formaban hojas sobre las cuales escribían la historia de sus héroes y dioses; también hacían adornos en sus festividades religiosas y vestimentas para sus ídolos.

### 1.3. FABRICACION DE PAPEL

#### 1.3.1. Materia Prima:

Desde la invención del papel en China por Ts'ai Lun, en el año 105 de nuestra era, muchas fibras se han usado como materia prima para la obtención de papel. Entre éstas se han incluido las fibras de la morera, los tallos del bambú y otras gramíneas, varias fibras de hojas, el pelo de la semilla de algodón, el bagazo de caña, y las fibras leñosas de los árboles.

Hace poco más de un siglo que la industria papelera comenzó a usar la madera como materia prima.

El proceso mediante el cual la madera se convierte en celulosa, se puede resumir en las siguientes etapas:

1. Los troncos de madera se descortezan en los descortezadores y se convierten en astillas, esto se hace en astilladores de varias cuchillas.
2. Estas astillas se llevan, por medio de transportadores, desde los silos de almacenamiento hasta los digestores, a los cuales se alimenta la cantidad máxima de ellas, por la parte superior del digestor. Al mismo tiempo se agrega el licor de cocción.

La relación de astillas y licor se controla cuidadosamente, así como la concentración del licor, el contenido de humedad, y otras variables.

3. Las astillas de madera se cuecen, durante el tiempo prescrito, bajo las condiciones apropiadas de presión y temperatura. El tiempo usual de cocción es de unas 2 a 4 horas a una presión aproximada de 7.0 a 7.7 kgs/cm<sup>2</sup>. Al cocerse la madera, destilan el aguarrás y otros constituyentes volátiles, los cuales se condensan para venderse como subproductos.
4. Al final de la cocción, la pulpa y el licor se "soplan" dentro del tanque de descarga. El vapor a presión en el digestor es el propulsor de esta descarga, y hace que el digestor quede limpio, listo para otra cocción. El vapor de la descarga se utiliza en calentar agua para uso de la fábrica.
5. En el tanque de descarga quedan la pulpa y el licor negro que contienen los reactivos de cocción gastados, así como la lignina y otros sólidos extraídos de la madera. La pulpa y el licor negro se diluyen con licor negro diluido y se bombean, pasando por los separadores de nudos, a los lavadores de pulpa sucia, en donde el licor, que contiene el residuo soluble de la cocción, se separa de la pulpa por la

vado.

6. La pulpa lavada se depura y se envía a la fábrica de papel. En la fig. 1.1. se ilustra un diagrama de flujo para la obtención de celulosa, desde la materia prima hasta el producto terminado.

### 1.3.2. Proceso de Fabricación de Papel:

#### A) Preparación de Pasta.

La preparación de la pasta se puede definir como la parte del proceso de fabricación de papel en la cual la celulosa o pulpa se trata mecánicamente mediante el uso de aditivos y así queda lista para formar una hoja en la máquina de papel.

La pulpa seca junto con la cantidad requerida de agua para obtener la consistencia de pasta deseada, se carga a un pulpeador. En el pulpeador se logra un grado aceptable de separación de fibras, de este modo la fibra se pone en suspensión y puede ser convenientemente transportada por bombeo. La carga se pasa, por medio de una bomba, a uno de dos tanques ciclizadores. Cuando éste se llena, se arranca una bomba y la pasta es extraída del tanque, enviada a los refinadores. En la refinación, las fibras se -

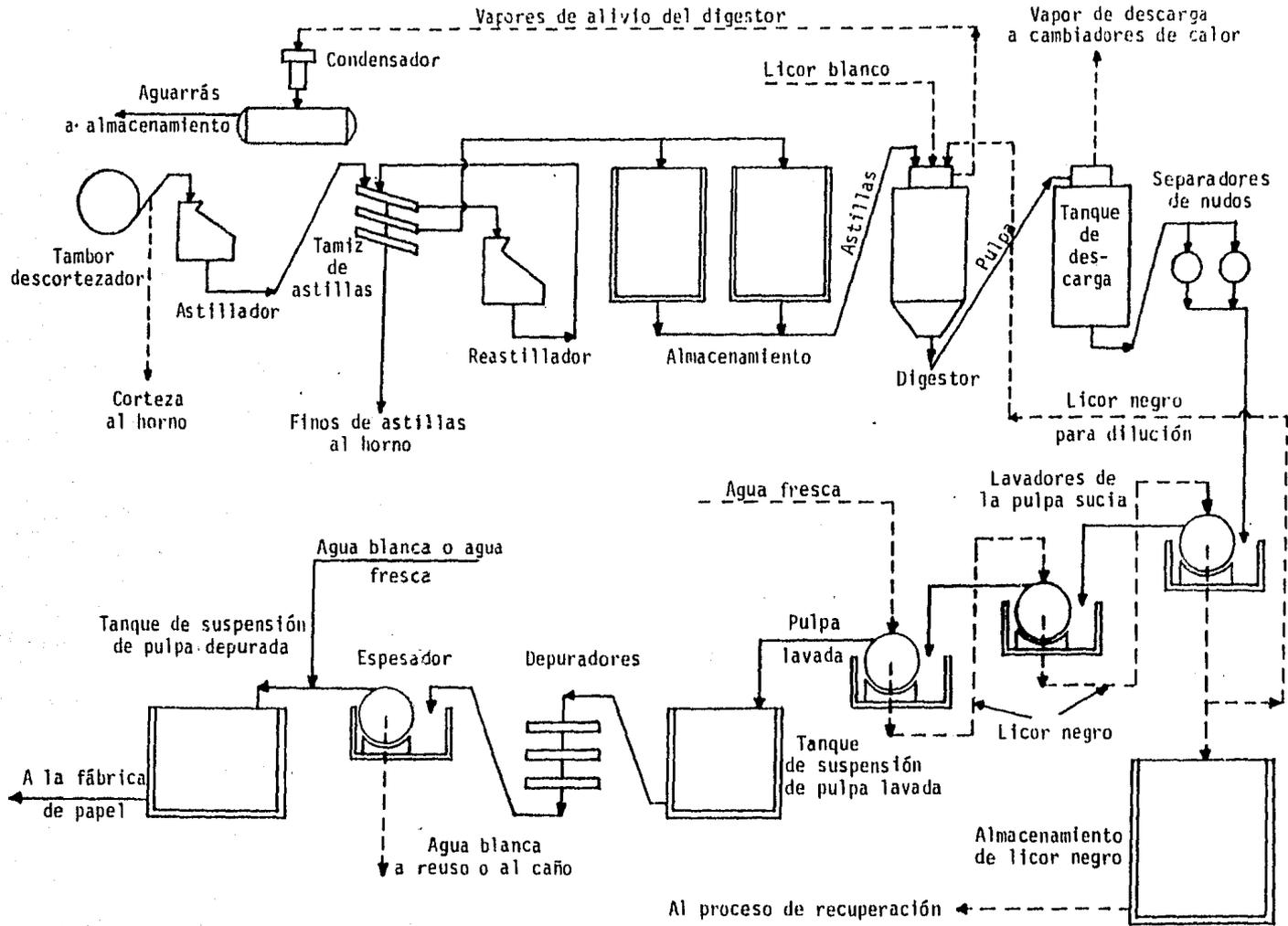


Figura 1.1

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DE CELULOSA EN SUSPENSIÓN

"peinan" y con frecuencia se reducen de longitud -- por corte, con objeto de adaptarlas mejor para la - formación sobre la máquina de papel. Posteriormente a la refinación, la pasta es regresada al mismo tanque. Este ciclo se continúa hasta que la fase - de refinación haya sido completada y la pasta tratada al grado deseado. Mientras ésto se está llevando a cabo, se trata otra carga en el pulpeador y se envía al segundo tanque ciclizador.

Después que la refinación de la pasta en el primer tanque se ha completado, se pueden agregar los productor químicos, el color y los diversos aditivos. En seguida del último paso de refinación, la pasta puede descargarse al tanque de vaciado accionando - la válvula de tres pasos que se muestra en la línea de retorno de los refinadores. Luego, se accionan las válvulas de los tanques ciclizadores, y la pasta del segundo tanque se pasa por los refinadores y se regresa hacia el segundo tanque el número de pasos requeridos, hasta completar el tratamiento de - esta carga. Entretanto, el pulpeador se va disponiendo con otra carga de pulpa para el primer tanque. De esta manera, los tanques ciclizadores se - alternan con los refinadores, los cuales práctica - mente trabajan todo el tiempo.

Posteriormente la pasta se extrae del tanque de vaciado por medio de una bomba, se envía a la caja -- distribuidora de compartimientos múltiples, y de -- ahí se descarga hacia los "jordans". El "jordan" - consiste en un rotor cónico, equipado con barras me -- tálicas a todo su largo, el cual gira en el inte -- rior de una carcasa cónica, provista también de ba -- rras alrededor de toda su superficie interior. La suspensión fibrosa entra por el extremo pequeño, pa -- sa entre el rotor y la carcasa, y sale por el extre -- mo grande. De esta manera las fibras fluyen parale -- las a las barras del cono de la carcasa. Finalmen -- te la pasta se bombea al tanque de la máquina. La figura 1.2. ilustra la distribución del equipo.

#### **B) Formación de la Hoja:**

En la parte anterior se describió el proceso de pre -- paración de pasta, en el cual las fibras se prepa -- ran y, en muchos casos, se mezclan con otros mate -- riales no fibrosos.

En esta parte que se refiere a la formación de la -- hoja, que es ya en sí la máquina de papel, la cual está dividida en las siguientes secciones: Sección Húmeda, Prensas, Cilindros Secadores, Enrollador.

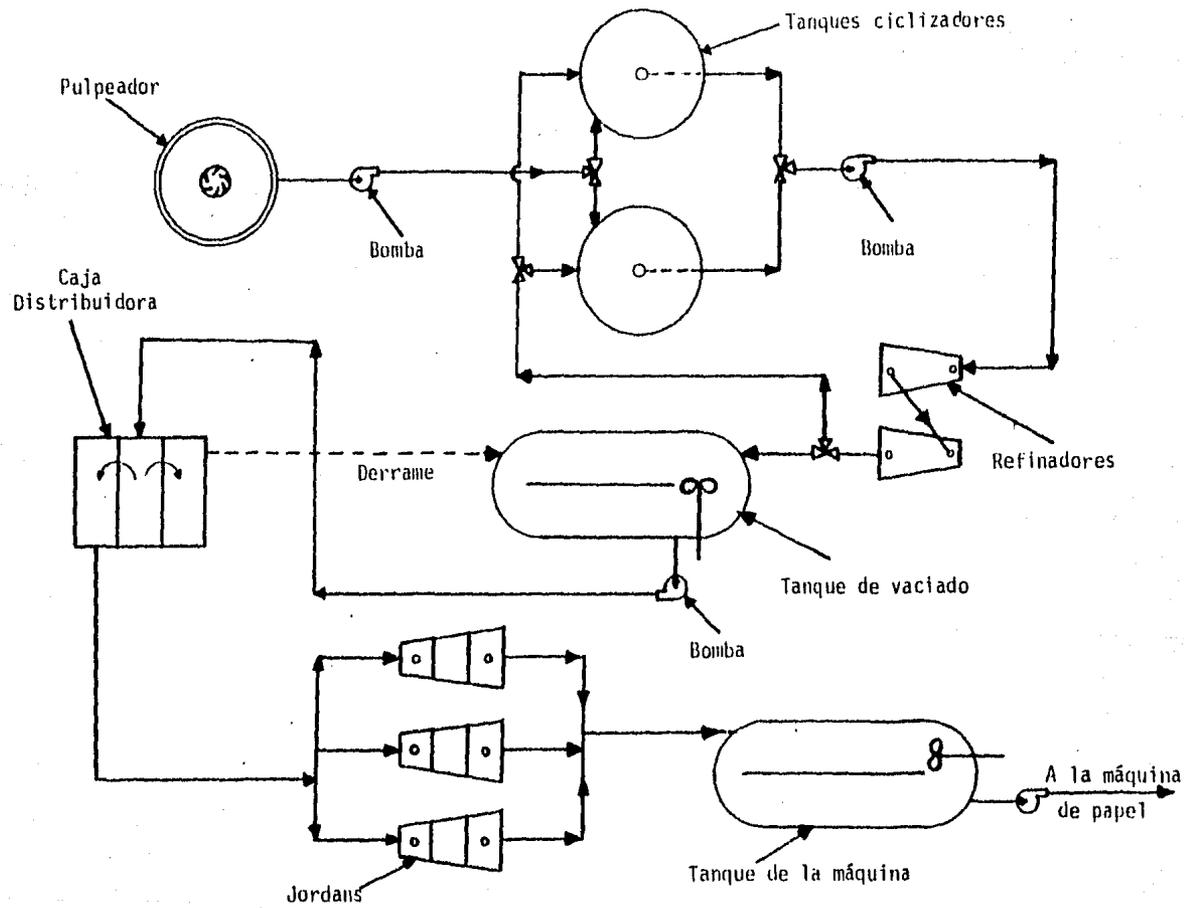


Figura 1-2

PREPARACION DE PASTA EN UNA FABRICA DE PAPEL

- Sección Húmeda.

En esta sección se depositan las fibras en sus -  
pensión acuosa sobre una tela metálica relativa-  
mente fina. A través de esta tela drena parte -  
del agua. A medida que las fibras se depositan  
sobre la tela, se entrelazan generalmente al --  
azar y, de esta manera, ellas mismas forman par-  
te del medio filtrante. La longitud de fibra es  
del mismo orden que las aberturas de la tela me-  
tálica, por lo que muchas fibras pasan a través  
de la "tela" durante las etapas iniciales del --  
drenado. Conforme la red de fibras comienza a -  
formarse, la velocidad de retención aumenta pro-  
gresivamente.

- Prensas.

Después de la sección húmeda el papel pasa hacia  
la sección de prensas para seguir perdiendo agua.  
La hoja que sale de la tela es una red fibrosa -  
parcialmente saturada que puede ser comprimida a  
un volumen que no es suficiente para contener to-  
da el agua originalmente presente.

El límite al que se puede reducir el contenido -  
de humedad depende de qué tanto se pueda compri-

mir la hoja. En condiciones estáticas se pueden alcanzar contenidos de humedad de, aproximadamente 50%. En las condiciones reales de la fabricación de papel se encuentran los contenidos de humedad que se citan en la tabla 1.1. para algunos tipos de papel.

TIPO DE PAPEL	ANTES DE PRENSARSE	DESPUES DE PRENSARSE
Papel Periódico	82 - 88	62 - 69
Papel Kraft	83 - 90	65 - 70
Papel para Libros	78 - 82	60 - 68
Cartoncillo	76 - 81	62 - 66

Tabla 1.1.

#### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL PAPEL EN

#### EL PRENSADO (%)

Puesto que el prensado es un procedimiento de -- eliminación de agua mucho más económico que el -- secado, es una operación que se debe usar hasta su límite técnico y económico.

Los fieltros realizan varias funciones en la sección de prensas: ayudan a eliminar agua, soportan la hoja y la transfieren. Todo ésto debe -- ser llevado a cabo con la máxima vida para el -- fieltro y con el mínimo de marcas de fieltro y - de sombreado.

Los fieltros de prensa son estructuras tejidas, utilizando lana como materia prima básica debido a sus magníficas propiedades de elasticidad y -- adherencia. Para aumentar su resistencia al des-- gaste, estabilidad y resistencia a los ataques - por agentes químicos y por bacterias, actualmen-- te la mayoría de los fieltros se tratan química-- mente.

- Cilindros secadores.

El papel húmedo de la sección de prensas, con un contenido aproximado de humedad de 65 a 68%, se pasa por una serie de cilindros calentados a va-- por, de 48 a 60 plg. de diámetro y se seca hasta contener aproximadamente 6% de agua, ó 94% de fi-- bra seca.

El número de secadores se determina por la cantidad de agua que se va a evaporar, sobre la base de una evaporación estimada de 2 lb. de agua por hora por pie cuadrado de superficie total de secador. Esta cifra variará de acuerdo con la presión del vapor, el tipo de papel, el contenido final de humedad, y las condiciones generales de operación.

El papel se mantiene firmemente contra los cilindros secadores por medio de un fieltro de algodón, llamado fieltro secador, el cual también ayuda a pasar el papel a lo largo del banco de secadores.

#### - Enrollador.

El enrollado consiste en un tambor de gran diámetro, cuya velocidad se sincroniza con la transmisión principal de la máquina de papel y unos brazos de acero a cada extremo del tambor, con silletas dentro de las cuales ajustan las chumaceras del carrete de enrollamiento. En el enrollado, dicho carrete se baja sobre la superficie del tambor, y por contacto gira a la misma velocidad de éste.

Para pasar la guía, el papel se toma de la última zona de contacto de los rodillos, y se pasa manualmente entre el carrete de enrollamiento y el tambor. La fricción hace que el papel se adhiera al carrete, y el rollo se enrolle hasta el diámetro requerido.

Conforme se va llegando al diámetro deseado, el rollo que se está formando se cambia a una nueva posición y se monta otro carrete sobre los brazos de acero. En el momento preciso, unos chorros de aire rompen la hoja y otra vez la fricción hace que el papel se empiece a enrollar sobre el nuevo carrete.

En la Figura 1.3. se muestra un diagrama simplificado de flujo de una máquina de papel.

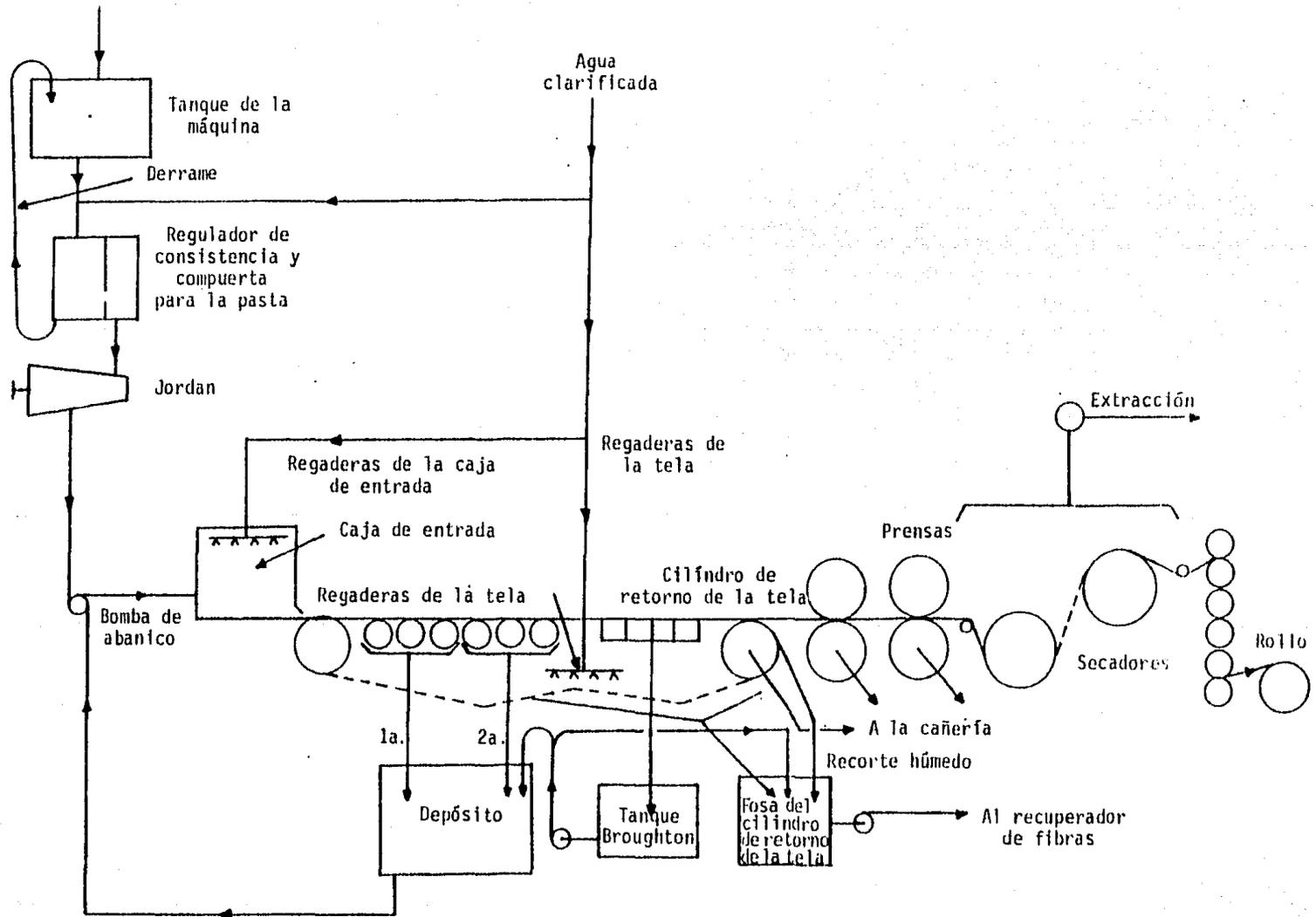


Figura 1.3

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE FLUJO DE UNA MAQUINA DE PAPEL

#### 1.4. MERCADO.

No hay firma capaz de llevar con éxito su negocio, - si no hace lo posible por medir la magnitud real de los mercados presentes y futuros. Las medidas cuantitativas son esenciales para analizar la oportunidad del mercado, la planeación de programas y el control del esfuerzo comercial.

La competencia es una situación en que diversos agentes porfían activamente por obtener recursos, poder, negocio, lealtad o algún otro valor. En el campo de los negocios, el objeto de la competencia es adquirir importancia y beneficios al satisfacer los deseos y necesidades de los mercados elegidos. (En la siguiente hoja se muestra una matriz de las empresas productoras de papel).

##### 1.4.1. Demanda del Mercado.

La demanda del mercado de un producto es el volumen total que podría comprar un grupo de clientes en determinada área geográfica, durante cierto período de tiempo, en un medio comercial definido, según un programa de mercadotecnia determinado.

La medición de la demanda del mercado requiere una definición adecuada del producto o clase de producto.

**MATRIZ DE LAS EMPRESAS PRODUCTORAS DE PAPEL**

	ESCRITURA E IMPRESION					SACOS BOLSAS				ENVOLUTURA				CAJAS			CARTONCILLO					SANITARIO Y FACIAL				ESPECIALES						
	A/C	B	E	R	P	L	CC	SCR	K	SK	K	SK	K	SK	BCO	PF	LK	LSK	CS	DSR	DR	G	H	PR	S	T	TOT	GL	CH	O		
ADANEX, S. A.																																
APIZACO CELULOSA, S. A.																																
CAJAS CORRUGADAS DE MEXICO, S. A.																																
CARTON Y PAPEL DE MEXICO, S. A. DE C. V.																																
CARTONAJES ESTRELLA, S. A. DE C. V.																																
CARTONERA GUADALUPE, S. A.																																
CARTONERA RIMO, S. A.																																
CELULOSA DE FIBRAS MEXICANAS, S. A.																																
CELULOSA DEL PACIFICO, S. A.																																
CELULOSA Y PAPEL DE MICHOACAN, S. A.																																
CELULOSA Y PAPEL DE XALAPA, S. A.																																
CIA. FCAS. PAPEL SAN RAFAEL Y ANEXAS, S. A.																																
CIA. INDUSTRIAL ATENQUIQUE, S. A.																																
CIA. INDUSTRIAL PAPELERA POBLANA, S. A.																																
CIA. PAPELERA EL FENIX, S. A.																																
CIA. PAPELERA MALDONADO, S. A.																																
COPAL MEXICANA, S. A. DE C. V.																																
CORPORACION PAPELERA GAL. PEL., S. A.																																
EMPAQUES DE CARTON TITAN, S. A.																																
EMPAQUES DE CARTON UNITED, S. A.																																
EMPAQUES MODERNOS SAN PABLO, S. A. DE C. V.																																
FCA. DE PAPEL COYOACAN, S. A.																																
FCA. DE PAPEL FINESS, S. A.																																
FCA. DE PAPEL LA SOLEDAD, S. A.																																
FCA. DE PAPEL MEXICO, S. A.																																
FCA. DE PAPEL MONTERREY, S. A.																																
FCA. DE PAPEL SAN ISIDRO, S. A.																																
FCA. DE PAPEL SAN JOSE, S. A.																																
FCA. DE PAPEL SAN JUAN, S. A.																																
FCA. DE PAPEL SANTA CLARA, S. A.																																
FCAS. DE PAPEL GUADALAJARA, S. A.																																
FCAS. DE PAPEL LORETO Y PERA POBRE, S. A.																																
FCAS. DE PAPEL TUXTEPEC, S. A.																																
INDUSTRIAL PAPELERA MEXICANA, S. A.																																
KIMBERLY CLARK DE MEXICO, S. A. DE C. V.																																
KRAFT, S. A.																																
LAMINADOS TATI, S. A.																																
LAMINAS ACANALADAS INFINITA, S. A.																																
MADRUERO Y COMPANIA, S. A.																																
MANUFACTURAS GARGO, S. A.																																
MANUFACTURERA DE PAPEL BIDASOA, S. A.																																

**SIMBOLOGIA:**

A/C - Aéreo y copia  
 B - Bond  
 E - Ediciones  
 R - Recubierto  
 P - Periódico

LT - Libro de Texto  
 CC - Cartulina Cubierta  
 CSR - Cartulina sin recubrir  
 K - Kraft  
 SK - Semikraft

LSK - Liner Semikraft  
 UCO - Bianco  
 PF - Parafinado  
 CS - Corrugado Semikraft  
 DSR - Duplex sin recubrir  
 DP - Duplex recubierto

G - GRIS  
 H - Higiénico  
 Pñ - Pañuelos  
 S - Servilletas  
 T - Toallas

TOT - Toallas de otros tipos  
 GL - Glassine  
 CH - China  
 O - Otros

En el caso del papel se muestra en la gráfica 1.1. la manera como ha ido aumentando la producción a partir del año de 1972 y el índice de crecimiento promedio de 1972 a 1981.

La demanda del mercado puede medirse en función del volumen físico, del volumen económico o de ambos. La medida del volumen físico es útil cuando el producto es relativamente homogéneo. Tiene la ventaja de que las ventas históricas no se desfiguran o pierden su significado por los cambios que haya en el valor del dinero. Pero si el producto carece de homogeneidad o puede alterarse, la medida del volumen físico puede dar pie a confusiones. Así se tiene la tabla 1-2 la producción de papel por grupos y en la gráfica 1-2 la participación en porcentaje por grupos de papel.

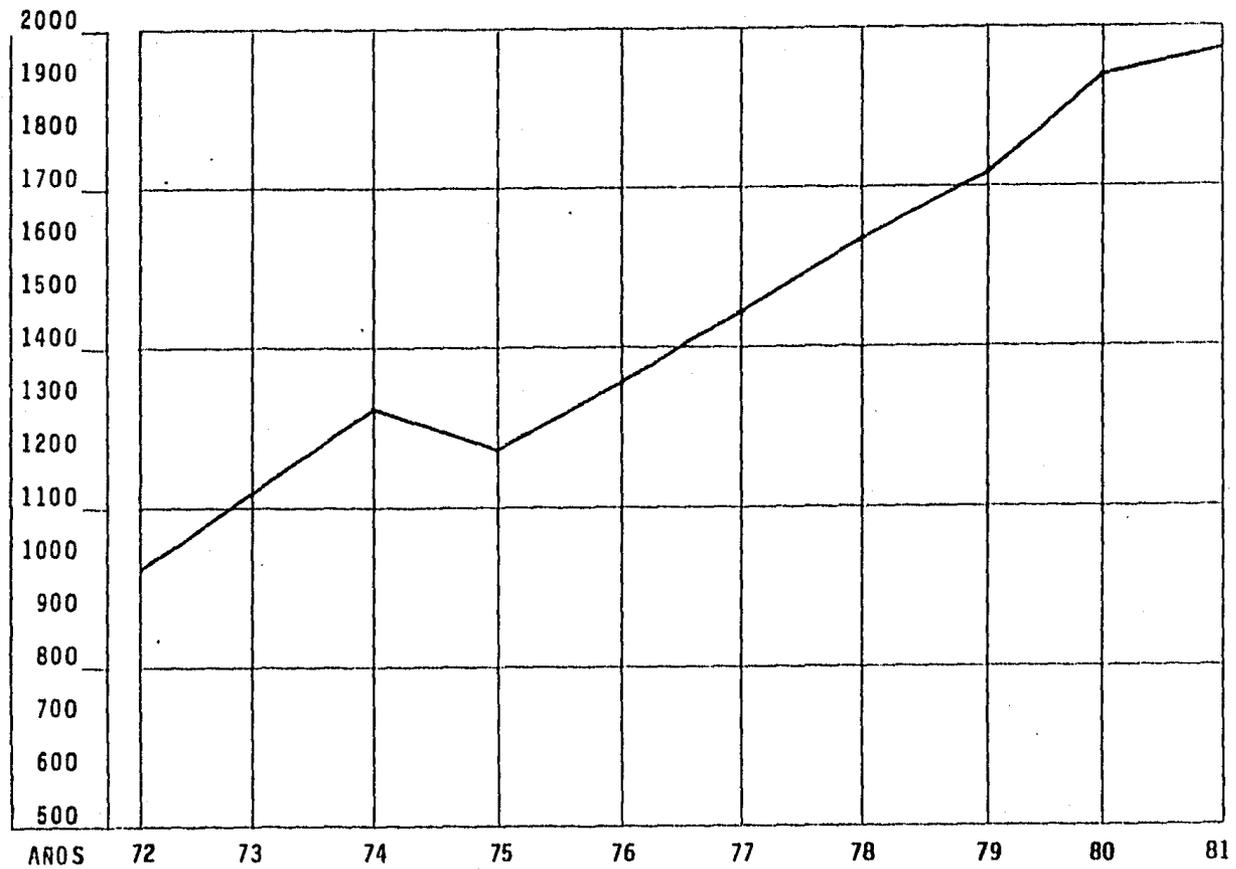
El mercado debe medirse en relación con un deslinde geográfico bien definido, es decir, con una área geográfica determinada. La predicción de las ventas varía como es natural, si los límites del área son la República Mexicana, o si se incluye a Estados Unidos o Guatemala. La demanda puede medirse por ciudades, áreas metropolitanas, estados, regiones o países. En la tabla 1-3 se muestra la producción de papel por grupos y por entidades federativas y su participación respecto del total de 1981.

AÑOS	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
CONCEPTO										
Producción tons.	981 127	1 112 658	1 253 688	1 184 603	1 330 922	1 453 656	1 583 084	1 731 425	1 896 403	1 950 264
Variación tons.	73 306	131 531	141 030	-69 085	146 319	122 734	129 428	148 341	164 978	53 861
Variación %	8.1	13.4	12.7	- 5.5	12.3	9.2	8.9	9.4	9.5	2.8

Índice de crecimiento promedio de 1972-1981: 8.1%

FUENTE: Datos de las Fábricas.

MILES TONS.

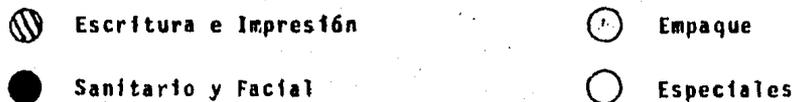
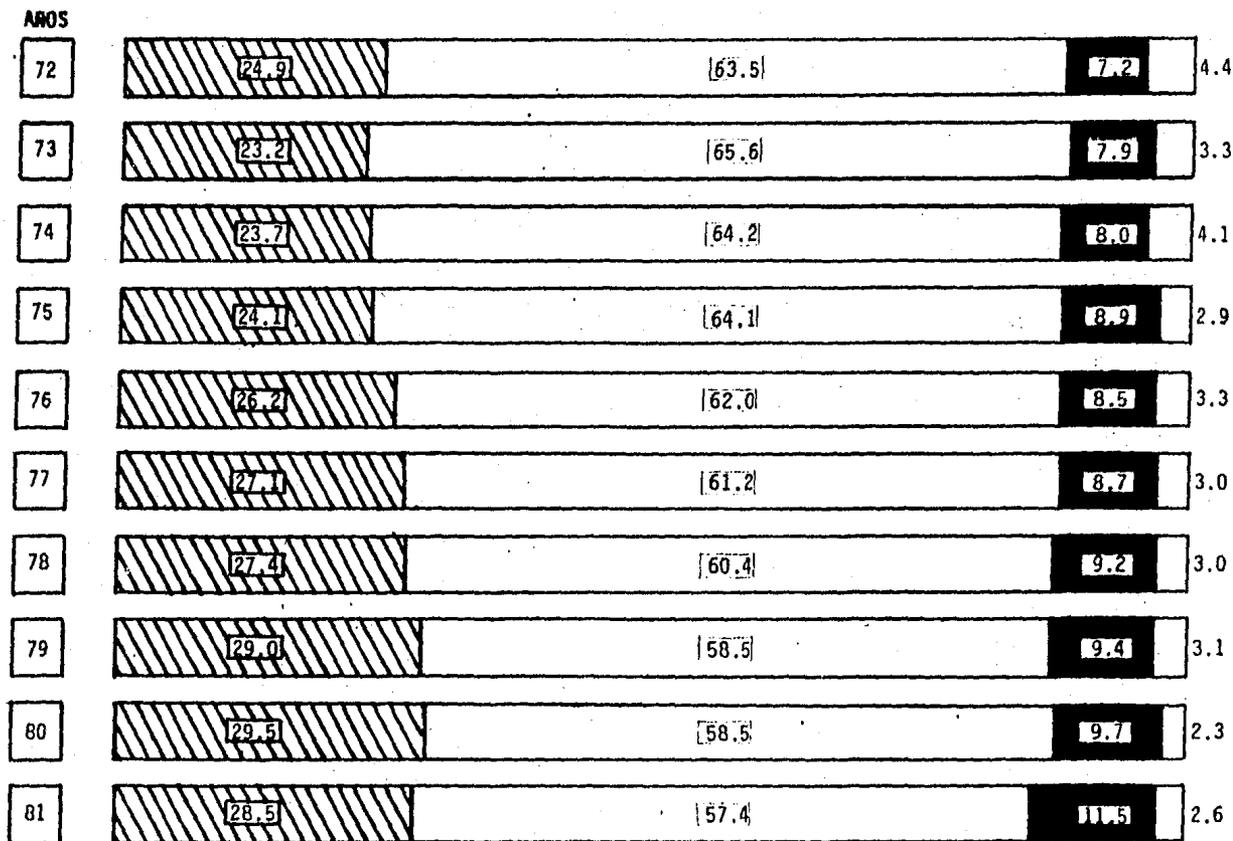


Grafica 1.1: PRODUCCION DE PAPEL EN EL PAIS

AÑOS	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
<b>GRUPOS DE PAPEL</b>										
1. ESCRITURA E IMPRESION	244 413 24.9	257 978 23.2	296 828 23.7	285 858 24.1	349 087 26.2	393 922 27.1	434 228 27.4	501 353 29.0	559 675 29.5	555 321 28.5
1.1 PAPEL	220 616 22.5	228 746 20.6	270 279 21.6	251 968 21.3	316 617 23.8	360 934 24.8	397 817 25.1	454 641 26.3	500 830 26.4	499 312 25.6
1.2 CARTULINA	23 797 2.4	29 232 2.6	26 549 2.1	33 890 2.8	32 470 2.4	32 988 2.3	36 411 2.3	46 712 2.7	58 845 3.1	56 009 2.9
2. ENPAQUE	622 410 63.5	729 610 65.6	805 395 64.2	759 018 64.1	824 893 62.0	888 987 61.2	956 005 60.4	1 013 687 58.5	1 108 479 58.5	1 119 659 57.4
2.1 PAPEL	503 205 51.3	590 015 53.0	653 933 52.1	619 063 52.3	665 140 50.0	722 318 49.7	780 095 49.3	822 537 47.5	882 260 46.5	895 779 45.9
2.2 CARTONCILLO	119 205 12.2	139 595 12.6	151 462 12.1	139 955 11.8	159 753 12.0	166 669 11.5	175 910 11.1	191 150 11.0	226 219 12.0	223 880 11.5
3. SANITARIO Y FACIAL	70 985 7.2	88 015 7.9	99 752 8.0	105 176 8.9	112 491 8.5	126 324 8.7	145 483 9.2	162 363 9.4	183 834 9.7	223 865 11.5
4. ESPECIALES	43 319 4.4	37 055 3.3	51 713 4.1	34 551 2.9	44 451 3.3	44 423 3.0	47 368 3.0	54 022 3.1	44 415 2.3	51 419 2.6
<b>T O T A L</b>	<b>981 127</b> <b>100.0</b>	<b>1 112 658</b> <b>100.0</b>	<b>1 253 688</b> <b>100.0</b>	<b>1 184 603</b> <b>100.0</b>	<b>1 330 922</b> <b>100.0</b>	<b>1 453 656</b> <b>100.0</b>	<b>1 583 084</b> <b>100.0</b>	<b>1 731 425</b> <b>100.0</b>	<b>1 896 403</b> <b>100.0</b>	<b>1 950 264</b> <b>100.0</b>

FUENTE: Datos de las Fábricas.

Tabla 1-2: PRODUCCION DE PAPEL POR GRUPOS



**Gráfica 1-2: PARTICIPACION RELATIVA POR GRUPOS DE PAPEL**

ESTADOS	ESCRITURA E IMPRESION	EMPAQUE	SANITARIO Y FACIAL	ESPECIALES	TOTAL
CHIHUAHUA	13 215 2.4	43 632 3.9	---	5 061 9.9	61 908 3.2
DISTRITO FEDERAL	65 537 11.8	161 528 14.4	7 425 3.3	7 776 15.1	242 266 12.4
ESTADO DE MEXICO	187 971 33.8	440 469 39.3	122 238 54.6	13 817 26.9	764 495 39.2
GUERRERO	---	11 653 1.0	---	---	11 653 0.6
JALISCO	---	140 120 12.5	---	1 097 2.1	141 217 7.2
MICHOACAN	18 169 3.3	4 581 0.4	---	4 740 9.2	27 490 1.4
MORELOS	---	17 502 1.6	---	---	17 502 0.9
NUEVO LEON	11 860 2.1	211 236 18.9	---	14 506 28.2	237 602 12.2
OAXACA	65 619 11.8	---	---	---	65 619 3.4
PUEBLA	10 965 2.0	15 493 1.4	---	---	26 458 1.4
QUERETARO	11 178 2.0	50 729 4.5	11 844 5.3	1 323 2.6	75 074 3.8
SAN LUIS POTOSI	63 313 11.4	---	---	---	63 313 3.2
TLAXCALA	---	2 014 0.2	11 292 5.0	360 0.7	13 666 0.7
VERACRUZ	107 494 19.4	20 702 1.9	71 066 31.8	2 739 5.3	202 001 10.4
<b>SUMAS</b>	<b>555 321 100.0</b>	<b>1 119 659 100.0</b>	<b>223 865 100.0</b>	<b>51 419 100.0</b>	<b>1 950 264 100.0</b>

FUENTE: Datos de las fábricas.

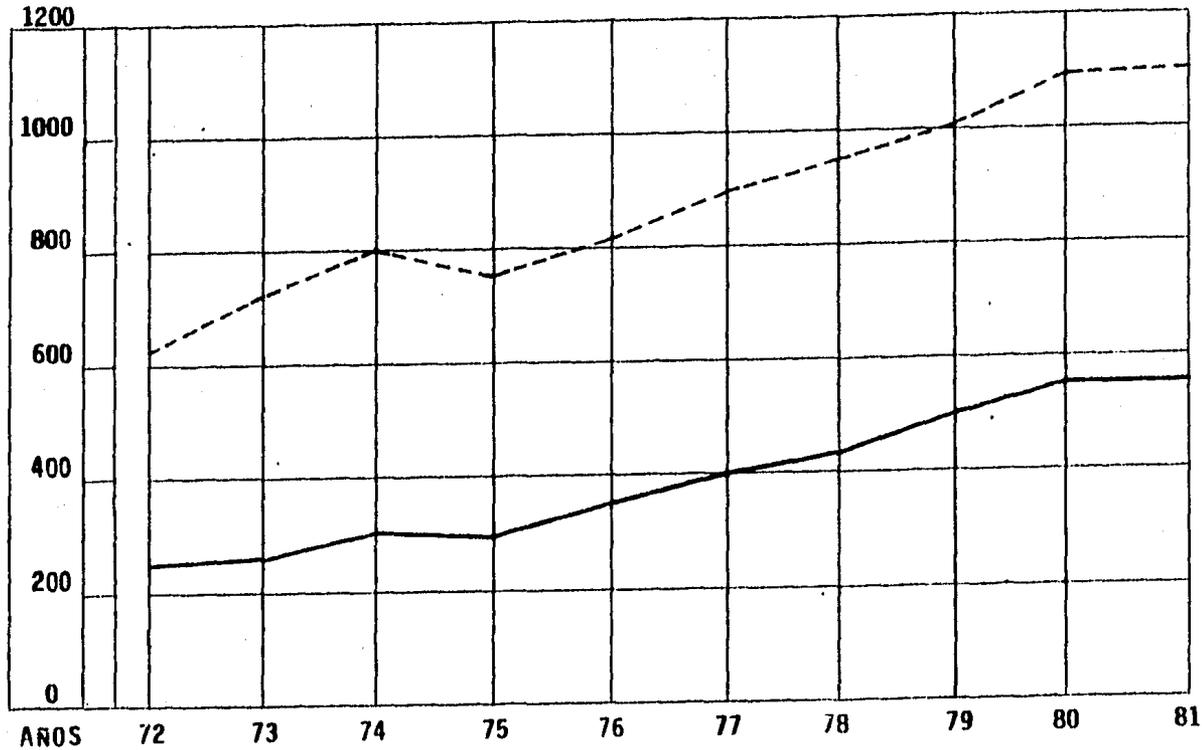
Tabla 1.3

PRODUCCION DE PAPEL POR GRUPOS Y POR ENTIDADES FEDERATIVAS Y SU PARTICIPACION RESPECTO DEL  
TOTAL DE 1981  
( Toneladas )

La demanda debe medirse también en relación con un período determinado de tiempo. Puede hablarse de la de manda del año siguiente, de los cinco próximos, de 1985, etc. Hablando en términos generales, cuanto mayor sea el intervalo de la predicción, más débil será ésta. To das las predicciones se basan en un conjunto de supues- tos sobre condiciones ambientales y comerciales, y la - probabilidad de que no sean exactos tales supuestos, au menta cuanto mayor sea el período cubierto por la pre - dicción. Se pueden obtener útiles puntos de referencia estudiando con cuidado la historia del producto. Como se muestra en las gráficas 1-3 y 1-4, un análisis histó rico de la producción de papel por grupos.

MILES TONS.

1200



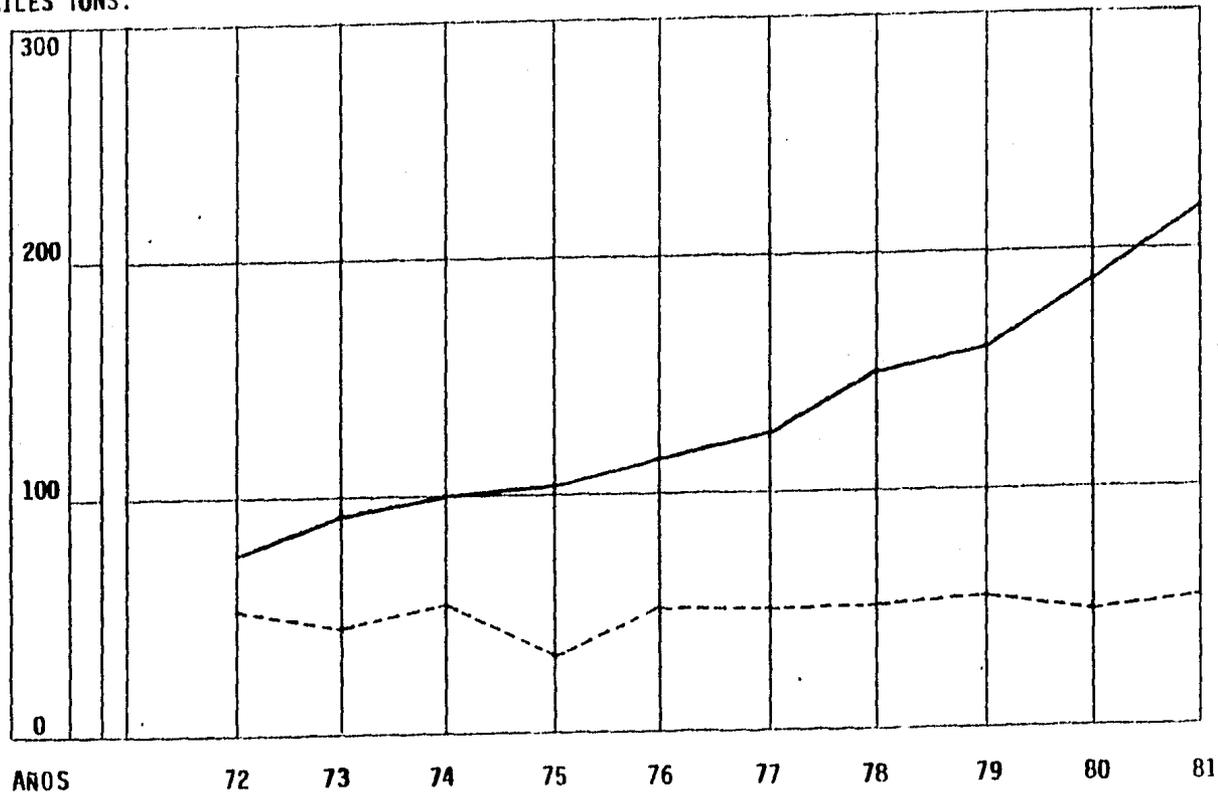
FUENTE: Datos de las fábricas.

— Escritura e impresión  
- - - Empaque

Gráfica 1-3

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA PRODUCCIÓN DE PAPEL PARA ESCRITURA E IMPRESIÓN Y  
DE PAPEL PARA EMPAQUE

MILES TONS.



FUENTE: Datos de las fábricas.

— Sanitario y facial  
- - - Especiales

Gráfica 1-4

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA PRODUCCIÓN DE PAPEL SANITARIO Y FACIAL Y DE  
PAPELES ESPECIALES

La producción de papel no alcanza a satisfacer la demanda del mercado, como lo revelan las importaciones -- que se han hecho en años anteriores.

En la tabla 1-4, se muestra la importación de papel por tipos.

Por tanto se puede concluir que la demanda de mercado en el país, es la producción más las importaciones -- (tabla 1-5).

El diagrama de dispersión, se muestra en la Gráfica 1-5, donde están representados en el eje de las X los años y en el eje de las Y, la demanda.

Por el método de mínimos cuadrados, se ajusta la recta con los datos de la tabla 1-5.

La recta de regresión de Y sobre X, está dada por --  $Y = A_0 + A_1 X$ , donde  $A_0$  y  $A_1$  se obtienen resolviendo el sistema de ecuaciones normales.

$$\sum Y = A_0 N + A_1 \sum X$$

$$\sum XY = A_0 \sum X + A_1 \sum X^2$$

AÑOS	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
<b>P A P E L E S</b>										
<b>PERIODICO Y LIBRO DE TEXTO</b>										
Periódico	N. D.	120 717	194 291	220 592	207 745	233 217	87 033	N. D.	N. D.	N. D.
Libro de Texto	N. D.	32 498	22 126	28 782	33 839	27 340	10 391	N. D.	N. D.	N. D.
<b>Subtotal</b>	<b>168 880</b>	<b>153 215</b>	<b>216 417</b>	<b>249 374</b>	<b>241 584</b>	<b>250 557</b>	<b>97 424</b>	<b>110 036</b>	<b>191 730</b>	<b>350 319</b>
<b>ESCRITURA E IMPRESION</b>										
Couché	9 841	7 923	9 291	9 007	4 578	4 293	5 158	17 430 <sup>1</sup>	36 580 <sup>1</sup>	26 551 <sup>1</sup>
Para Fabricar Tarjetas Perforables	5 049	5 479	7 820	2 494	2 124	2 639	3 332	4 566	3 991	2 752
Para Cheques y Billetes de Banco	416	660	762	458	425	464	831	741	1 715	2 085
Otros Escritura e Impresión	44	73	89	1 677	387	-	882	834	19 802	22 256
<b>Subtotal</b>	<b>15 350</b>	<b>14 135</b>	<b>17 962</b>	<b>13 636</b>	<b>7 514</b>	<b>7 396</b>	<b>10 203</b>	<b>23 571</b>	<b>62 088</b>	<b>53 644</b>
<b>EMPAQUE</b>										
Cartoncillo	-	1 460	925	265	-	-	-	7 515 <sup>2</sup>	7 379 <sup>2</sup>	6 439 <sup>2</sup>
Cartoncillo Sanitario	11 714	18 377	24 451	21 000	30 693	34 045	38 452	42 172	53 611	35 535
Kraft con peso superior a 160 gr.	N. D.	9 327	39 348	25 281						
Kraft con peso inferior a 160 gr.	N. D.	23 952	106 542	26 900						
Otros para empaque	4 165	3 676	10 037	6 431	N. D.	848	2 212	2 420	16 045	14 313
<b>Subtotal</b>	<b>15 879</b>	<b>25 513</b>	<b>35 413</b>	<b>27 696</b>	<b>30 693</b>	<b>34 893</b>	<b>40 664</b>	<b>85 386</b>	<b>222 925</b>	<b>108 468</b>
<b>SANITARIO Y FACIAL</b>	<b>75</b>	<b>589</b>	<b>746</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>681</b>	<b>645</b>
<b>OTROS PARA USO ESPECIAL</b>	<b>21 138</b>	<b>22 573</b>	<b>21 938</b>	<b>11 500</b>	<b>5 064</b>	<b>4 353</b>	<b>12 689</b>	<b>21 670</b>	<b>56 995</b>	<b>55 591</b>
<b>T O T A L</b>	<b>221 322</b>	<b>214 025</b>	<b>292 476</b>	<b>302 206</b>	<b>284 855</b>	<b>297 199</b>	<b>160 980</b>	<b>240 663</b>	<b>534 419</b>	<b>568 667</b>

**NOTAS :**

1. Incluye papeles, cartulinas y cartoncillos
  2. Incluye Buntex y Multiplex
- N.D. No existe posibilidad de desglosar

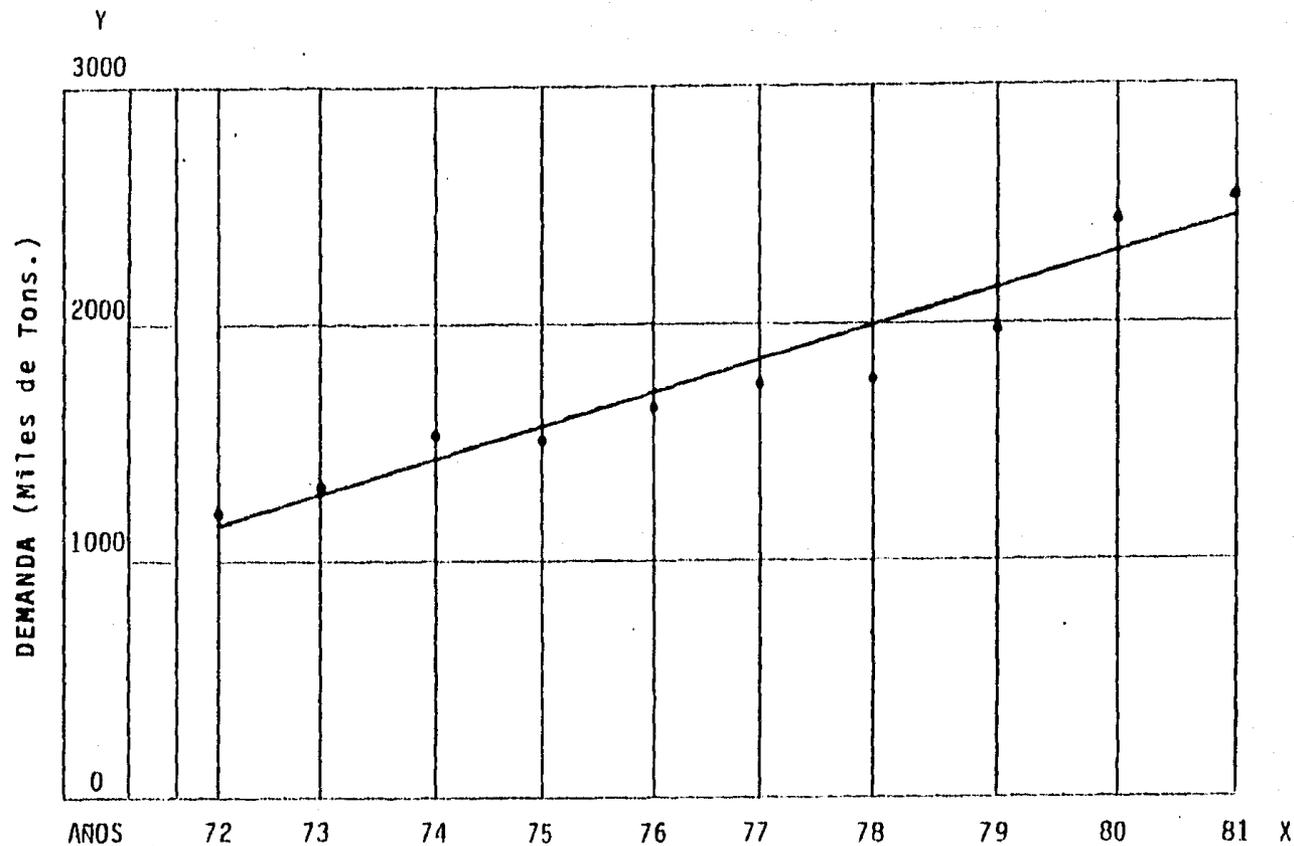
**FUENTES:** Datos de las fábricas, Secretaría de Comercio, Secretaría de Programación y Presupuesto y Dirección General de Aduanas.

Tabla 1.4  
IMPORTACION DE PAPEL POR TIPOS (1985)

ANO	PRODUCCION TOTAL	%	IMPORTACION	%	DEMANDA	%
72	981 127	81.6	221 322	18.4	1 202 449	100.0
73	1 112 658	83.9	214 025	16.1	1 326 683	100.0
74	1 253 688	81.1	292 476	18.9	1 546 164	100.0
75	1 184 603	79.7	302 206	20.3	1 486 809	100.0
77	1 453 656	83.0	297 199	17.0	1 750 855	100.0
78	1 583 084	90.8	160 980	9.2	1 744 064	100.0
79	1 731 425	87.8	240 663	12.2	1 972 088	100.0
80	1 896 403	78.0	534 419	22.0	2 430 822	100.0
81	1 950.264	77.4	568 667	22.6	2 518 931	100.0

Tabla 1-5

DEMANDA DEL MERCADO. (TONS.)



Gráfica 1-5

DEMANDA DEL MERCADO

El cálculo de las sumas se ordena en la tabla 1-6.

X	Y	X <sup>2</sup>	XY
72	1 202	5 184	86 544
73	1 327	5 329	96 871
74	1 546	5 476	114 404
75	1 487	5 625	111 525
76	1 616	5 776	122 816
77	1 751	5 929	134 827
78	1 744	6 084	136 032
79	1 972	6 241	155 788
80	2 431	6 400	194 480
81	2 519	6 561	204 039
$\Sigma X = 765$	$Y = 17 595$	$X^2 = 58 605$	$XY = 1 357 326$

Tabla 1-6

De la tabla 1-6

$$17 595 = A_0 \cdot 10 + A_1 \cdot 765$$

$$1 357 326 = A_0 \cdot 765 + A_1 \cdot 58 605$$

de donde se obtiene

$$A_0 = -8726.4 \text{ y } A_1 = 137.07$$

por tanto:

$$Y = -8726.4 + 137.07X, \text{ que es la ecuación de la recta representada en la gráfica 1-5.}$$

## 1.5. CONTROL DE CALIDAD

### 1.5.1. Conceptos de Calidad:

**Calidad.-** es el conjunto de propiedades que concurren en un objeto a través de los diferentes pasos de su proceso de fabricación y que determinan que el objeto resulta útil o atractivo.

**La Calidad del Producto.-** puede definirse como las características combinadas de ingeniería y manufactura que determinan el grado en que el producto en uso alcanzará los deseos o necesidades del consumidor.

¿ Qué interesa al cliente respecto al producto ?.

- **Funcionamiento.-** el producto debe efectuar la función esperada y durante el tiempo planeado.
- **Apariencia.-** que el producto tenga el aspecto deseado y lo conserve.
- **Duración.-** el producto debe dar la cantidad de servicio planeado y mantenerlo.
- **Garantía.-** que en caso de falla, lo ampare una garantía.

### Definición Actual de Calidad:

"Es el grado en que un producto satisface los requerimientos propios del uso al que se le destine".

### Importancia de Calidad en el Mercado:

1. La calidad es necesaria para satisfacer las necesidades, deseos y agradar al cliente; mantener su confianza y, para conservar el prestigio del producto.
2. Un producto que conserva calidad, hace frente a la competencia de otros artículos similares.
3. Cumplir con las exigencias oficiales de calidad.
4. Incrementar su participación en el mercado interno.

### 1.5.2. Objetivo del Control de Calidad.

El objetivo de Control de Calidad es la producción de artículos o servicios que se rigen por una especificación deseada, sin apartarse de ellas más allá del grado de tolerancia permitido.

Para lograr este objetivo, deben de establecerse sistemas que permitan evaluar los resultados obtenidos en

producción. Al evaluar un producto respecto a sus especificaciones, sabemos si es que está logrando la calidad deseada o se deben hacer correcciones o modificaciones de operaciones, procesos, grados de tolerancia, diseño, etc.

### **Evolución del Control de Calidad.**

Históricamente, el control de calidad ha pasado por varias etapas, pudiéndose asegurar que cada una de ellas ha representado un avance en el logro de sus objetivos.

Las etapas por las que ha pasado, son las siguientes:

1. **Control en manos de los mismos operarios.**- cada quien era responsable de su propio trabajo (siglo XIX).
2. **Control en manos de mayordomos.**- se reconocía la labor del operario más hábil y se le estimulaba para que orientara a sus compañeros (1900 a 1919).
3. **Control por inspección supervisada.**- creación de cuerpos numerosos de inspectores bajo el mando de un supervisor o un superintendente, separados de producción (1920 a 1939).

4. Control de Calidad por Inspección Estadística.- Aplicaciones matemáticas de estadística y cálculo de probabilidades; desarrollo de las tablas de muestreo y de las gráficas de control (1940 a 1957).

5. Control Integral de la Calidad.- Basado en los siguientes preceptos:

- a) La calidad de la producción no es responsabilidad exclusiva de un individuo o grupo.
- b) La calidad es afectada durante todo el ciclo industrial.
- c) Acciones preventivas en vez de correctivas.
- d) Que el producto satisfaga los requerimientos del cliente.

### 1.5.3. Pruebas Efectuadas al Papel.

La importancia de las pruebas frecuentemente se pasa por alto en la industria del papel. La velocidad de progreso de una industria está íntimamente relacionada con la confiabilidad de sus procedimientos de prueba.

#### - Pruebas de Humedad.

Usualmente se separan varias hojas con objeto de reducir al mínimo el área expuesta; las hojas exteriores se descartan; y las interiores se colocan rápidamente en

un recipiente, el cual se cierra de inmediato. El recipiente y su contenido se pesan, la muestra se seca en una estufa a  $100 \pm 2^\circ\text{C}$ , se enfría en un desecador -- dentro de su recipiente cerrado y posteriormente se vuelve a pesar. Se supone que la pérdida de peso es el peso del agua originalmente presente.

- **Pruebas de Peso Base.**

Para determinar el peso base, es común pesar el papel en una báscula especial y se expresa en grs/m<sup>2</sup>.

- **Pruebas de Espesor.**

El espesor o calibre, se mide con un micrómetro que lee en fracciones de milímetros.

- **Resistencia a la Explosión.**

La resistencia a la explosión, medida con un probador Mullen, la prueba se efectúa midiendo la presión necesaria para romper la muestra al ejercer la fuerza por medio de un líquido que comprime un diafragma de hule contra la muestra de papel sostenida firmemente en el cabezal de prueba.

- **Resistencia a la Tensión.**

La resistencia a la tensión y la elongación al momento de la ruptura se miden simultáneamente en la mayoría de los probadores de tensión.

- **Resistencia al Doblez.**

La prueba de resistencia al dobléz está diseñada para indicar la resistencia a los dobleces repetidos. Para ésto, la muestra se sujeta a una cierta tensión en la dirección de fabricación y las fibras que quedan paralelas a ésta, se flexionan hacia adelante y hacia atrás, hasta que pierden tanta resistencia a la tensión, que la muestra se rompe.

- **Resistencia Superficial.**

La prueba de la resistencia de la superficie al levantamiento es una de las que se aplican con mayor frecuencia. En esta prueba, diversas ceras, numeradas gradualmente según su poder adhesivo, se calientan y se ponen en contacto con el papel. La cera de número más alto que no maltrata la superficie del papel al separarse de él se reporta como el valor de la resistencia de la superficie del papel al levantamiento.

#### 1.5.4. Especificaciones de Calidad.

Para controlar la calidad de los productos y asegurar que éstos salgan con la calidad necesaria, es indispensable contar con referencias que sirvan para comparar y -- evaluar la calidad de los productos fabricados y en base de ésto, poder efectuar las acciones de control pertinentes.

A ciertas referencias es lo que en Control de Calidad se le da el nombre de Especificaciones de Calidad.

La Especificación de Calidad.- Las especificaciones de calidad, no solamente pueden estipular las características físicas o químicas del producto terminado, sino -- también estipulan, entre otras cosas: la materia prima, los métodos de fabricación, la calidad propuesta del producto, las tolerancias, que muestran como se van a efectuar las operaciones y de qué materiales, partes o subensambles se van a hacer los productos, etc.

Cuando se reúnen una serie de especificaciones para un producto, se tiene una norma.

Por lo tanto, las normas incluyen la definición y descripción detalladas de un producto, sus partes componentes, los materiales de que está hecho y cualquier otra -

enumeración de características de calidad particulares - tales como el tamaño, el grado de calidad, el rendimiento y las propiedades adicionales que pueden desearse o - que tengan aceptación entre fabricantes y consumidores.

La especificación es una herramienta importante del - Control de Calidad, mediante la cual se obtiene un pro - ducto de calidad aprobada.

#### 1.5.5. Inspecciones.

Inspección es la actividad que se lleva a cabo para - separar el producto malo del bueno o verificar que se es - té trabajando dentro de especificaciones.

Las funciones del Departamento de Inspección son:

- a) Prever posibles fallas o desviaciones.
- b) Localizar fallas en producción.
- c) Asegurar que el cliente sólo reciba productos de cali - dad garantizada.
- d) Dar información que permita el ajuste o modificación - de especificaciones, buscando una mejora del producto.

# 2

## ANALISIS SISTEMICO

Si a la compañía no le gusta el panorama que le presenta la trayectoria que sigue, necesita volver a definir a dónde quiere ir, y cómo piensa llegar allá. Esto no quiere decir que tenga que cambiar los objetivos básicos de su negocio, aunque es posible que haya también - algo de eso.

C. West Churchman

En esta parte se trata de describir desde el punto de vista sistémico, como estructurar la empresa para aumentar la productividad.

El insumo son las materias primas, en tanto que el producto es el papel ya empacado.

El enfoque de insumo-producto es una forma de ver a la empresa. También el insumo de la empresa puede considerarse como la inversión de capital y, derivados de esta inversión, surgen varios tipos de productos que son distribuidos a varios consumidores, así como también dividendos que se devuelven a los inver -

sionistas. Ahora se podría pensar en el sistema como una "caja cerrada". En este caso únicamente se preguntaría qué producto produce el sistema para una mezcla dada y la cantidad de insumo. Pero en este análisis nos interesa la parte interna del sistema, o sea la manera en que el contenido del sistema opera el insumo (celulosa) para transformarlo en el producto (papel). Lo que se trata es de administrar este insumo de tal manera que sea posible maximizar determinada cantidad del producto en proceso.

Recapitulando, lo que se pretende es explorar la parte interna de la caja y determinar que tipo de actividades deben llevarse a cabo dentro del sistema para aumentar la productividad. (Ver fig. 2-1).

El problema principal que se presenta en la producción de papel, es la cantidad de desperdicio (merma) que se produce en los siguientes procesos:

- Máquinas de Papel.
- Cortadores.
- Guillotinas.
- Escogido.

Este desperdicio se debe a defectos que trae el papel de procesos anteriores o a defectos causados en el mismo proceso como consecuencia de una operación deficiente del equipo debido a

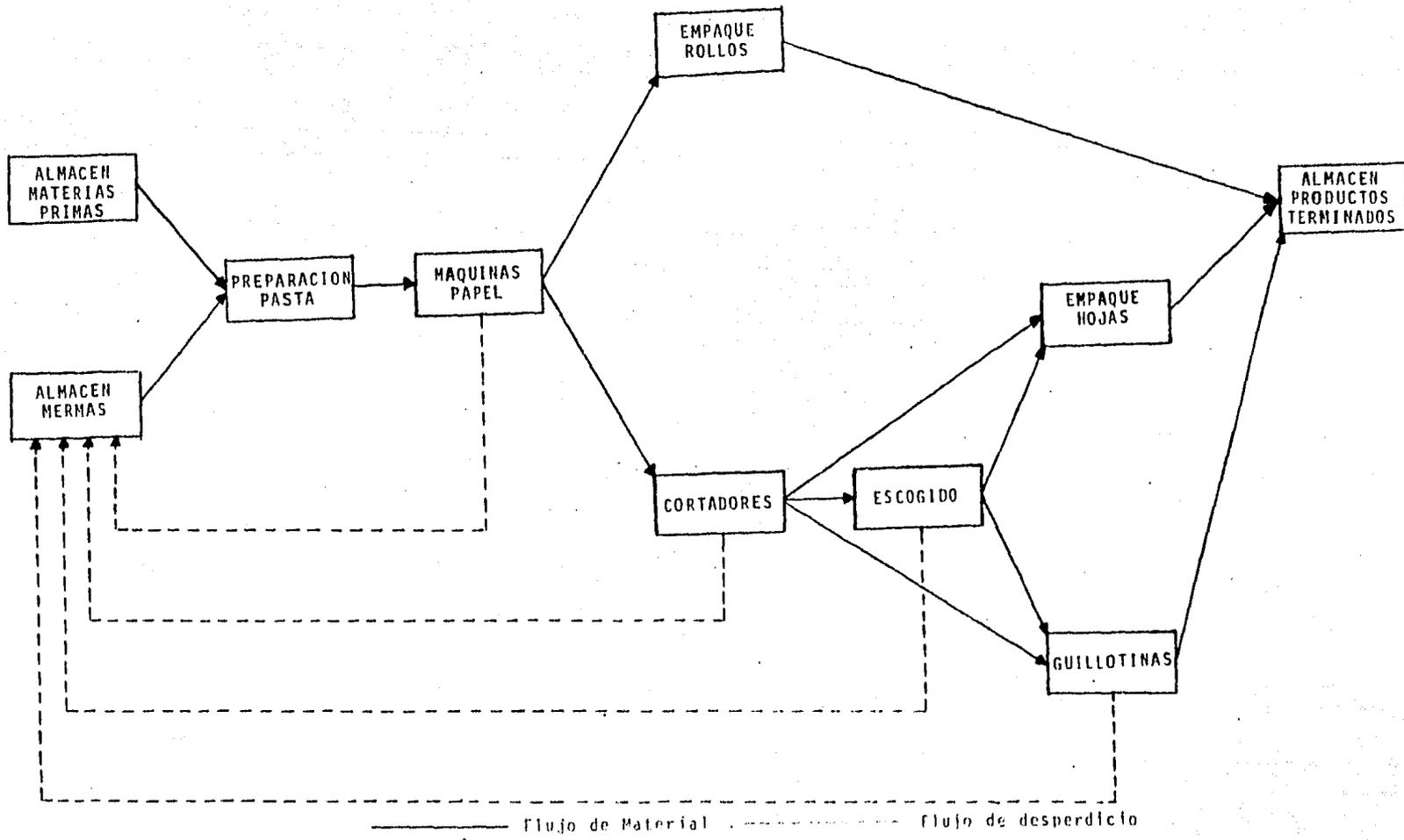


Figura 2-1: PROCESOS DE MANUFACTURA EN LA FABRICACION DE PAPEL

fallas de mantenimiento, descuidos de la mano de obra, falta de control de calidad. Factores que dan una mala imagen de la empresa al no cumplir con las cantidades y fechas de entrega a los clientes. Por lo tanto, lo que se necesita es controlar este desperdicio de papel, de tal manera que no rebase el mínimo requerido.

Es importante mencionar, que aunque este desperdicio (merma) se vuelve a reprocesar, si representa un costo adicional.

## **2.1. EL PROBLEMA DE AUTOCONTROL**

Los sistemas de control deben poder responder frecuente y rápidamente a los cambios que con frecuencia son -- distintos a los experimentados. En consecuencia, los -- sistemas de control se deben adaptar rápidamente al ocurrir un cambio y aprender rápidamente entre cambios.

Después del análisis realizado, es posible determinar, para el caso particular de esta empresa, que existen 3 - aspectos a mejorar para resolver el problema de AUTOCONTROL, y son los siguientes:

- Control de la Calidad del Producto.
- Planeación y Control de la Producción.
- Instalación de un sistema de Mantenimiento Preventivo.

## SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD:

El control de la calidad implica el establecimiento de un sistema que permita medir y comparar los resultados de la producción actual y pasada, en relación a las esperadas o especificadas, con el fin de saber si se ha obtenido el producto de la calidad deseada, o bien corregir, mejorar el proceso, la operación, etc., y/o formular nuevas especificaciones o corregirlas. (Fig. 2-2).

### Fijación de Especificaciones:

La especificación es una herramienta importante, mediante la cual se obtiene un producto de calidad aprobada.

El diseño y establecimiento de las especificaciones, es esencialmente un arreglo entre los requerimientos del consumidor y las posibilidades del productor; debido a que, idealmente, al productor le gustaría no tener límites y el consumidor desearía que cada uno de los productos fuera idéntico al anterior, es frecuente que existan discusiones continuas en relación a los límites; porque el productor, quisiera límites no razonables. Y el consumidor no se dá cuenta de que los procesos de producción tienen limitaciones y si él insiste en algo mejor de lo que es capaz el proceso, existe un lindero más --

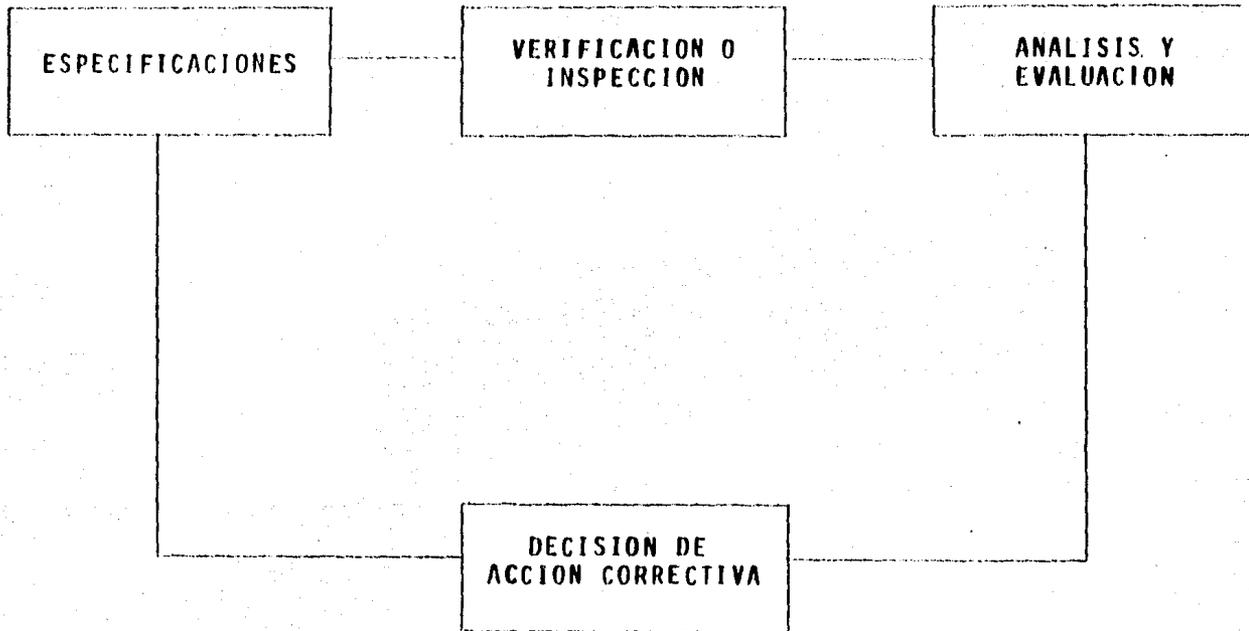


Figura 2.2

SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

allá del cual los artículos son rechazados y tendrá que pagar por ellos, ya sea directa o indirectamente. Algunas veces los límites son estrechos y podrían ser ampliados, sin que se afecte apreciablemente la calidad. y en cambio podría resultar un costo más bajo.

En párrafos anteriores se mencionó que se llega a la selección de lo que deben ser las características de calidad de un producto, mediante la discusión entre los departamentos. Todos contribuyen en algo, así: VENTAS dá a conocer la opinión de los clientes; PRODUCCION, manifiesta las limitaciones de costo y de personal, y COMPRAS las de disponibilidad de materiales.

Debe haber una fuente única autorizada para emitir las especificaciones de calidad del producto. Esto es, debe ser un departamento único, quien tenga la facultad y la responsabilidad de publicar las especificaciones oficiales del producto.

Este departamento en algunas empresas, es el Departamento de Ingeniería o Diseño, en otros, el Departamento de Investigación; ó el Departamento Técnico, etc.

No se debe caer en el error de establecer tolerancias sin tener la suficiente información sobre el producto y con el fin de protegerse sobre posibles quejas de parte

del consumidor, se diseñen estrechas. Esto puede traer las siguientes consecuencias:

1. El personal de Producción y de Inspección, guarda poco respecto a las especificaciones y tolerancias.
2. Se aumenta el costo de fabricación del producto.
3. Habrá exceso de desperdicio y de material o producto reprocesado.

#### Verificación o Inspección:

Inspección es la actividad que se lleva a cabo para separar el producto malo del bueno o verificar que se está trabajando dentro de especificaciones.

Las funciones del Departamento de Inspección son:

- a) Prever posibles fallas o desviaciones.
- b) Localizar fallas en producción.
- c) Asegurar que el cliente sólo reciba productos de calidad garantizada.
- d) Dar información que permita el ajuste o modificación de especificaciones buscando una mejora del producto.

### Análisis y Evaluación:

Si el estado actual de las cosas es comparable a lo esperado, entonces el sistema ha operado con eficiencia. En caso contrario, la diferencia de especificaciones es un síntoma de funcionamiento erróneo del sistema y se requiere un diagnóstico.

Dichas desviaciones pueden deberse a cualquiera de las siguientes 3 razones:

- a) La información utilizada era incorrecta. Si se encuentra que es así el sistema necesita modificarse para que no se cometan los mismos errores.
- b) No se cumplieron efectivamente las instrucciones originadas en quien toma las decisiones. La implantación fue defectuosa, lo que requiere cambios apropiados en el sistema.
- c) Que hayan ocurrido cambios no anticipados en el sistema o en su medio. Si son cambios permanentes, entonces puede ser necesario modificar alguno o todos los subsistemas. Si se encuentra que los cambios que han producido la desviación son temporales pero sujetos a repetición, entonces se debe cambiar el sistema para tomar en cuenta

esta posibilidad. En todo caso, los cambios inducidos por desviaciones en el control y el sistema controlado, constituyen una adaptación.

#### Acción Correctiva:

La toma de decisiones es un proceso que convierte la información en instrucciones, que son mensajes cuyo propósito es afectar el comportamiento del sistema -- controlado en tal forma que se mejore su funcionamiento.

La toma de decisiones requiere de razonamientos, para ésto se necesita de representaciones estadísticas, sobre lo cual se debe decidir. Por medio del manejo de esas representaciones, el responsable de las decisiones puede determinar las alternativas que tiene y sus probables consecuencias.

#### SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION.

Para mejor entender el concepto de Planeación y Control de la Producción, se definen en primer lugar sus objetivos, que pueden ser:

1. Cumplir con las cantidades y fechas de entrega al -- cliente de acuerdo a la política existente.

2. Mantener bajos los costos de producción, haciendo que los recursos invertidos sean aprovechados al máximo.

3. Facilitar el desarrollo del Sistema Productivo proporcionando la información requerida para que ésta se efectúe, así como la requerida para su control en otras áreas de la organización. Para alcanzar estos objetivos, en la medida que sean especificados, tiene que, a manera genérica, desempeñar ciertas funciones básicas que a saber son:

a) Planear.

Esta primera decisión a tomar consiste en determinar en base a la venta, qué vamos a producir. Esta comprende:

- Tipos de Productos.
- Cantidad.
- Fecha en que se necesita.

Esta investigación hace que los recursos operen flexiblemente. En un caso los recursos disponibles determinarán el plan de producción y a la inversa éste hará que los recursos sean ajustados.

b) Programar.

En esta fase se determina en qué máquinas o de --  
partamentos se va a producir el producto, el per-  
sonal con que se cuenta y como se va a procesar  
(especificaciones, tiempos, insumos, métodos de  
trabajo, etc.)

c) Despacho de la Producción.

La planeación y Programación deben pasar a la --  
ejecución, y para que ésto suceda es necesario -  
hacer una comunicación de la información del Pro-  
grama de Producción, a las áreas operativas.

d) Ejecución de la Operación.

Esta función es la que a través del supervisor -  
operador, interpretan las órdenes especificadas y  
realizan la fabricación del producto.

e) Retroinformación.

Como inicio del control de la producción, esta -  
función consistirá en medir los resultados en --  
cantidad y tiempo, de la producción realizada.

f) Comparación y Evaluación.

De la comparación de cantidad y tiempo, se apreciarán las desviaciones habidas en el Sistema -- Productivo, evaluándose cuando hay que ejercer acciones correctivas.

g) Acciones Correctivas de Activación y Ajuste.

La evaluación de las desviaciones permiten tomar la decisión de implantar acciones correctivas para controlar la marcha del sistema productivo. - El impulso de estas acciones no sólo servirán al sistema operativo, sino que deberán ser suministradas a las fases de Planeación y Programación a fin de que sean utilizadas en la elaboración - de siguientes planes y programas.

Una vez visto lo anterior, podemos resumir que la Planeación y Control de la Producción es el conjunto de acciones que se realizan con el fin de integrar los recursos de la producción en un proceso operante eficiente, y que éste, produzca los resultados en cuanto a tiempo, cantidad, costo y calidad que se hayan preestablecido. (Fig. 2-3).

A continuación se describe como funcionaría el Sistema en la fábrica de papel.

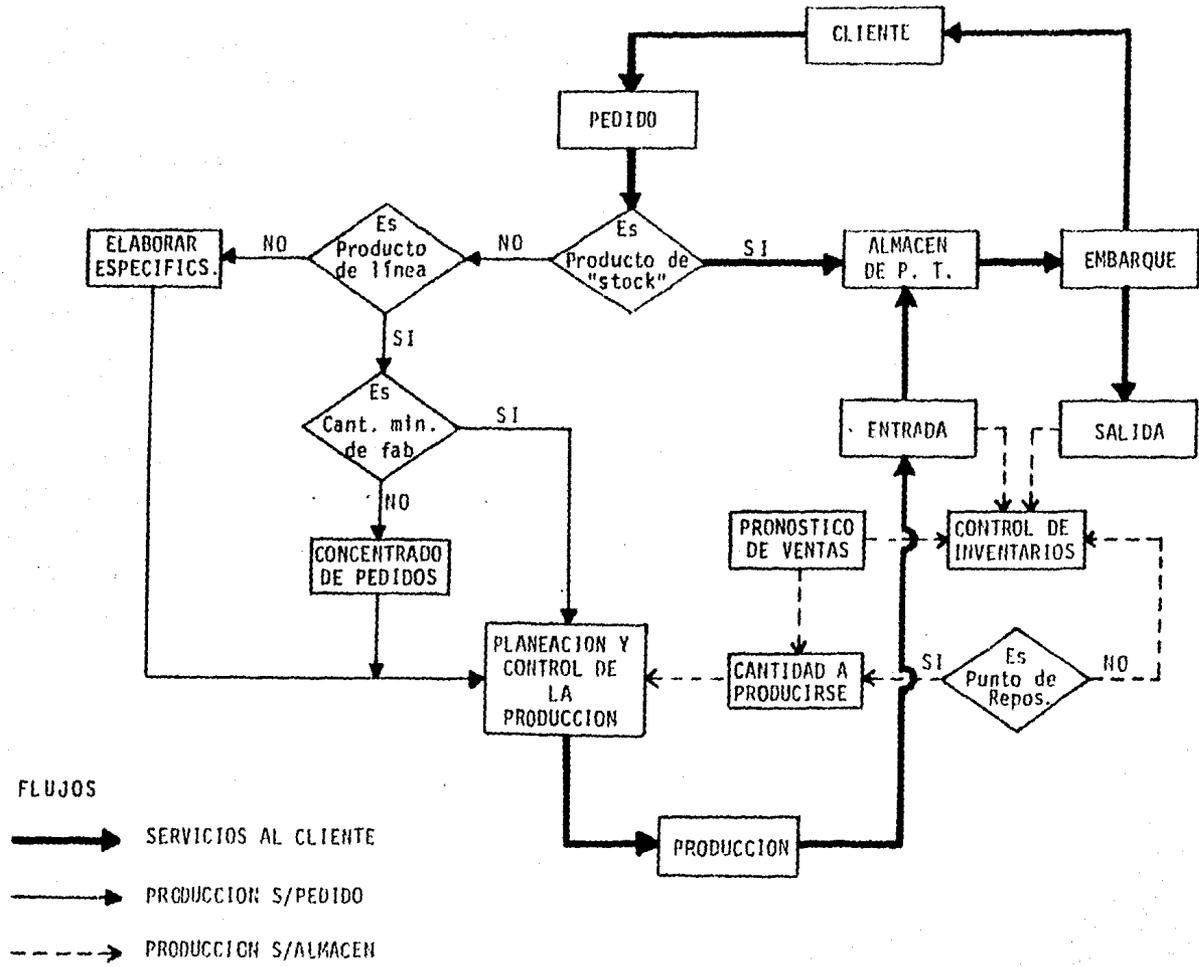


FIGURA 2-3

INTEGRACION DEL SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION A LA FABRICACION DE PAPEL

En la fábrica existen dos métodos básicos de fabricación:

- Producción sobre Almacén:
  - a) Con renovación de Inventario.
  - b) Con pronóstico de Ventas.
  
- Producción sobre Pedido:
  - a) Artículos de Línea.
  - b) Artículos Especiales.

En la Figura 2-3, se describe como funcionaría el sistema.

A continuación se mencionan algunas de las características que los identifican:

#### Producción sobre Almacén:

- a) Se mantiene existencia permanente de artículos en el almacén. De ésta se abastece la demanda del cliente.
  
- b) Periódicamente se ordena la fabricación de artículos para reponer el inventario. En el primer caso se hace cuando la cantidad en existencia física es igual a un volumen que se reconoce como ---

"Punto de Reposición". En el segundo caso el período de renovación corresponde a los mismos ciclos del pronóstico de ventas (semanas, meses, etc.)

- c) La cantidad a fabricarse se establece: En el primer caso mediante una cantidad fija mínima de producción (Lote Económico de Producción). En el segundo caso la cantidad es igual al pronóstico de ventas (descontando el inventario físico al inicio del ciclo a programarse). También se puede incluir en este caso el concepto de lote mínimo, fraccionando el total pronosticado o produciendo el mínimo cuando el pronóstico sea inferior enviándose el resto al inventario del siguiente ciclo.

#### **Producción sobre Pedido:**

- a) No se mantiene existencia de artículos en el almacén.
- b) Se ordena la fabricación cuando el cliente lo demanda.
- c) La cantidad a fabricarse es igual a la requerida por el cliente. Cuando se establecen cantidades mínimas de fabricación, si la cantidad solicitada

es inferior se procura reunir varios pedidos para -  
cubrir este requisito (concentrado de pedidos).

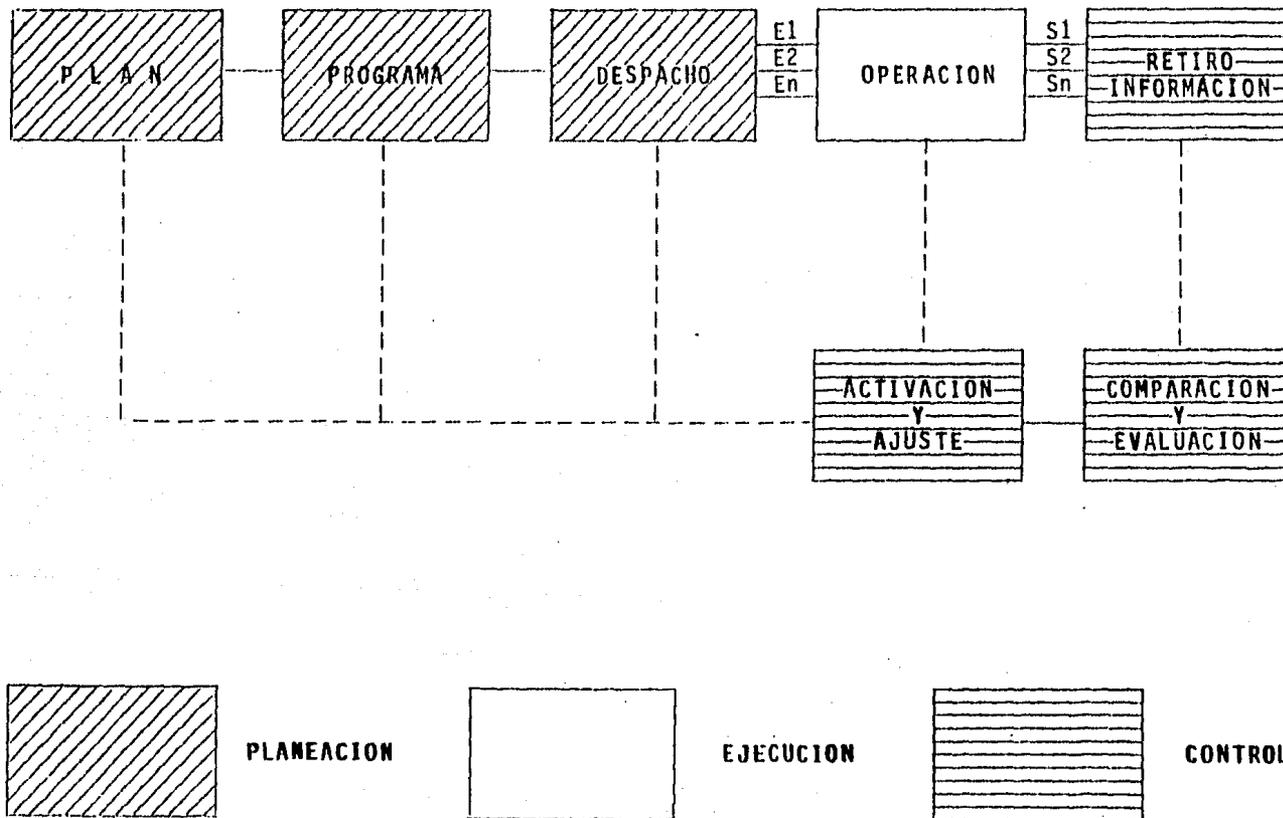


Figura 2-3

SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El fin perseguido por mantenimiento es el de conservar en buen estado los edificios, terrenos, la maquinaria e instalaciones de fabricación.

La tendencia moderna de organizar el trabajo de mantenimiento, es consecuencia de varias cosas:

1. Las interrupciones de la producción puede ser causa -- del incumplimiento de los plazos de entrega convenidos, con graves consecuencias y pérdidas de clientes.
2. La programación de las actividades de mantenimiento -- asegurará la existencia en almacén de refacciones y -- piezas de recambio necesarias.
3. Los gastos de servicios auxiliares como vapor, aire, - electricidad, agua, etc., se reducen mediante un trabajo de conservación continuo.
4. La especialización en el trabajo de mantenimiento, dá como resultado una mayor garantía en el trabajo realizado, al mismo tiempo que se reduce el costo.

De estos puntos mencionados, vemos que el principal objetivo del mantenimiento, es anticipar e impedir las inte

rrupciones no programadas en la producción y conservar la maquinaria en un estado tal que permita obtener un alto rendimiento.

El sistema de mantenimiento preventivo depende en gran parte del establecimiento de un programa adecuado de control, y el ideal es corregir las fallas de poca importancia antes de que den lugar a la necesidad de hacer reparaciones importantes.

A continuación se hace una descripción del funcionamiento del sistema de mantenimiento preventivo.

- Las recomendaciones del fabricante se refieren a ilustraciones detalladas sobre los elementos que hay que inspeccionar, las medidas necesarias y los límites de tolerancias y servicios.
  
- Regulación de las inspecciones en cuanto a frecuencia de las mismas y su coordinación con las operaciones de mantenimiento. La regulación de las inspecciones tiene por objeto distanciarlas lo más posible, con el fin de reducir el costo, pero sin salirse de los límites de seguridad del tiempo durante el cual no se desarrollen los defectos hasta el punto de necesitar atención. Debe tratar de combinarse las inspecciones con los trabajos de mantenimiento.

La frecuencia inicial de la inspección se fijará basándose en el criterio personal y en la experiencia general con la maquinaria de que se trate. Los registros de inspección y conservación indicarán cuando debe combinarse la frecuencia.

- Las hojas de inspección se refieren a las partes que hay que inspeccionar periódicamente, por ejemplo: cojinetes, engranes, rodillos, motores, etc. Estas hojas se deben llevar por tipo de máquina.
- El programa es conveniente representarlo en gráfica de Gantt para poder llevar un registro de control y un seguimiento de las actividades.
- El programa de mantenimiento debe ser discutido y aprobado por producción.
- La mano de obra, materiales y refacciones; se determinan en base a la historia de las máquinas, recomendaciones del fabricante y del programa de mantenimiento.
- La historia de las máquinas servirá de base para justificar su sustitución, un mantenimiento más intenso y/o una modificación.
- El sistema de mantenimiento debe ser revisado, evaluando los resultados, costos, experiencias, etc. De esto

se deduce que el sistema no es estático, sino que debe mejorarse continuamente.

Al establecer el ciclo de mantenimiento, se deberá cumplir con el principio fundamental de determinar el punto de economía máxima y aquél en el cual aparecen los riesgos. Estos puntos pueden determinarse solamente - estudiando la eficiencia de los resultados en cuanto a cantidad, calidad, porcentaje de rechazos, etc. En la figura 2-4 se puede ver el sistema de mantenimiento.

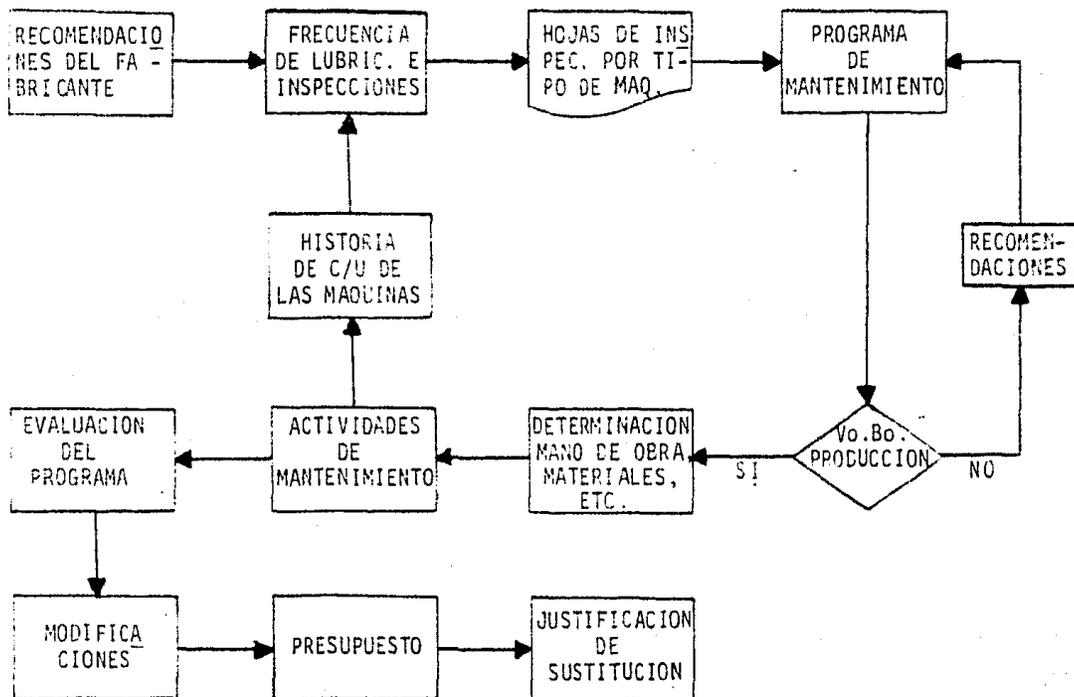


Figura 2-4

## SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

## 2.2. HUMANIZACION.

Así como reconocimos que los sistemas de producción -- caen dentro de la clasificación de Sistemas Cerrados, que aparentemente son menos complejos, debemos reconocer que la eficiencia de estos sistemas, se ve afectado por la actuación del hombre, que siendo un insumo o un recurso de la producción, es a la vez un sistema abierto; sus objetivos, son variables en función de la persona, en función del momento, en función de sus necesidades, etc.; los insumos del hombre, son el aire, los alimentos, las informaciones que manejan, etc.; y el producto, será también un -- conjunto variado de aspectos fisiológicos, reacciones espirituales, y comportamientos que afectarán su rendimiento en el trabajo.

Los Psicólogos, aceptan que el comportamiento de una persona está sujeto totalmente a la ley causa-efecto, es decir, estímulo-respuesta; este conocimiento, prácticamente comprobado, permite manejar con cierto éxito los recursos humanos, a través de la motivación.

Comprender la conducta humana sería imposible si no se consideran dos elementos fundamentales; las causas (motivos) y sus fines (objetivos y metas).

Todo comportamiento humano tiene motivos, es intencio-

nal y está dirigido hacia el logro de una meta. Esta información es válida para individuos aislados y grupos humanos (asociaciones, instituciones, a la humanidad total)



De lo antes visto se puede decir que:

Motivación es el impulso organizador y encausador de la conducta humana; es el impulso dirigido para el logro de una meta.

Todo comportamiento tiene una razón.

Toda conducta está dirigida a satisfacer una necesidad.

El grado de motivación del individuo, depende de la intensidad de sus razones internas o necesidades.

El problema de humanización se basa en la convicción de que cada sistema debe tomar mayor responsabilidad por el bienestar de sus componentes.

La humanización tiene dos aspectos:

- Satisfacción.- Es una medida del grado en que el to-

do sirve bien a los propósitos de las partes.

- **Participación.**- Que comprende el grado en que participan los individuos en la toma de decisiones que afectan su satisfacción.

En la actualidad, se comienza a creer que la mayoría de las organizaciones, deberían ser multicabezas y orientadas hacia sus miembros.

La organización multicabeza es aquella en que no hay una sola autoridad final, por lo cual las decisiones de la misma organización requieren de la concordancia entre dos o más iguales. Esta organización es aquella en que cada miembro tiene la misma voz dentro de las elecciones de la organización.

La organización orientada a sus miembros es aquella cuyo objetivo es servir a los intereses de sus miembros sin importar cuan diversas sean.

La humanización de una organización requiere que sus objetivos sean compatibles con los de sus miembros individuales para que se refuercen mutuamente. Cuando se paga a un individuo por la cantidad de piezas que produce, se supone que uno de sus objetivos importantes es maximizar su ingreso. Si es cierto, el pago hace que los objetivos

de la corporación y del individuo estén en armonía; pero el trabajador puede tener otros objetivos de la misma -- o mayor importancia que maximizar sus ingresos, objetivos mal servidos por el pago a destajo. Si así sucede, y hay mucha evidencia que así es, entonces los pagos por incentivos pueden aumentar el conflicto entre la corporación y sus empleados.

La actitud del trabajador hacia su patrón no es cuestión únicamente de incentivos y objetivos a los que se le sujeta, sino que también depende de la clase de trabajo que desarrolla, el medio en que lo hace, la compensación que recibe, la oportunidad de participar en el diseño de su trabajo, el medio ambiente de éste, y sus perspectivas de promoción.

La humanización no debe interpretarse como el hecho de convertir a las organizaciones en instrumentos cuyo único propósito sea satisfacer sus miembros, ya que hacerlo "sacaría del negocio" a muchas organizaciones debido a que también son responsables dentro del sistema mayor del cual forman parte. Esta responsabilidad origina el problema de la ambientalización, tema del siguiente capítulo.

### 2.3. AMBIENTALIZACION.

La ambientalización es la relación que guarda el sistema con todos los agentes externos que lo afectan o pueden llegar a afectarle.

Es lo inverso de la humanización, en que el sistema -- tiene atención a sus componentes que lo forman.

Los esfuerzos de humanización se basan en la convicción de que cada sistema debe tomar mayor responsabilidad por el bienestar de sus componentes. En la ambientalización hay una convicción complementaria de que los componentes deben tomar mayor responsabilidad por el bienestar del todo.

En el enfoque de sistemas se considera a cada sistema con un propósito contenido dentro de un medio ambiente y que es parte de uno o mayores sistemas. Por ejemplo, se puede considerar que una ciudad es parte de un estado, un estado, parte de una nación, y una nación, parte de una familia de naciones. Se puede considerar que una compañía es parte de una industria y que la industria es parte de una economía. Se puede considerar que cada uno de todos los sistemas afecta o es afectado al menos por un sistema del cual forma parte. También interactúa con otros sistemas dentro de su suprasistema. Por ejemplo, las ciu

dades interactúan con otras ciudades; lo mismo sucede con los estados, naciones, corporaciones y agencias de gobierno.

Todo el medio ambiente de un sistema forma parte de -- uno o más de los sistemas que lo contienen. Su ambiente está formado por todas las cosas físicas y sociales, artificiales y naturales que le son externas y que afectan o son afectados por su comportamiento.

En el caso de una empresa, el medio ambiente que la rodea determina sus riesgos y oportunidades. Este medio es complejo y está constantemente sometido a cambios. Por eso se justifica creer que el índice de cambios que se -- operan en el medio ambiente rebasa el índice de cambios de la organización, la cual queda, por tanto, en un estado de inadaptación. La empresa tiene que estar constantemente adaptándose al medio ambiente, si no quiere ser -- "aplastada" por él.

El concepto de cualquier medio debe explicarse haciendo referencia a algún agente. El medio ambiente es la totalidad de fuerzas y entidades que son extrínsecas y potencialmente importantes para el agente de que se trate. El medio deberá definirse de manera distinta cuando el -- agente es una roca, o cuando se trata de un pez, una persona, compañía, nación, etc.

Aquí nos interesa la definición del medio ambiente de la industria papelera, o sea, la totalidad de fuerzas y entidades que rodean y pueden afectar a la producción de papel. (Ver Fig. 2-5).

El medio ambiente de la fábrica de papel está formado por los siguientes elementos:

- **CONSUMIDORES.**

La producción y distribución eficientes dentro de la localidad y el precio justo que estén dispuestos a pagar; dar la seguridad de que se trata con una empresa seria y progresista. Interesa fundamentalmente su número, su poder de compra, sus necesidades y deseos, y sus hábitos comerciales.

**INVERSIONISTAS.**

Promover el crecimiento de la empresa y conseguir el mayor rendimiento posible del capital invertido y del que sea necesario invertir para desarrollar el mercado potencial presente y futuro; considerando este objetivo no sólo a corto plazo, sino por toda la vida de la empresa. Pagar todos los años en forma consistente un dividendo razonable a los accionistas.

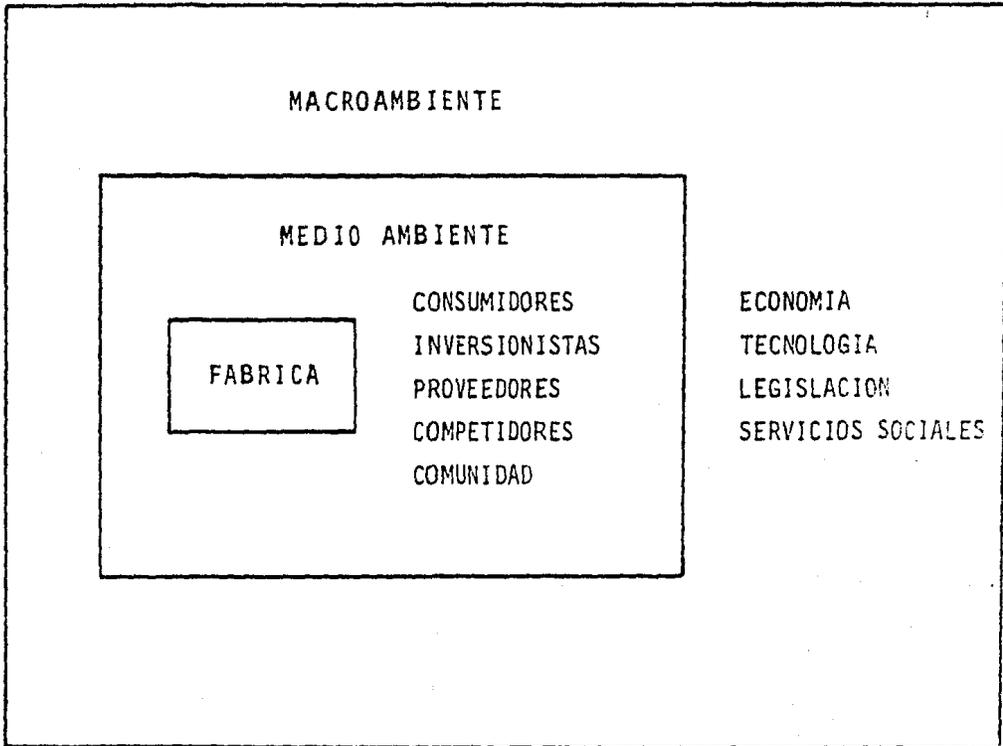


Figura 2-5

MEDIO AMBIENTE DE LA FABRICA DE PAPEL

- **PROVEEDORES.**

Fomentar un mercado de competencia, en cuanto a la calidad, precio y servicios se refiere, pagando precios justos y en los plazos convenidos, manteniendo relaciones cordiales con los proveedores actuales y posibles y propiciando su desarrollo. Los proveedores incluyen los gobiernos que proporcionan servicios e instalaciones públicas que paga la compañía a través de sus impuestos.

- **COMPETIDORES.**

Colaborar con ellos para el mantenimiento de normas -- justas de competencia basadas en principios éticos y orientadas al desarrollo del mercado y al beneficio -- del consumidor, así como en el logro de otros objetivos comunes propios del gremio industrial al que pertenece.

- **COMUNIDAD.**

Contribuir al bien común de la localidad y al del país en general, aportación al desarrollo económico y a la acción social y por la consideración humana hacia todos los miembros de la sociedad.

A un nivel de análisis más general todavía, la empresa pertenece al "macroambiente". El macroambiente está - integrado por las fuerzas de instituciones que afectan las transacciones entre la industria y sus mercados. - El macroambiente puede considerarse a la luz de cuatro elementos principales que son:

- **MEDIO ECONOMICO.**

En el aspecto económico que rige el comportamiento de la empresa, deben tenerse presentes 4 factores:

- a) Las actitudes hacia las importaciones.
- b) La estabilidad política.
- c) Las regulaciones monetarias.
- d) La burocracia gubernamental.

- **MEDIO TECNOLOGICO.**

Ninguna industria puede dar por seguro que sus productos y tecnología van a ser iguales dentro de veinte años. Actualmente, se están desarrollando innovaciones de trascendencia considerable en todos los campos de actividad.

La industria no debe quedarse pasiva, mientras la competencia busca procedimientos nuevos y mejores para ha

cer las cosas. La empresa debe estar al día respecto a las grandes oportunidades que va abriendo el cambio tecnológico.

#### - MEDIO LEGISLATIVO.

El tercer elemento importante del medio ambiente al que debe prestar atención la industria es el de la legislación, opinión y reglamentos públicos, en cuanto tienen que ver con el mercadeo de bienes y servicios y el de - terioro ambiental. El campo de las prácticas de nego - cios se presta a muchos abusos, que plantean serias dificultades tanto a las organizaciones como a la comunidad.

El medio legal está integrado por un gran volumen de le - yes públicas que tratan de eliminar las actividades monopolísticas y dolosas, que perjudican tanto a los nego - cios como a los intereses del consumidor; las leyes más recientes tienden concretamente a aumentar la protec - - ción a los consumidores.

#### - SERVICIOS SOCIALES.

Finalmente, el medio cultural sigue las tendencias ha - cia la vida fácil, placentera, social y segura, los cua - les ejercen influencias de largo alcance sobre los pro -

ductos y servicios que las empresas pueden proporcionar.

# 3

## ORGANIZACION DE LA PRODUCCION Y SU RELACION CON OTROS DEPARTAMENTOS

Las organizaciones de producción se diseñan para generar una salida. Diferentes secuencias o combinaciones de operaciones están involucradas para convertir entradas a salidas. Si la salida es servicio, el recurso debe ser aprovechado, -- combinándolo con personal bien capacitado para producir el servicio deseado. Un producto se produce por medio de la utilización de recursos y de este modo poder incrementar su valor. En ambas situaciones la salida cuenta con las actividades -- coordinadas de mucha gente.

### 3.1. FUNCIONES DE UNA EMPRESA INDUSTRIAL.

Las funciones más importantes de una compañía relativamente grande son descritas en la Figura 3-1.

Diagramas similares podrían ser desarrollados para empresas más pequeñas, actividades gubernamentales, programas sociales, o cualquier organización caracterizada como un sistema de producción.

El círculo central en el diagrama representa las políticas dentro de la organización. En una organización piramidal, este grupo ocuparía la cima. De esta posición central la actividad se transmite hacia afuera, -- comprendiendo responsabilidades, toma de decisiones para las funciones administrativas, políticas de conducta con el medio ambiente. El comportamiento con el medio ambiente incluye relaciones con los accionistas, oficinas de gobierno, competidores, y el público consumidor.

Los círculos entrelazados que rodean el círculo central en la Figura 3-1 representan los servicios administrativos dentro de una organización. Instrucciones establecidas por el grupo directivo son convertidas a acciones por el grupo administrativo. Las porciones traslapadas de los círculos denota la necesaria cooperación de los 2 grupos en establecer todas las políticas para

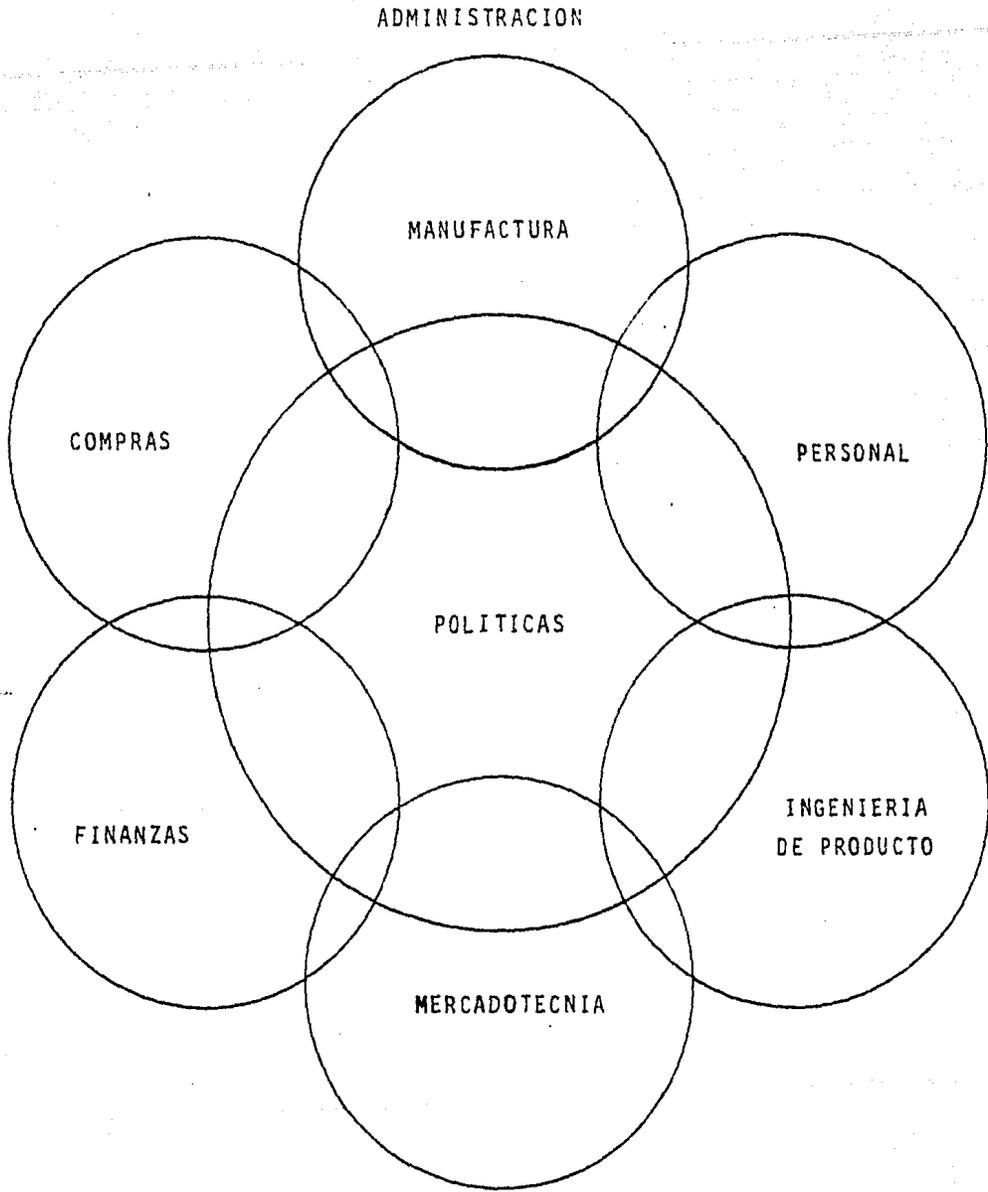


Figura 3-1

POLITICAS Y FUNCIONES ADMINISTRATIVAS DE UNA ORGANIZACION

alcanzar los objetivos deseados.

El propósito de cada función y su relación a los procesos de producción son brevemente discutidos a continuación.

- **MANUFACTURA.**

Una función fundamental de muchos sistemas de producción es producir una salida física. Manufactura incluye las operaciones y servicios de soporte directos involucrados con la fabricación de un producto. Ingeniería Industrial está comprometido con normas de producción, ejecuciones estándar, mejora de métodos, disposición de equipo, y manejo de materiales.

Ingeniería de Planta es responsable de la construcción, mantenimiento e instalación de equipo dentro de la planta, y otros problemas de naturaleza mecánica, hidráulica o eléctrica.

- **PERSONAL.**

Se encarga del reclutamiento e instrucción del personal necesario para operar los sistemas de producción. La contratación de gente en la organización incluye salud, seguridad y administración de salarios. Rela-

ciones de trabajo, servicios de empleo y beneficios - son factores de gran importancia.

#### INGENIERIA DE PRODUCTO.

Algunas compañías incluyen en su organización la investigación y desarrollo de nuevos productos. En toda compañía es de gran interés el desarrollo del producto, el diseño e investigación de nuevos productos, y la utilización de productos de desperdicio.

#### MERCADOTECNIA.

Muchas ideas para Ingeniería de Producto vienen a través de la función de Mercadoténia. Pronósticos de -- ventas y estimaciones de la demanda futura son desarrolladas para auxiliar otras funciones de dirección. Las ventas son el principal interés de Mercadotécnia.

El trabajo promocional es una actividad altamente especializada, inclucrando publicidad y relaciones con el consumidor. El contacto con consumidores suministra la retroalimentación acerca de la calidad esperada de la compañía y opiniones sobre que tan bien los productos cumplen con los estándares de calidad.

## FINANZAS.

El Departamento de Finanzas se encarga de los programas y presupuestos para las secciones operativas, evalúa las proposiciones de inversión para facilitar la producción, prepara informes financieros tales como Balances, Estados de Resultados. La actividad fundamental es ver que tan bien están funcionando la compañía y sus departamentos.

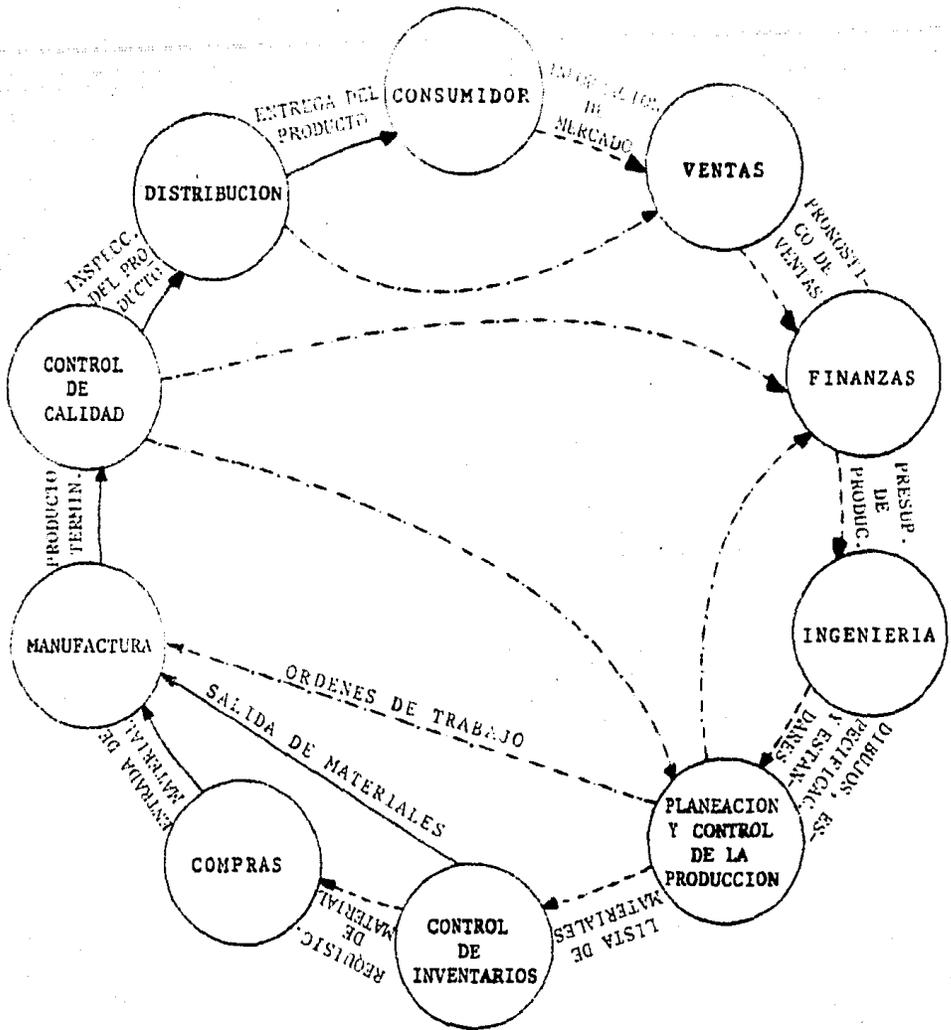
## COMPRAS.

En un sentido limitado, Compras se encarga de la adquisición de material de fuentes externas.

Ampliando más la función de Compras, ésta tiene otras actividades como son, la investigación de formalidad de los proveedores, determinando que materiales son necesarios, coordinando entregas con inventarios de producción, buscar nuevos materiales. Puesto que la función de Compras sirve a otras áreas funcionales. Algunas veces extiende sus actividades tales como control de inventarios, inspección de materiales, embarque y recepción, y transportación interna.

### 3.2. FUNCIONES DE UN PROCESO DE PRODUCCION.

Otra manera de ver las funciones de los distintos departamentos que forman una organización, es conforme a sus posiciones relativas en un proceso de producción. El arreglo secuencial mostrado en la Figura 3-2 es más simplificado, aún para una compañía pequeña. En esta figura se indica el flujo de información y de los materiales que relacionan las funciones de dirección a la producción del producto. La información indicada y reportes de progreso ilustran únicamente trayectorias formales. Si todo lo verbal y memorándums informales de información fueran mostrados, el diagrama asemejaría una tela de araña.



- > INSTRUCCIONES
- > FLUJO DE MATERIAL
- - -> REPORTES DE AVANCE

Figura 3-2

CICLO DE LAS FUNCIONES DE PRODUCCION

# 4

## DIAGRAMAS CAUSA-EFECTO (ISHIKAWA)

El valor de ayudas visuales para entender un problema es muy grande. Diagramas, cartas, y otras representaciones gráficas contribuyen a mejorar la comunicación para organizar datos y en focar la atención a conclusiones específicas. Un diagrama CAUSA-EFECTO es un retrato de un problema. Muestra las entradas - que afectan el problema y los resultados por anticipado.

Los diagramas CAUSA-EFECTO están usualmente asociados con investigaciones, ellos son solamente valuales para presentacio - nes.

Estos diagramas fueron originados por el profesor Kaoru - - Ishikawa en 1953, en su trabajo de Control de Calidad, también son conocidos como diagramas Ishikawa.

#### 4.1. USOS.

- Los diagramas CAUSA-EFECTO pueden servir para generar ideas en un grupo. Cuando un individuo está buscando ideas, las entradas en un diagrama CAUSA-EFECTO indica similitudes adicionales. Un formato CAUSA-EFECTO puede servir como un registro del plan para generar ideas en grupo.
- Diagramas de un lado, cualquiera de causa o de efecto, pueden ser utilizados para investigar el origen de un problema o los resultados esperados de un curso de acción.

Otro aspecto de los diagramas CAUSA-EFECTO es la facilidad con que puede ser evaluada su construcción. Un análisis puede fácilmente decir hasta que punto un problema fue resuelto por la construcción del diagrama. Una abundancia de detalle, indica un exhaustivo esfuerzo, un simple esbozo significa que el problema u objetivo fue poco importante o la solución no fue completa.

#### 4.2. CONSTRUCCION.

El primer paso para construir un diagrama CAUSA-EFECTO es desarrollar una eficaz exposición del problema u objetivo. Este objetivo en el diagrama se representa -- por un rombo. Como se muestra en la figura 4-1, una flecha entrando por la izquierda representa los factores -- que causan el problema y una flecha saliendo por el lado derecho representa la composición de efectos debido a la solución a suministrar. En la parte inferior del rombo se anota la fecha de la implantación para fijar el punto donde las causas toman efecto.

Después la estructura básica se forma con la identificación de los factores dominantes. Estos son denotados en el diagrama por ovalos, de la parte izquierda del rombo, de los ovalos salen flechas de causa dirigidas al -- eje de la causa espinal, y del lado derecho del rombo, -- salen flechas del eje espinal de efectos dirigidos a los ovalos de efectos. Flechas más pequeñas identifican sub factores. También flechas de sub-subfactores pueden dirigirse a o de estos. Cada clase adicional de flechas -- suministra grandes detalles.

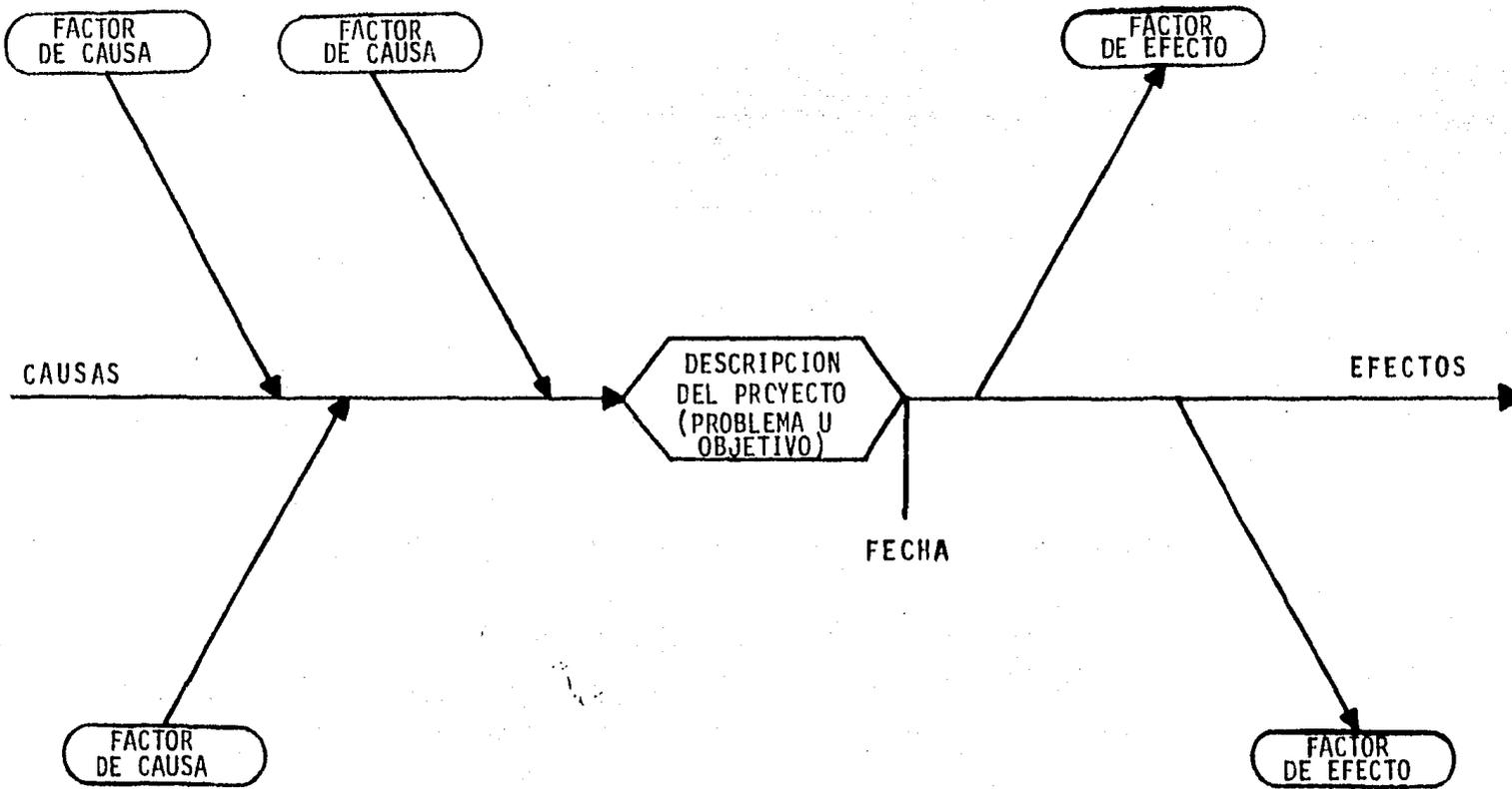


Figura 4-1

ESTRUCTURA BASICA DE UN DIAGRAMA CAUSA-EFECTO, DONDE LOS FACTORES PRINCIPALES SE UNEN CON FLECHAS AL EJE ESPINAL DE CAUSAS Y EFECTOS

#### 4.3. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO EN LA FABRICACION DE PAPEL.

El objetivo se tiene bien definido y es el aumento de productividad empleando el enfoque sistémico.

Como se vió en el capítulo anterior para aumentar la productividad en la fabrica de papel es necesario implantar los siguientes sistemas:

- SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.
- SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION.
- SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Se propusieron estos tres sistemas por las condiciones específicas del análisis en esta fábrica, pero esto no quiere decir que sea la norma para otro centro productivo, ya que cada empresa presenta condiciones muy particulares.

Teniendo el antecedente de la construcción de los diagramas CAUSA-EFECTO. El diagrama para la fábrica de papel se muestra en la figura 4-2.

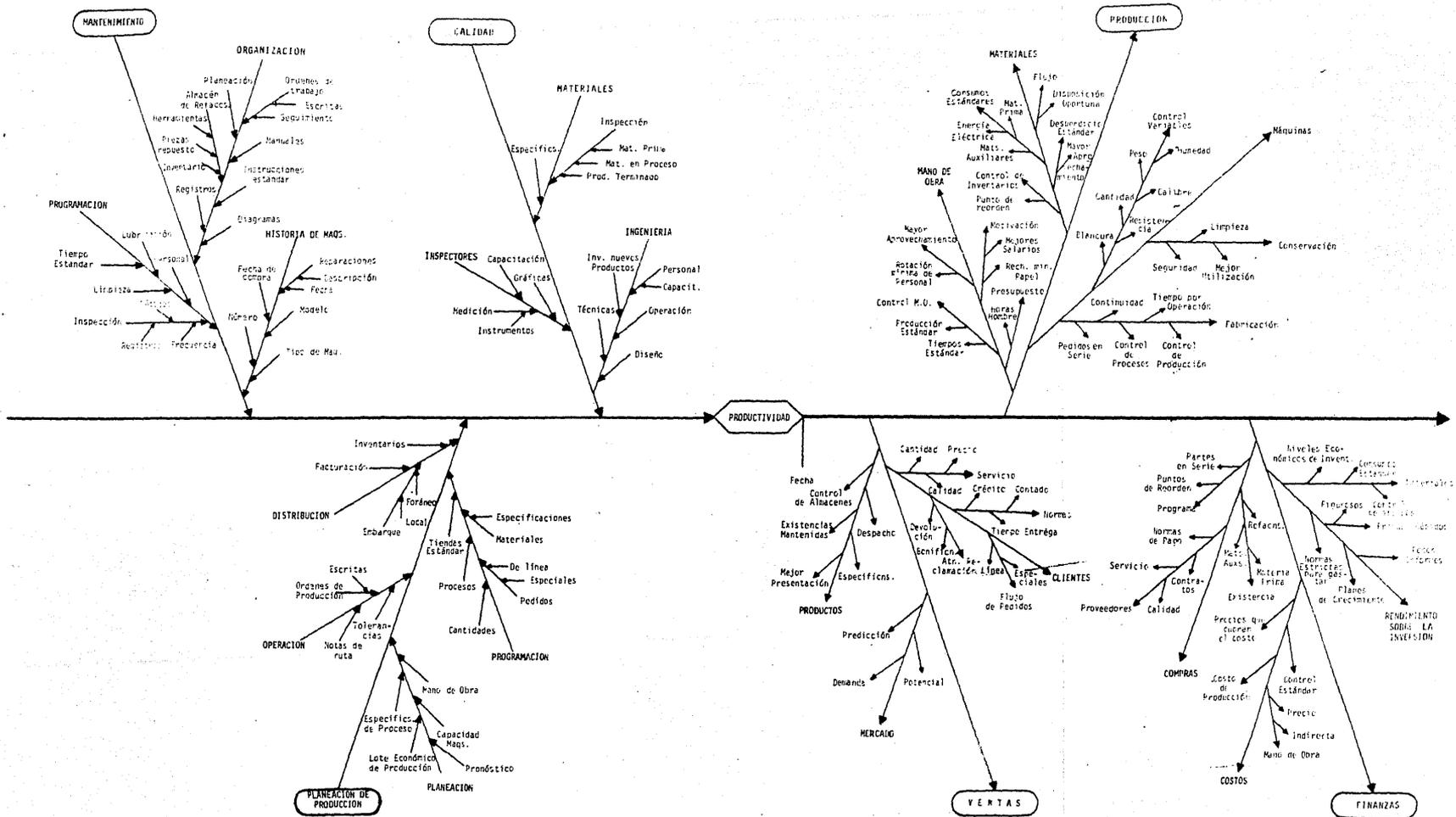


FIG. 4-2: DIAGRAMA C-E QUE MUESTRA LOS EFECTOS AL EMPLEAR EL ENFOQUE SISTEMICO DE UNA FABRICA DE PAPEL

# 5

## METODOLOGIA PARA EL USO DE LOS INDICES DE PRODUCTIVIDAD

### 5.1. NUMEROS INDICE.

Un número índice es una medida estadística diseñada para mostrar los cambios en una variable o un grupo de variables relacionadas con respecto al tiempo, situación geográfica u otra característica. Una colección de números índice para diferentes años, meses, situaciones, etc., se llama a veces una serie índice.

#### - APLICACIONES DE LOS NUMEROS INDICE.

Con los números índice se puede, por ejemplo, comparar el costo de alimentos u otros costos de vida en una ciudad durante un año con los del año anterior, o se puede comparar la producción de un producto durante un año determinado en una parte del país con la habida en otra parte. Aunque su aplicación principal se encuentra en negocios y economías, los números índice pueden aplicarse en otros muchos campos.

Muchos departamentos gubernamentales y privados están encargados del cálculo de números índice o índices, como a menudo se llaman, con propósitos de predicción en negocios y condiciones económicas, suministrando información general, etc. Así, se tienen índices de salarios, índices de producción, índices de desempleo y muchos otros. Quizá el más conocido sea el índice de costo de vida o índice de precios. En muchos contratos laborales aparecen ciertas cláusulas que dan incrementos automáticos de salarios de acuerdo con los incrementos en el índice de costo de vida.

En este trabajo interesa principalmente los números índice que muestran cambios con respecto al tiempo, aunque los métodos descritos pueden aplicarse a otros casos.

A continuación se obtienen los índices de papel defectuoso que se producen en los diferentes procesos, los índices de producción y finalmente el índice de demoras debidas a fallas de mantenimiento.

## 5.2. INDICE DE PAPEL RECHAZADO.

En la tabla 5-1 se muestran las cantidades de producción y rechazos de papel en cada uno de los procesos durante el año de 1982.

- NOTACION :
- R<sub>n</sub> - Rechazos en el mes dado -- (ton).
  - Q<sub>n</sub> - Cantidades procesadas en el mes dado (ton).
  - Q<sub>0</sub> - Media aritmética de las cantidades procesadas de enero a noviembre (período base).

Como ejemplo se obtiene el índice de rechazos utilizando la media aritmética de relativos simple para el mes de diciembre tomando como base la media de enero a noviembre.

P R O C E S O	CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAQS. DE PAPEL	PRODUCCION	1998.3	1921.0	2188.2	2089.7	2404.8	2478.3	1447.0	1786.5	1943.2	2049.8	2012.8	1927.6
	RECHAZO	97.9	125.4	130.0	117.0	91.3	131.9	99.0	182.3	111.5	132.6	99.3	125.7
CORTADORES	PRODUCCION	813.1	738.2	1288.5	779.3	891.7	1221.3	1308.9	1277.0	1298.2	912.6	1192.8	1128.0
	RECHAZO	63.8	100.5	124.5	54.5	92.4	145.6	143.4	106.6	137.9	156.6	164.3	149.4
GUILLOTINAS	PRODUCCION	174.0	155.1	180.2	119.5	182.9	253.9	314.7	274.1	302.7	311.8	249.9	302.4
	RECHAZO	6.6	6.7	8.5	4.7	9.3	15.7	18.6	14.3	14.5	16.8	9.5	14.2
ESCOGIDO	PRODUCCION	162.2	97.3	142.4	105.7	96.2	137.2	97.3	69.9	79.6	86.6	79.3	104.8
	RECHAZO	42.4	26.3	35.8	28.4	26.3	42.7	28.4	21.4	17.1	20.4	20.3	26.4

Tabla 5-1

PRODUCCION Y RECHAZOS DE PAPEL POR PROCESO (TONELADAS) 1982.

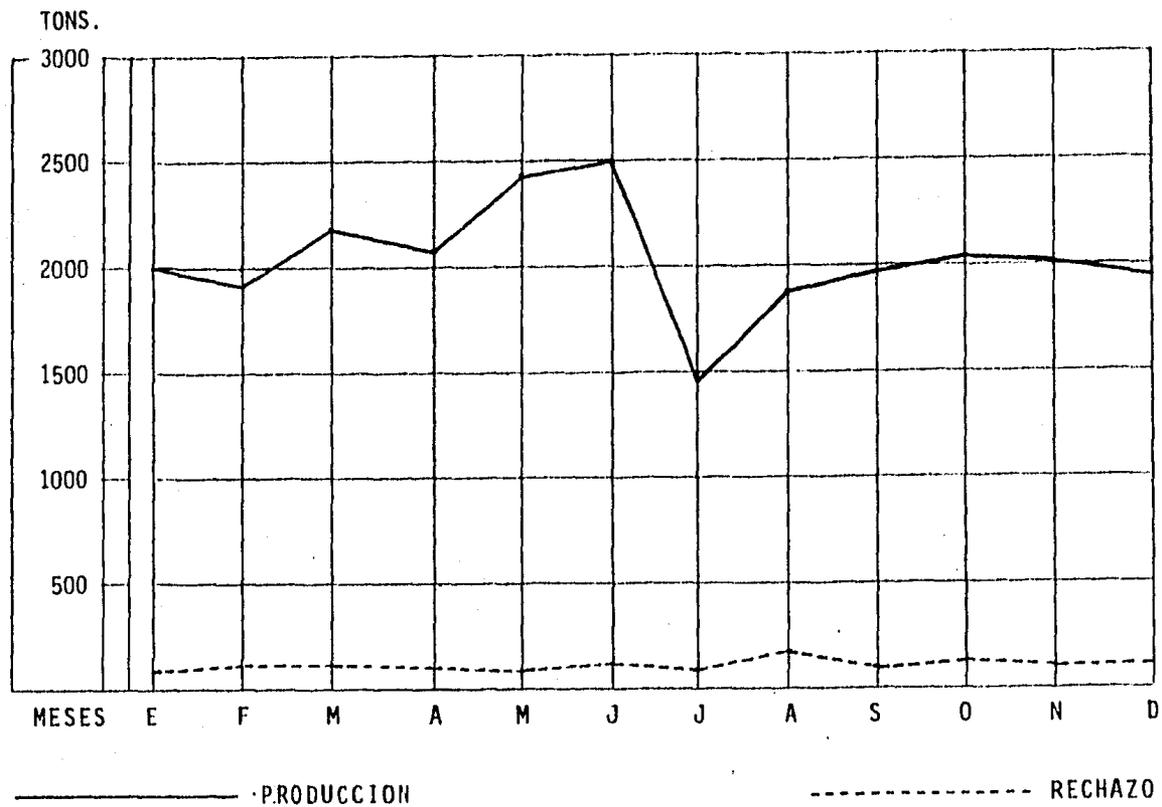
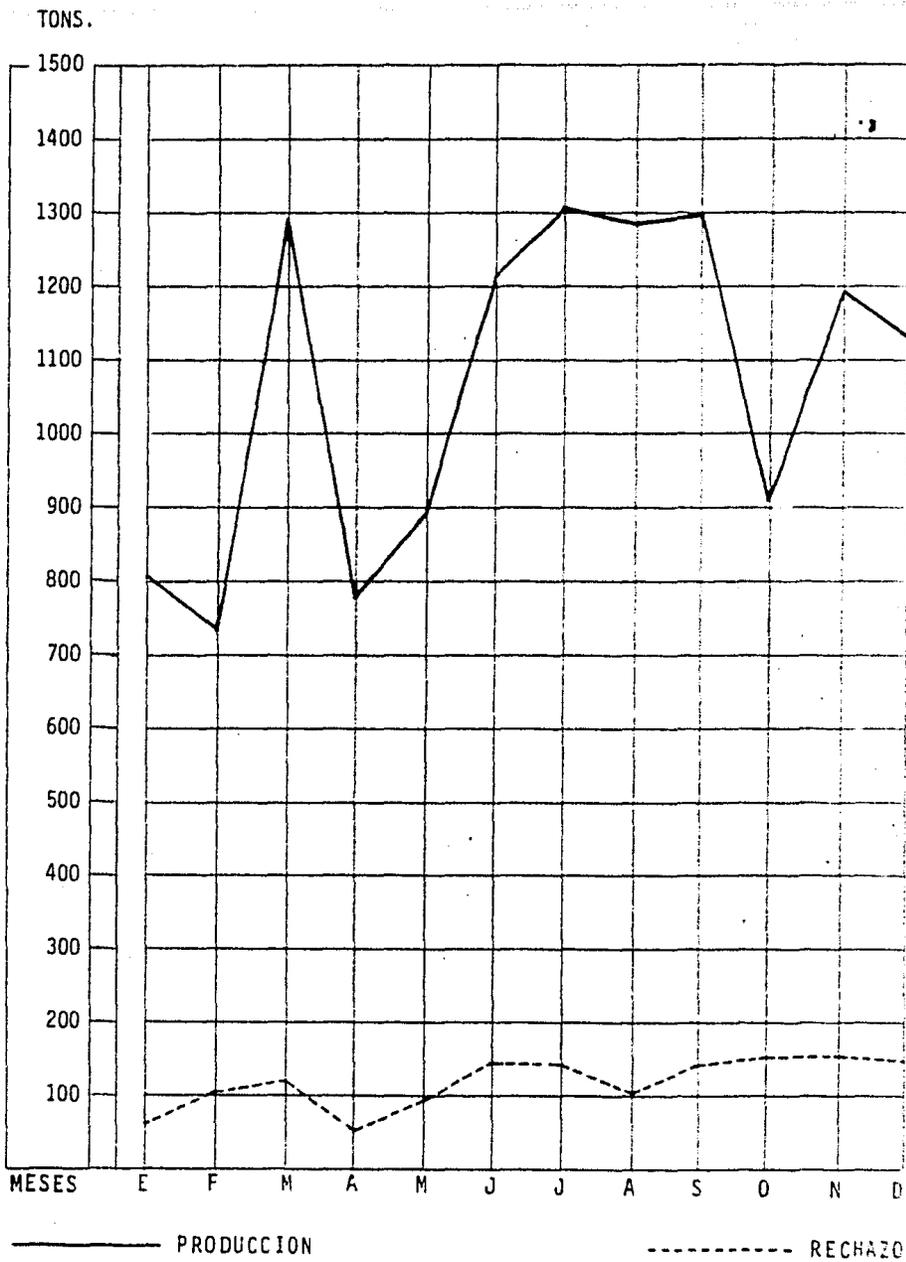


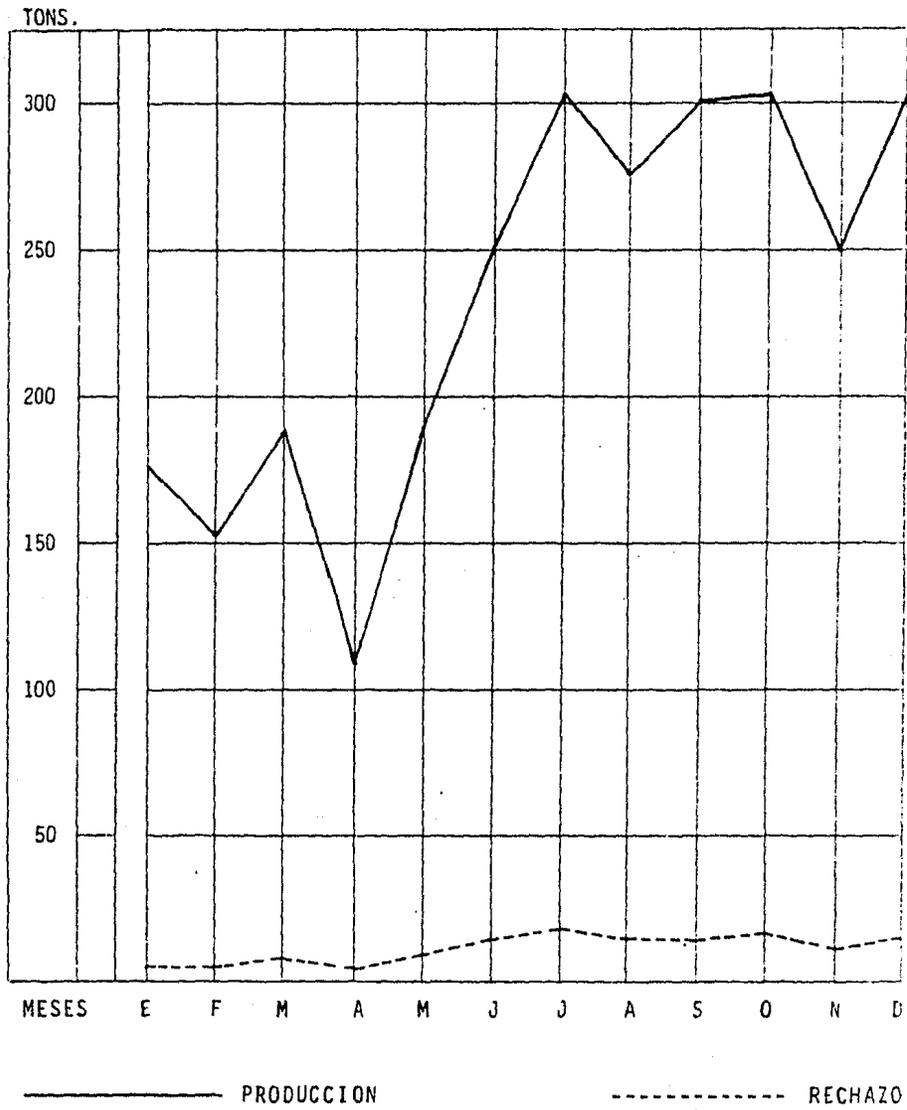
Figura 5-1

PRODUCCION Y RECHAZOS DE PAPEL DEFECTUOSO EN MAQUINAS DE PAPEL. (1982)



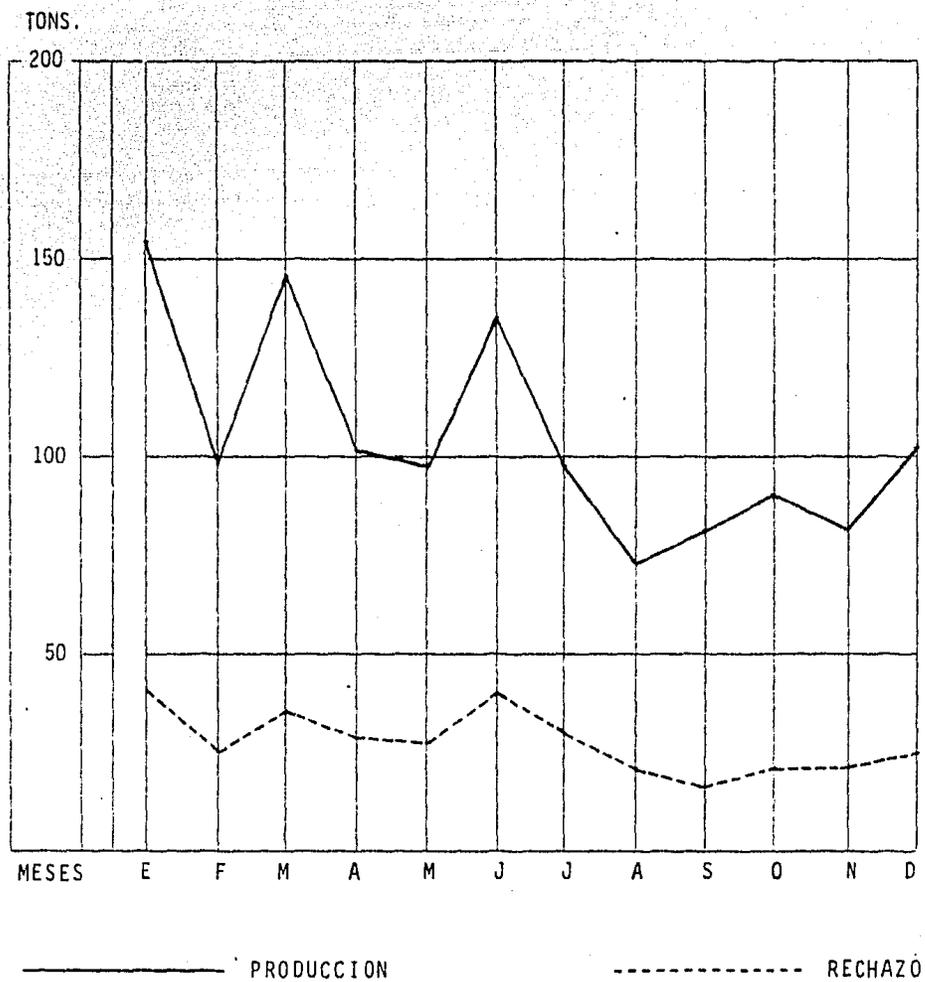
Gráfica 5-2

PRODUCCION Y RECHAZOS DE PAPEL DEFECTUOSO EN CORTADORES. (1982).



Gráfica 5-3

PRODUCCION Y RECHAZOS DE PAPEL DEFECTUOSO EN GUILLOTINAS. (1982).



Gráfica 5-4

PRODUCCION Y RECHAZOS DE PAPEL DEFECTUOSO EN ESCOGIDO. (1982)

P R O C E S O	(ton) Rn	(ton) qo	(%) $\frac{Rn}{qo}$
Máquinas de Papel	125.7	2029.1	6.2
Cortadores	149.4	1065.6	14.0
Guillotinas	14.2	229.0	6.2
Escogido	26.4	104.9	25.2
			<u>51.6</u>

Media Aritmética de rechazos relativos:

$$= \frac{\sum \frac{R_n}{q_0}}{N} = \frac{51.6}{4} = 12.9 \%$$

Media Geométrica de rechazos relativos:

$$= \sqrt[4]{(6.2)(14.0)(6.2)(25.2)} = 10.0$$

A continuación se procede a calcular los índices de rechazo por el método de agregación ponderada que vienen a ser los índices de LASPEYRES y PAASCHE.

INDICE DE LASPEYRES = Índice de rechazos de agregación ponderada con las cantidades del período base =

$$\frac{\sum R_n q_0}{\sum q_0 q_0} = \frac{\sum R_n q_0}{\sum q_0^2}$$

INDICE DE PAASCHE = Índice de rechazos de agregación ponderada con las cantidades del mes dado =  $\frac{\sum R_n q_n}{\sum q_0 q_n}$

Para un mejor entendimiento, los cálculos se presentan en la tabla 5-2, donde el subíndice n se emplea para el mes dado (diciembre) y el subíndice "o" se emplea para el período base (media aritmética de enero a noviembre) y R y q denotan rechazos y cantidades, respectivamente.

P R O C E S O	Rn	qo	qn	Rnqo	(qo)2	Rnqn	qoqn
MAQUINAS DE PAPEL	125.7	2 029.1	1 927.6	255 057.9	4 117 246.8	242 299.3	3 911 293.1
CORTADORES	149.4	1 065.6	1 128.0	159 200.6	1 135 503.3	168 523.2	1 201 996.8
GUILLOTINAS	14.2	229.0	302.4	3 251.8	52 441.0	4 294.1	69 249.6
ESCOGIDO	26.4	104.9	104.8	2 769.4	11 004.0	2 766.7	10 993.5
T O T A L				420 279.7	5 316 195.1	417 883.3	5 193 533.0

Tabla 5-2

$$\text{INDICE DE LASPYRES} = \frac{\sum Rnqo}{\sum (qo)^2} = \frac{420\ 279.7}{5\ 316\ 195.1} = 7.91 \%$$

$$\text{INDICE DE PAASCHE} = \frac{\sum Rnqn}{\sum qoqn} = \frac{417\ 883.3}{5\ 193\ 533.0} = 8.05\%$$

Al calcular el índice de Laspeyres, la cantidad producida en el período base no cambia de un mes a otro. Solamente es necesario la información sobre los últimos rechazos.

En la práctica es deseable que el período base elegido con propósitos de comparación sea un período de estabilidad, que no sea muy anterior al momento actual. De vez en cuando, por consiguiente, es necesario cambiar este período base.

Al calcular el índice de Paasche, la última información sobre las cantidades debe obtenerse al igual que los rechazos. Así, pues el cálculo del índice de Paasche lleva consigo una mayor labor en la toma de datos.

#### - INDICE IDEAL DE FISHER.

Este índice es la media geométrica de los números índice de Laspeyres y Paasche.

$$\text{Índice ideal de Fisher} = \sqrt{\left( \frac{\sum R_{nq0}}{\sum q_0q_0} \right) \left( \frac{\sum R_{qn}}{\sum q_0q_0} \right)}$$

$$\text{por lo tanto } F = \sqrt{LP} = \sqrt{(7.91)(8.05)} = 7.98\%$$

Nótese que el índice ideal de Fisher se encuentra entre los índices de Laspeyres y Paasche.

Se deduce en seguida el hecho de que  $F = \sqrt{LP}$  se encuentra entre L y P, puesto que L y P son números positivos. Ya que si  $L = P$ , entonces  $F = L = P$ .

- INDICE DE MARSHALL - EDGEWORTH.

El índice de Marshall - Edgeworth emplea el método de agregación ponderada con la media aritmética de las cantidades del período base y del mes dado, es decir, - -

$$q = \frac{1}{2} (q_0 + q_n)$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Índice de Marshall - Edgeworth} &= \frac{\sum R_n (q_0 + q_n)}{\sum q_0 (q_0 + q_n)} = \\ &= \frac{\sum (R_n q_0 + R_n q_n)}{\sum (q_0^2 + q_0 q_n)} \end{aligned}$$

De la tabla 5-2 :

$$\text{Índice de M - E} = \frac{420\ 279.7 + 417\ 883.3}{5\ 316\ 195.1 + 5\ 193\ 533.0} = 7.98 \%$$

También como en el caso del índice ideal de Fisher, el índice de Marshall - Edgeworth se encuentra entre los números índice de Laspeyres y Paasche.

Por consiguiente se puede concluir que el índice de pa-

pel defectuoso producido es un 7.98% de la producción -  
total.

### 5.3. INDICE DE PRODUCCION.

Como en el caso anterior, la tabla 5-3 muestra las producciones y los presupuestos de producción en cada uno de los procesos, para los meses de enero a diciembre de 1982.

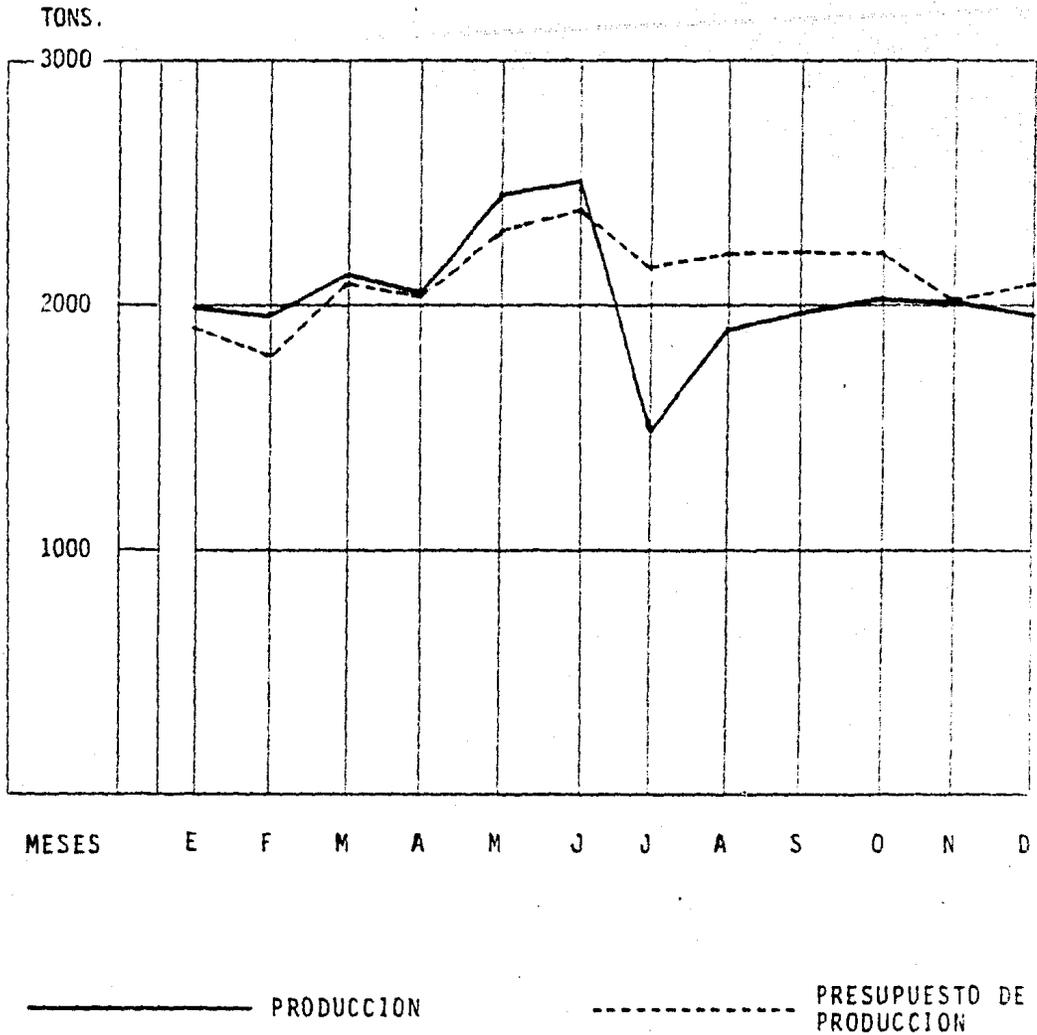
En esta parte se procede a determinar el índice de producción contra lo presupuestado para el mes de diciembre, utilizando como base la media aritmética de enero a noviembre.

Po — Media aritmética del presupuesto de producción de enero a noviembre (período base).

PROCESO	CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAQS. DE PAPEL	PRODUCCION	1998.3	1921.0	2188.2	2089.7	2404.8	2478.3	1447.0	1786.5	1943.2	2049.8	2012.8	1927.6
	PRESUPUES.	1905.9	1811.9	2154.7	2071.9	2378.4	2422.2	2196.7	2288.7	2310.7	2251.3	2005.5	2162.1
CORTADORES	PRODUCCION	813.1	738.2	1288.5	779.3	891.7	1221.3	1308.9	1277.0	1298.2	912.6	1192.8	1128.0
	PRESUPUES.	960.0	790.0	1390.0	940.3	1140.0	1390.0	1524.4	1353.5	1298.6	987.4	1247.4	1156.7
GUILLOTINAS	PRODUCCION	174.0	155.1	180.2	119.5	182.9	253.9	314.7	274.1	302.7	311.8	249.9	302.4
	PRESUPUES.	240.0	180.0	230.0	150.0	210.0	340.0	370.0	310.0	360.0	375.0	290.0	360.0
ESCOGIDO	PRODUCCION	162.2	97.3	142.4	105.7	96.2	137.2	97.3	69.9	79.6	86.6	79.3	104.8
	PRESUPUES.	168.0	138.0	162.0	138.0	144.0	156.0	162.0	156.0	144.0	150.0	138.0	138.0

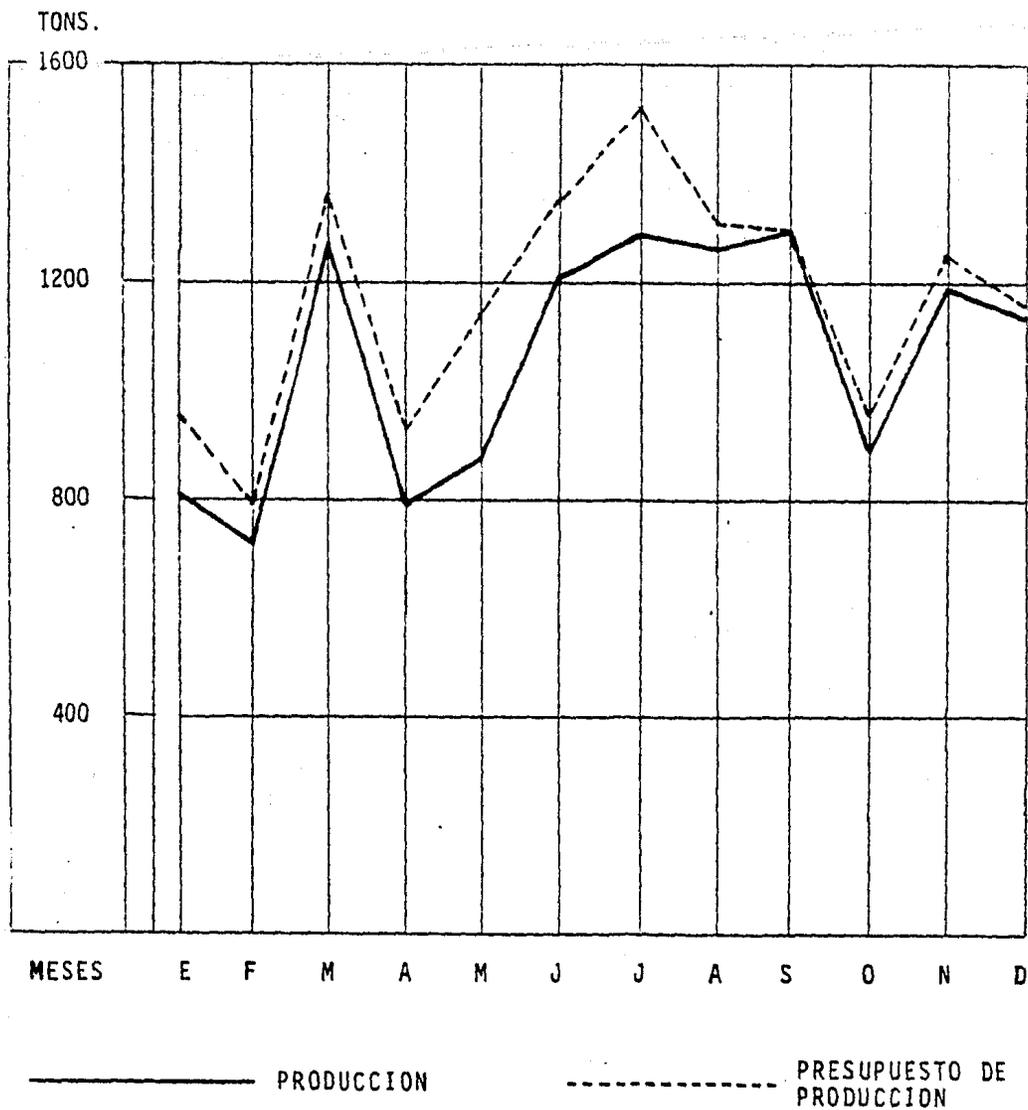
Tabla 5-3

PRODUCCIONES Y PRESUPUESTOS DE PRODUCCION POR PROCESO (TONELADAS). 1982.



Gráfica 5-5

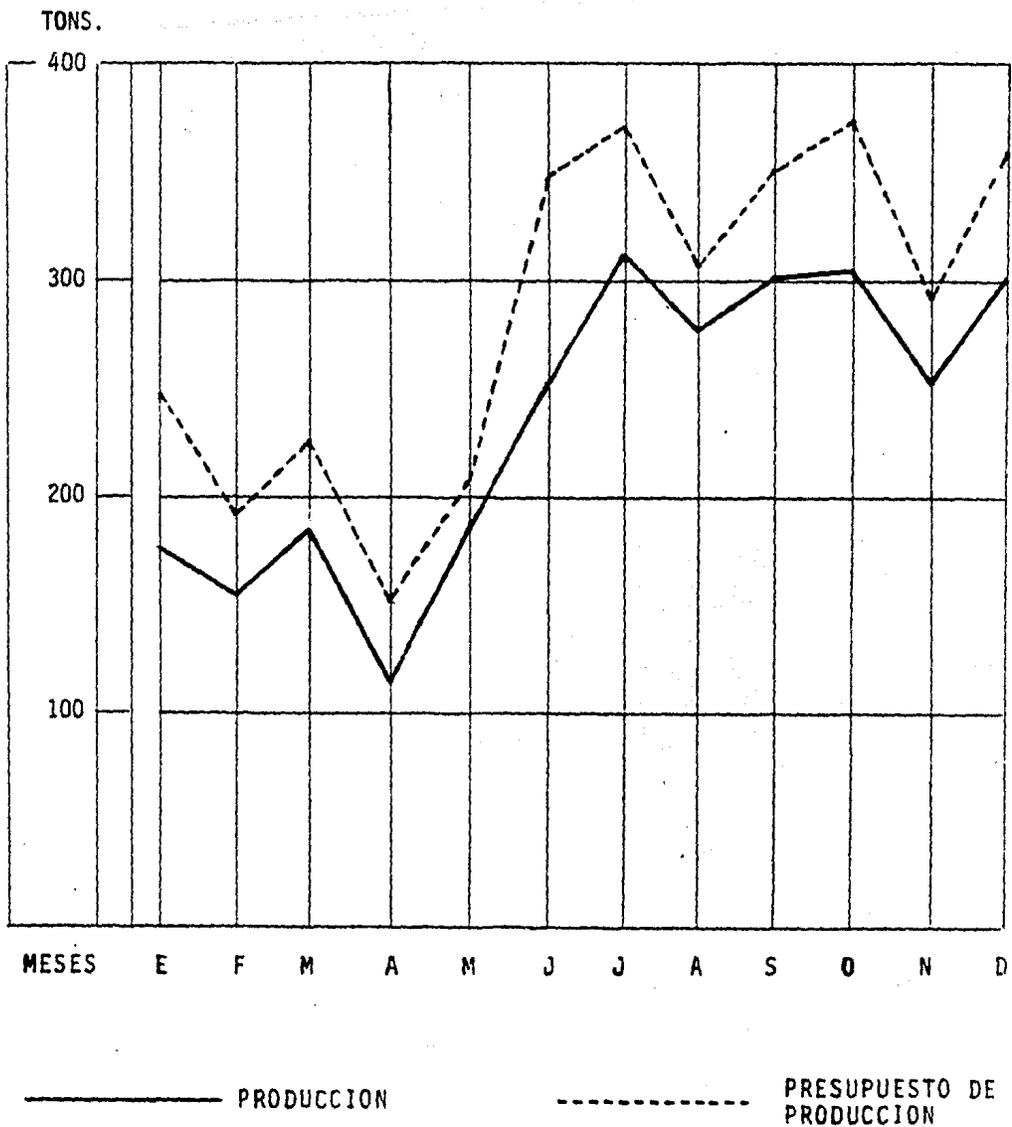
**PRODUCCION Y PRESUPUESTO DE PRODUCCION EN MAQUINAS  
DE PAPEL  
(1982)**



Gráfica 5-6

PRODUCCION Y PRESUPUESTO DE PRODUCCION EN CORTADORES

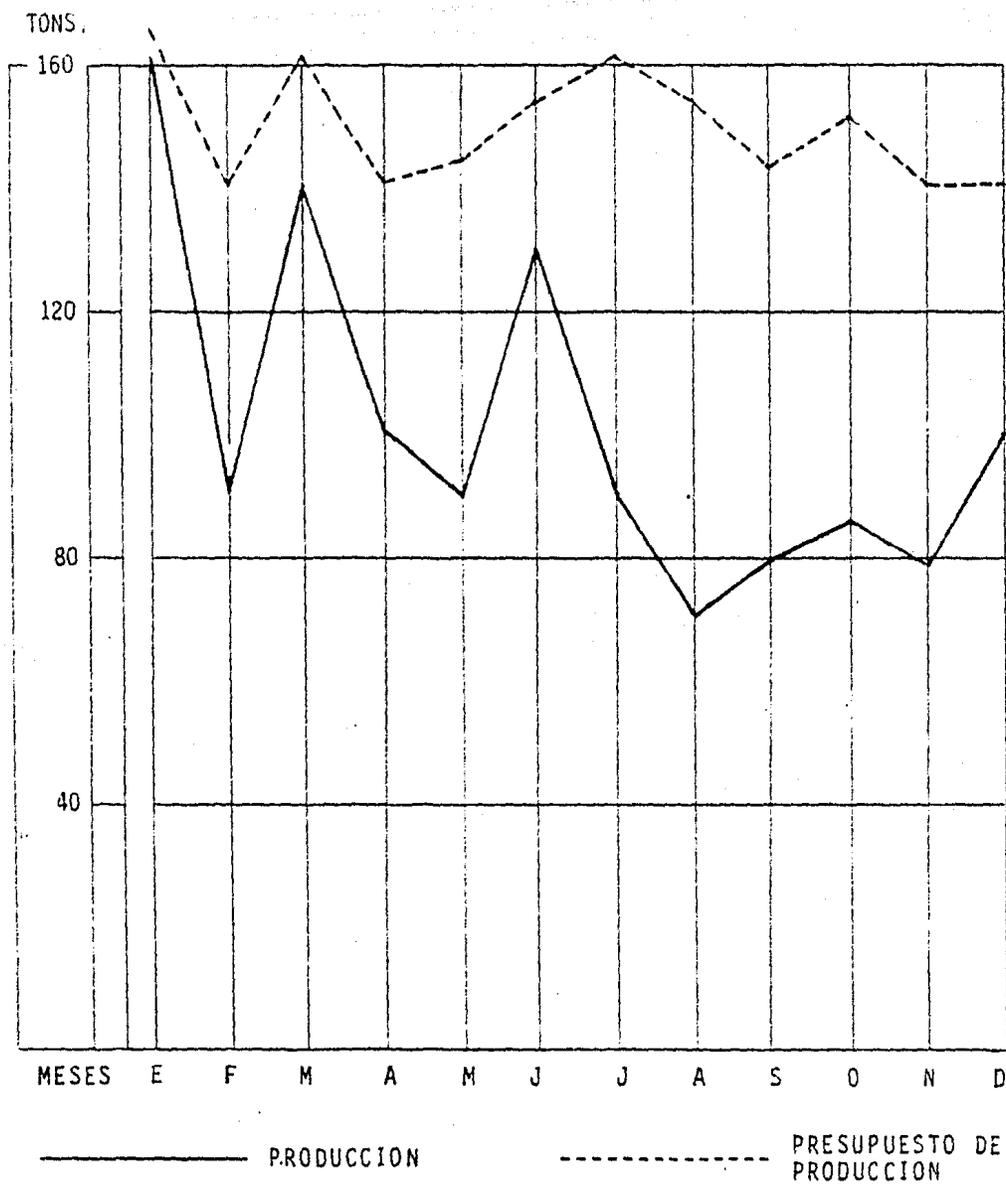
(1982)



Gráfica 5-7

PRODUCCION Y PRESUPUESTO DE PRODUCCION EN GUILLOTINAS

(1982)



Gráfica 5-8

PRODUCCION Y PRESUPUESTO DE PRODUCCION EN ESCOGIDO

(1982)

P R O C E S O	(TON) $q_n$	(TON) $P_o$	(%) $\frac{q_n}{P_o}$
MAQUINAS DE PAPEL	1927.6	2163.4	89.1
CORTADORES	1128.0	1183.8	95.3
GUILLOTINAS	302.4	277.7	108.9
ESCOGIDO	104.8	150.5	69.6
			<hr/> 363.2

$$\text{Media aritmética de producción relativa} = \frac{\sum \frac{q_n}{P_o}}{N} = \frac{363.2}{4} =$$

90.8%

Como en el caso anterior para calcular los demás índices se muestran en la tabla 5-4 los cálculos agrupados.

P R O C E S O	q <sub>n</sub>	P <sub>o</sub>	q <sub>o</sub>	q <sub>n</sub> P <sub>o</sub>	q <sub>n</sub> q <sub>o</sub>	P <sub>o</sub> q <sub>o</sub>	(q <sub>n</sub> ) <sup>2</sup>
MAQUINAS DE PAPEL	1 927.6	2 163.4	2 029.1	4 170 169.8	3 911 293.1	4 389 754.9	3 715 641.7
CORTADORES	1 128.0	1 183.8	1 065.6	1 335 326.4	1 201 996.8	1 261 457.2	1 272 384.0
GUILLOTINAS	302.4	277.7	229.0	83 976.5	69 249.6	63 593.3	91 445.8
ESCOGIDO	104.8	150.5	104.9	15 772.4	10 993.5	15 787.5	10 983.0
				5 605 245.1	5 193 533.0	5 730 592.9	5 090 454.5

Tabla 5-4

$$\text{Indice de Laspeyres} = \frac{\sum q_n q_o}{\sum P_o q_o} = \frac{5\ 193\ 533.0}{5\ 730\ 592.9} = 90.63$$

$$\text{Indice de Paasche} = \frac{\sum q_n q_n}{\sum P_o q_n} = \frac{5\ 090\ 454.5}{5\ 605\ 245.1} = 90.82$$

$$\text{Indice Ideal de Fisher} = \sqrt{I.P.} = \sqrt{(90.63)(90.82)} = 90.72$$

$$\text{INDICE DE MARSHALL - EDGEWORTH} = \frac{\sum q_n q_0 + (q_n)^2}{\sum p_0 q_0 + p_0 q_n} =$$

$$\frac{10\ 283\ 987.0}{11\ 335\ 838.0} = 90.72\%$$

Se concluye que el índice de producción alcanza el - -  
90.72% del presupuesto de producción.

#### 5.4. INDICE DE DEMORAS DEBIDAS A MANTENIMIENTO.

En la tabla 5-5 se muestran las demoras debidas a mantenimiento y el tiempo útil o disponible en cada uno de los procesos.

En dicha tabla se puede observar que ya no aparece el proceso de escogido como en los casos anteriores, esto es debido a que el escogido es un proceso manual, es decir, en esta parte no existe maquinaria y por lo tanto no hay mantenimiento.

Como en los casos anteriores se obtiene el índice de demoras por mantenimiento para el mes de diciembre, tomando como base la media aritmética de enero a noviembre de 1982.

#### NOTACION:

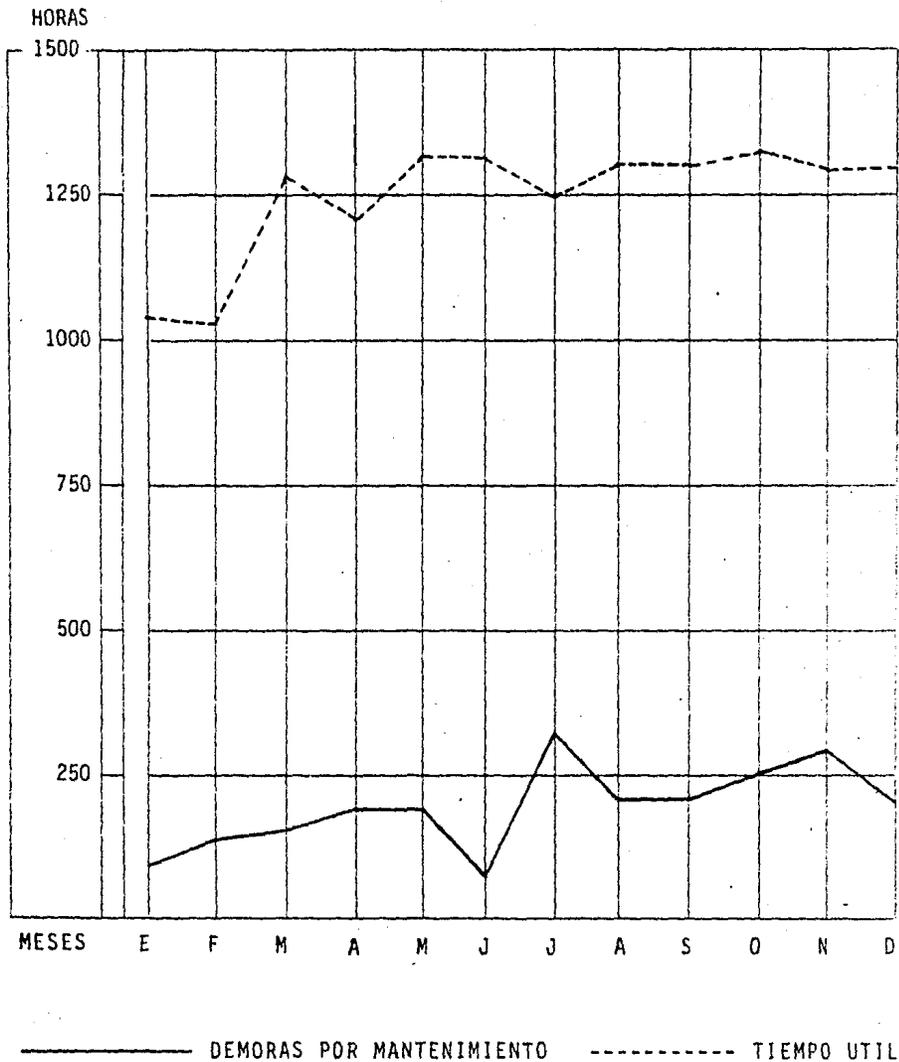
- Mn — Demoras por mantenimiento en el mes dado.  
Tn — Tiempo útil en el mes dado.  
To — Media aritmética del tiempo útil de enero a --  
noviembre (período base).

PROCESO	CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAQS. DE PAPEL	MANTENIMIENTO	91.9	136.9	170.3	178.2	178.5	75.6	355.8	213.6	199.2	252.9	311.7	195.5
	TIEMPO UTIL	1088.0	1056.0	1288.0	1200.0	1392.0	1392.0	1248.0	1344.0	1344.0	1392.0	1344.0	1344.0
CORTADORES	MANTENIMIENTO	143.4	95.5	65.1	127.1	152.8	83.0	172.2	90.3	192.2	66.6	96.0	95.2
	TIEMPO UTIL	1152.0	1104.0	1152.0	1248.0	1296.0	1248.0	1296.0	1248.0	1152.0	1200.0	1104.0	1104.0
GUILLOTINAS	MANTENIMIENTO	---	16.0	---	64.0	16.0	---	16.0	64.0	24.0	32.0	---	20.0
	TIEMPO UTIL	384.0	368.0	432.0	368.0	384.0	416.0	432.0	416.0	384.0	400.0	368.0	368.0

Tabla 5-5

DENORAS POR MANTENIMIENTO Y TIEMPO UTIL POR PROCESO

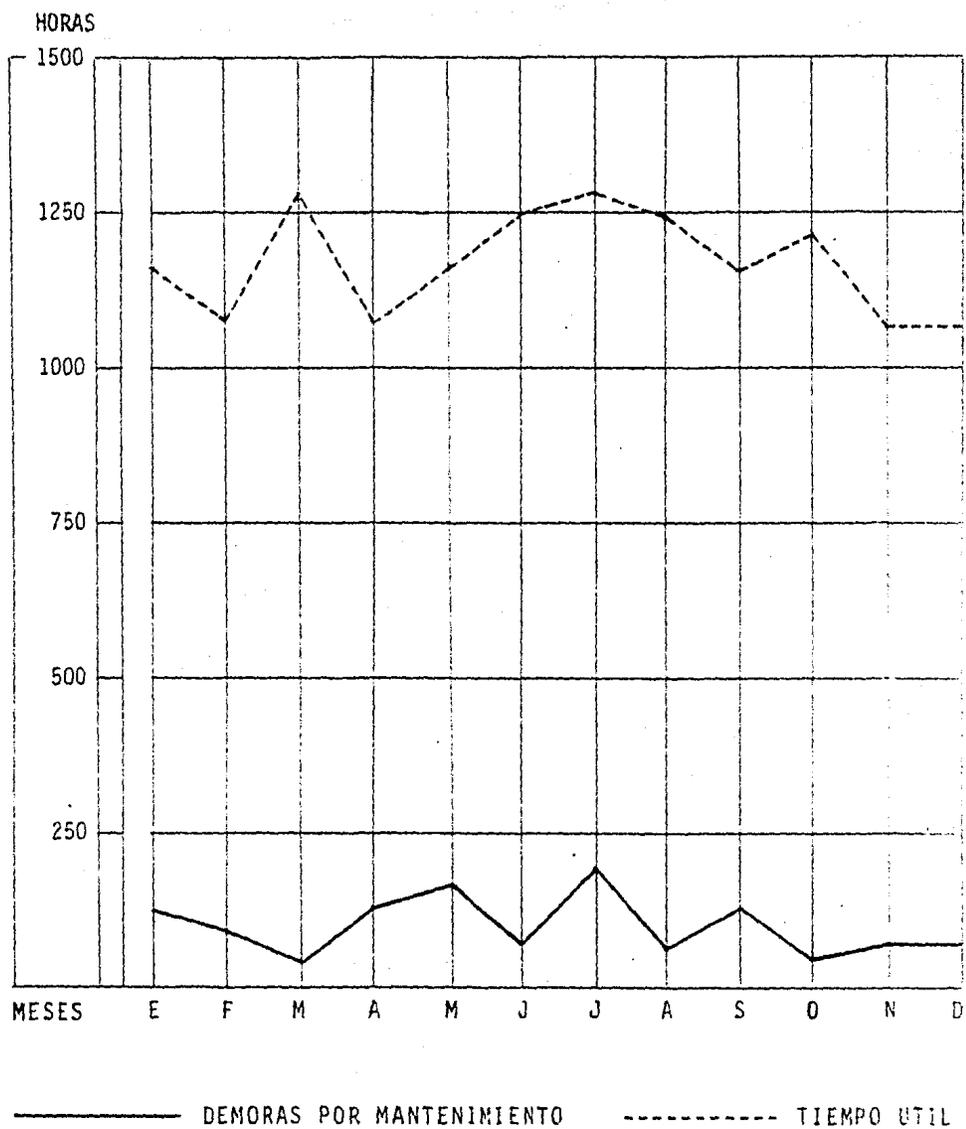
(HORAS) 1982



Gráfica 5-9

DEMORAS POR MANTENIMIENTO Y TIEMPO UTIL EN MAQUINAS DE

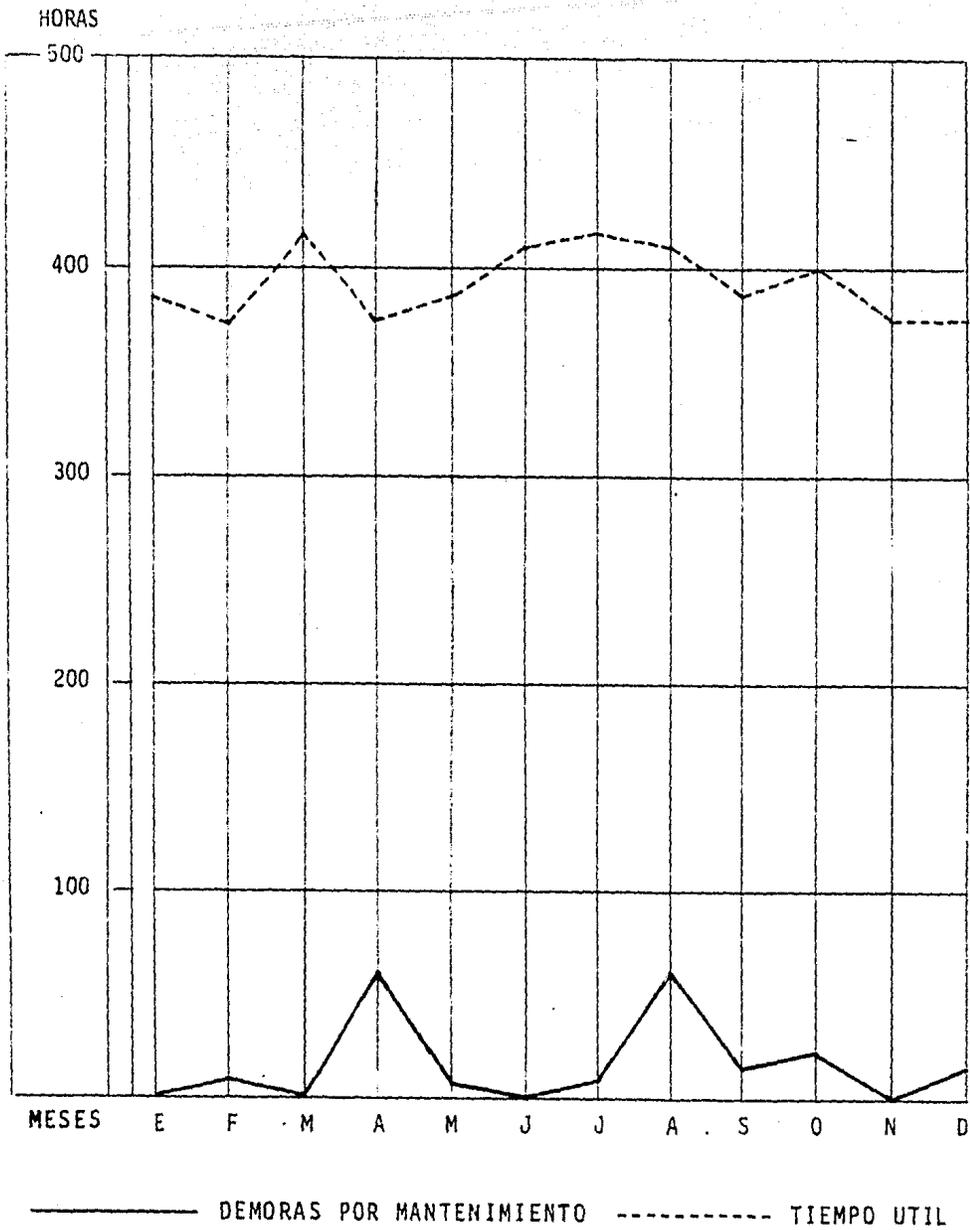
PAPEL (1982)



Gráfica 5-10

DEMORAS POR MANTENIMIENTO Y TIEMPO UTIL EN CORTADORES

(1982)



Gráfica 5-11

DEMORAS POR MANTENIMIENTO Y TIEMPO UTIL EN GUILLOTINAS (1982)

PROCESO	(horas) Mn	(horas) To	(%) $\frac{Mn}{To}$
MAQS. DE PAPEL	195.5	1280.7	15.3
CORTADORES	95.2	1186.9	8.0
GUILLOTINAS	20.0	395.6	5.0
			<u>28.3</u>

Media Aritmética de demoras por mantenimiento de relati-

vos simple = 
$$\frac{\sum \frac{Mn}{To}}{N} = \frac{28.3}{3} = 9.4\%$$

En la tabla 5-6 se sintetizan los datos como en los ca -  
sos anteriores.

P R O C E S O	Mn	Tn	To	MnTo	(To) <sup>2</sup>	MnTn	ToTn
MAQUINAS DE PAPEL	195.5	1 344.0	1 280.7	250 376.9	1 640 192.4	262 752.0	1 721 260.8
CORTADORES	95.2	1 104.0	1 186.9	112 992.9	1 408 731.6	105 100.8	1 310 337.6
GUILLOTINAS	20.0	368.0	395.6	7 912.0	156 499.4	7 360.0	145 580.8
T O T A L				371 281.8	3 205 423.4	375 212.8	3 177 179.2

Tabla 5-6

$$\text{Indice de Laspeyres} = \frac{\sum MnTo}{\sum ToTo} = \frac{371\,281.8}{3\,205\,423.4} = 11.58$$

$$\text{Indice de Paasche} = \frac{\sum MnTn}{\sum ToTn} = \frac{375\,212.8}{3\,177\,179.2} = 11.81\%$$

$$\text{Indice Ideal de Fisher} = \sqrt{L P} = \sqrt{(11.58)(11.81)} = 11.69\%$$

$$\begin{aligned} \text{Indice de Marshall-Edgeworth} &= \frac{\sum M_n(T_o + T_n)}{\sum T_o(T_o + T_n)} = \\ &= \frac{746\ 494.6}{6\ 382\ 602.6} = 11.70\% \end{aligned}$$

En este caso como en los casos anteriores se puede observar que los índices de Fischer y Marshall-Edgeworth están entre los índices de Laspeyres y Paasche.

El índice de demoras debidas a mantenimiento es el 11.70% del tiempo útil.

En la Tabla 5-7 se observan los índices de los 3 casos anteriores.

C O N C E P T O	(%) INDICE	R E S P E C T O
PAPEL DEFECTUOSO	7.98	PRODUCCION
PRODUCCION	90.72	PRESUPUESTO
MANTENIMIENTO	11.70	TIEMPO UTIL

Tabla 5-7

# 6

## CONCLUSIONES

En este trabajo se proporciona una introducción completa y comprensiva de la tecnología de la celulosa y del papel.

También se hace mención de algunos aspectos técnicos de este tipo de industria.

Se inicia el análisis aplicando el enfoque de sistemas en la identificación de los problemas que se presentan en un sistema productivo. Se consideran aquellos componentes cuyas medidas de actuación están relacionadas con la medida de actuación del sistema en general.

El enfoque de sistemas implica el diseño de un sistema de información para la administración, ya que registra los aspectos más importantes para la toma de decisiones, también nos indica la optimización sobre el uso de los recursos, incluyendo las oportunidades desperdiciadas.

Posteriormente se analizan los tres problemas que se presentan en la administración y control de sistemas con un propósito:

como incrementar la efectividad con que sirven a sus propios -- propósitos, los propósitos de sus componentes, y los propósitos de los sistemas de los que forma parte. Respectivamente son -- los problemas de autocontrol, humanización y ambientación.

También se hace uso de los Diagramas CAUSA-EFECTO, en donde se muestran los efectos debidos a la aplicación del enfoque de sistemas.

La aplicación de los números índice sirvió como herramienta para cuantificar el índice de productividad sobre el cual se es tá trabajando.

La conclusión más importante respecto a este trabajo es que en base al enfoque de sistemas se puedan tomar acciones a fin - de aumentar la productividad.

Como se pudo observar en el capítulo anterior se obtuvieron los índices que tienen mayor efecto en la baja productividad, - los cuales se muestran a continuación:

Índice de Papel Defectuoso ————— 8.0% de la Producción.

Índice de Producción ————— 9.3% abajo del presu -  
puesto de producción.

Índice de demoras por mantenimiento 11.7% del tiempo útil.

La suma de estos índices representa un índice de 29.0%, es

decir que la productividad en esta empresa está a un índice de 71.0%.

Esta baja productividad es debido entre otros a los siguientes aspectos:

1. Las pruebas efectuadas al papel en el laboratorio en ocasiones no son tomadas en cuenta.
2. Las cargas maestras de la materia prima constantemente se modifican.
3. No existe un control de las cantidades de material que se adiciona en la preparación de pasta.
4. La inspección no comunica de las fallas encontradas en el papel al Jefe de Turno.
5. Existe negligencia por parte del trabajador para corregir fallas en el producto.
6. Las especificaciones de calidad (cuando las hay) constantemente no se toman en cuenta.

En lo referente a la Programación de Producción se pudo observar lo siguiente:

1. Se hace un programa de producción mensual únicamente del proceso de máquina de papel.
2. Este programa rara vez se cumple por tener fabricaciones de urgencia.
3. Todos los demás procesos no se programan.
4. El programa constantemente se modifica por el Departamento de Ventas.
5. Frecuentemente se cambia de fabricación por falta de algún material.
6. Todo lo anterior ocasiona fabricaciones incompletas, desorden en los inventarios, máquinas paradas, rotación de mano de obra, etc.

En lo referente a Mantenimiento se tiene lo siguiente:

1. No se lleva un registro de las reparaciones.
2. Se corrige la falla hasta la descompostura total.
3. Algunas parte importantes del control de operación automática del proceso van quedando inoperantes.

4. Las operaciones relativas a limpieza y lubricación de la máquina no se efectúan sistemáticamente. La segunda sólo se lleva a cabo cuando se efectúa alguna reparación que implica un paro de la máquina.
5. No se efectúan inspecciones de las partes importantes de la maquinaria.
6. El personal carece de preparación para ciertos trabajos especializados (no hay capacitación).

Como se ha podido observar, todo lo anterior contribuye al bajo índice de productividad antes mencionado. Este índice -- puede mejorarse a partir del enfoque de sistemas, con la integración de tres subsistemas que ya han sido mencionados en el capítulo 2 y que son:

- Sistema de Control de Calidad.
- Sistema de Planeación y Control de la Producción.
- Sistema de Mantenimiento Preventivo.

Estos subsistemas no se espera que actúen independientemente, ya que un sistema depende de lo bien que las partes ajusten y trabajen entre sí, y no solamente de la forma en que cada subsistema trabaje cuando se le considere por separado.

El enfoque de sistemas nos dice que un problema no se re -

suelve desarticulándolo, sino que se le considera parte de un problema mayor.

Con este estudio he querido mostrar una metodología que permita analizar la productividad en un sistema productivo aplicando el enfoque de sistemas.

Considero que este trabajo puede servir como prototipo para cualquier otra empresa en donde se desee aumentar la productividad.

---

**N O T A :** Los datos referidos a este trabajo corresponden al año de 1982.

B I B L I O G R A F I A

- ALFONSO SILICEO. DESARROLLO DE PERSONAL.  
LIMUSA, MEXICO 1978.
  
- ALFORD Y BANGS. MANUAL DE LA PRODUCCION.  
UTEHA, MEXICO 1977.
  
- C. EARL LIBBY. CIENCIA Y TECNOLOGIA SOBRE PULPA Y PAPEL.  
CECSA, MEXICO 1977.
  
- C. WEST CHURCHMAN. ENFOQUE DE SISTEMAS.  
EDITORIAL DIANA, MEXICO 1981.
  
- MURRAY R. SPIEGEL. ESTADISTICA.  
Mc. GRAW-HILL, MEXICO 1982.
  
- NAPOLEON ARGUELLO. MANTENIMIENTO DE PLANTAS INDUSTRIALES.  
CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA.
  
- RIGGS. PRODUCTION SISTEM: PLANNING ANALYSIS AND CONTROL.  
3a. EDICION WILEY, 1981.
  
- RIGGS AND INOVE. INTRODUCTION TO OPERATION RESEARCH AND  
MANAGEMENT SCIENCE.  
Mc. GRAW-HILL, 1975.

- RUSSELL L. ACKOFF. REDISEÑANDO EL FUTURO.  
EDITORIAL LIMUSA, MEXICO 1981.
  
- STAFFORD BEER. DECISION AND CONTROL.  
JOHN WILEY, 1967.