

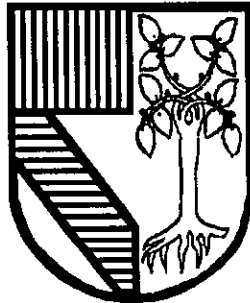
308917

UNIVERSIDAD PANAMERICANA 7

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

2ej.



ANALISIS Y DEFINICION DE VARIABLES PARA MEDIR LA
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA
DE CARTON CORRUGADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL

P R E S E N T A

MARIA PATRICIA BERRON RAMOS

DIRECTOR: ING. RODOLFO DE J. BRAVO DE LA PARRA

MEXICO, D. F.

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

260003



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PAGINACION

DISCONTINUA



IMPRESOS MARTINEZ
TESIS URGENTES • MAQUILAS
ATENCIÓN PERSONAL DE RAUL MARTINEZ RAMOS
REP. DE CUBA No. 99-28-A 2o. PISO TEL 512-53.75

*A Dios por haberme dado la vida
y la fortaleza para salir adelante.*

*A mis adorados padres, que con su amor y dedicación,
me guiaron para poder superarme.*

*A mi querida abuelita y a mis tíos,
por estar siempre a mi lado y aconsejarme.*

A mis maestros y a la Universidad Panamericana.

*Al Ing. Rodolfo Bravo, por su valiosa ayuda
en la realización de este trabajo.*

Índice.

Introducción.	i
Capítulo 1: Generalidades.	1
1.1. Necesidad del empaque en la industria.	1
1.2. La industria del papel y cartón.	3
1.2.1. Orígenes.	3
1.2.2. Información estadística.	11
1.2.3. Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y el Papel.	16
1.3. La caja de cartón corrugado.	18
1.3.1. Antecedentes en México.	18
1.3.2. ¿Qué es la caja corrugada?	19
Capítulo 2: Sistemas de información y productividad.	33
2.1. Sistemas de información.	34
2.2. Productividad.	40
2.2.1. Concepto de productividad.	41
Capítulo 3: Proceso y variables que intervienen.	44
3.1. Proceso de elaboración de una caja corrugada.	44
3.1.1. Papel.	45

3.1.2. Pegamento.	45
3.1.3. Calor.	46
3.1.4. Presión.	46
3.1.5. Humedad.	46
3.2. Maquinaria.	47
3.2.1. Máquina corrugadora.	47
3.2.2. Máquinas de conversión.	52
3.3. Variables de medición.	62
Capítulo 4: Análisis de variables.	69
Capítulo 5: Definición de variables críticas.	105
Conclusiones.	109
Apéndices.	
Apéndice A: Glosario.	111
Apéndice B: Reporte de producción y eficiencia operativa.	118
Bibliografía.	119

Introducción

Introducción.

Hoy en día los empaques de cartón corrugado se han convertido en los más convenientes en su ramo debido a sus características y su precio. Actualmente con la globalización de los mercados, la demanda de éstos se ha ido incrementando en mayor porcentaje que la capacidad instalada en las plantas manufactureras de este producto; para contrarrestar esta tendencia, es necesario mejorar la eficiencia operativa de la infraestructura actual, para que por medio de la productividad se pueda satisfacer la creciente demanda, independientemente de nuevas inversiones proyectadas.

Con objeto de determinar las variables de producción, es necesario conocer cómo se fabrica una caja de cartón corrugado y la terminología utilizada para familiarizarse con los conceptos. Una caja es una combinación de papeles, generalmente 3, en donde los dos exteriores se adhieren al interior, que está aflautado; esta estructura proporciona una serie de características muy particulares: en primer lugar, el cartón corrugado es mucho más fuerte que los materiales que lo forman, puede soportar gran peso y resistir la compresión, su relación

calidad-precio le ha permitido mantenerse competitivamente en el mercado de material de empaque, al igual que su adaptación continua a las necesidades de los clientes (tanto a nivel técnico: tratamientos especiales, mecanización; como desde el punto de vista de mercadotecnia: impresiones complejas, formas geométricas, usos). Es el material número uno en empaque porque agrupa, protege, transporta, almacena, identifica y promociona al producto que contiene.

Se explicará el proceso de manufactura para definir las variables que intervienen en el mismo, ya que para que la productividad pueda ser incrementada debe ser monitoreada, por medio de la identificación de las variables críticas que le afectan; posteriormente pueden ser controladas para ir optimizando su comportamiento.

La adecuada administración de la producción se basará, entre otras, en la información reunida para auxiliarse en la toma de decisiones oportunas lo cual explica la importancia que los sistemas de información adquieren en la actualidad; para lograr la mejora en la productividad que es el reflejo de la realidad que se vive en la operación de la planta manufacturera.

Capítulo 1: Generalidades

1. Generalidades.

1.1 Necesidad del empaque en la industria.

Actualmente, existen infinidad de empresas, fábricas, establecimientos, comercios, cuyas actividades están estrechamente relacionadas con el manejo de diversos productos que requieren material de empaque, ya sea para su fabricación, venta, transporte, almacenaje o utilización.

Es raro el producto que carece de empaque, ya sea primario (la botella que contiene un perfume), secundario (la caja que contiene la botella con perfume), o empaque para embarque (caja de cartón corrugado que contiene 24 botellas de perfume); así pues, el empaque es una imperiosa necesidad en los procesos industriales actuales, mismo que puede ser en forma de botellas de vidrio o plástico; costales de yute, papel, mecate o plástico; cajas de cartón corrugado, cartón plegadizo, madera o plástico; bolsas de polipropileno, papel; envolturas de papel aluminio o celofán, etc.; materiales diversos que se han desarrollado para cumplir con esta función tan importante dentro de la industria.

Sin embargo, durante muchos años, se ha desarrollado un material que permita las mejores condiciones para el manejo, protección, almacenamiento, entrega y presentación del producto. Hoy en día el cartón corrugado es el material número uno de empaque, porque es el único que satisface simultáneamente funciones tan distintas como:

- *Agrupación:* Para reunir varios elementos de producto dentro de un solo empaque.
- *Protección:* La necesaria para evitar que el producto se dañe ante impactos, vibraciones, luz y polvo en el curso de la manipulación, transporte, almacenamiento y entrega.
- *Identificación:* Expresa la naturaleza del producto contenido en la caja.
- *Presentación y promoción:* Mediante la utilización de las cubiertas exteriores como soporte de información y publicidad para el producto.

Gracias a su gran adaptabilidad, el cartón corrugado, tiene entre otras, las siguientes características:

- Un empaque hecho a la medida, concebido y realizado para responder específicamente, a todas las necesidades del usuario.
- Es un empaque que satisface las exigencias de transporte, distribución y almacenaje por sus cualidades funcionales y su costo operativo.
- Es un excelente soporte para la impresión, exhibición del tipo y características del producto.
- Es un material recuperable y reciclable para fabricar nuevamente papel, con el consecuente beneficio ecológico.

El cartón corrugado hace una contribución positiva a la industria en general porque provee un empaque económico, ligero y resistente que ayuda a minimizar costos de distribución y del cliente al proteger los productos desde el lugar donde se fabrican, hasta su destino final. El extensivo uso del corrugado demuestra su gran versatilidad al ser usado en productos líquidos, sólidos, granulados, duros, suaves, ásperos, delicados, entre otros.

Cada caja de corrugado debe ser diseñada expresamente para el producto que va a contener, para tal efecto serán tomados en consideración su tamaño, peso, fragilidad, orientación en el empaque, operación de llenado, acomodo en tarimas, necesidades de almacenaje, condiciones atmosféricas, etc; entonces la caja se manufactura con características específicas precisas para asegurar la entrega sin problemas de los productos que contiene.

1.2 La industria del papel y cartón.

1.2.1 Orígenes

Se mostrará los orígenes y desarrollo de la industria del empaque en cartón corrugado por medio de un esquema cronológico.

Tabla 1.2.1: Cronología del papel y del cartón.

(el signo negativo antes del año significa que fue antes de Cristo)

Año	Acontecimiento
-4000	Necesidad del hombre primitivo de utilizar un material ligero y plegable para sustituir a la piedra, donde pudieran grabar acontecimientos e ideas.
-2400	Los egipcios inventan el papiro y el pergamino.
105	Los chinos fabrican papel a partir de la corteza del árbol de mora.
795	Los árabes hacen florecer la industria, poniendo una planta de papel en Bagdad.
1000	El papel llega a Europa con los Cruzados, introducido por los moros, estableciéndose fábricas.
1200	En Holanda inventan la pila holandesa, la cual se patenta en 1750.
1282	Los italianos inventan la marca de agua, utilizada hasta la fecha.
1350	Los aztecas fabrican un papel a base de la corteza del higo salvaje llamado Amatlé (amate).
1450	Gutemberg inventa la imprenta; desencadenando el desarrollo de la industria papelera.
1485	En Roma, un impresor hace una "tabla de papel" al unir hojas viejas y sobras de papel.
1500	Se inventa la "tabla de pulpa" al verter pulpa en un molde y secarla. Es la precursora del cartón. Este método es el que se dispersa por Europa y América.
1580	Surge el primer molino de papel en América, localizado en Culhuacán, México.
1585	Se empieza a fabricar comercialmente la "tabla de papel".
1719	Surge la idea de utilizar madera para la fabricación del papel, cuando un científico francés observa a las avispas utilizar fibras de madera en sus nidos.
1797	El papel aún se fabricaba a mano en hojas de tamaño limitado, según el molde.
1798	Nicholas-Louis Robert crea una máquina continua, logrando longitudes de hasta 15 metros.

1800	Aunque el lino se utilizaba para la manufactura del papel, era muy caro para la del cartón, por lo que se usa la pulpa de paja; creándose el "papel de paja" para corrugar el <i>medium</i> .
1804	Didot, Bryan Donkin, Henry y Sealy Fourdrinier, manufacturan una máquina verdaderamente práctica: la Máquina Fourdrinier.
1809	Es perfeccionada la primera Máquina de Cilindros por John Dickinson en Inglaterra.
1831	C. Shyrock instala la primera máquina de rodillos; produciendo hasta 1 ton. diaria de cartón.
1852	Un inglés desarrolla el proceso químico para extraer la pulpa de la madera.
1856	El 7 de julio se crea el primer material compuesto de flautas (parecido al <i>medium</i>) con patente a favor de Allen y Healey.
1867	Un americano desarrolla el proceso de pulpeo por sulfito.
1870	Norris desarrolla la primera máquina corrugadora, con dos rollos engranados que se movían manualmente con una manivela y se calentaban por medio de una flama de gas.
1871	El 19 de diciembre se expide la patente 122023, para Albert L. Jones; fue la primera patente relacionada con cajas, ya que utilizaba el <i>medium</i> .
1874	Oliver Long inventa un remedio para evitar que el material se extendiera fácilmente en forma plana; adherir la hoja corrugada a una hoja de cartón plana.
1874	Se añaden 1 ó 2 caras al cartón conocido, con lo que se elimina la elasticidad no deseada. Se empieza fabricar la flauta por separado: se cepillaba el papel con adhesivo y se ponía sobre el material corrugado, ya seco se cortaba en forma de hojas.
1880	Flechas y rodillos de máquinas corrugadoras ya no se calientan con gas, sino con vapor.
1881	Joe Smith construye la primera corrugadora mecánica para producir el <i>single face</i> de forma continua.

1883	Un alemán desarrolla el proceso sulfato o proceso Kraft.
1890	Thompson crea una máquina que formaba la lámina corrugada, engomaba el <i>liner</i> y los pegaba, pasándolos por un rollo secador. Esto se pasaba junto con varias láminas de papel plano en donde se engomaban, uniéndolo, creando una lámina de cartón de una pared.
1894	Se desarrolla la caja regular ranurada, aunque las ranuras se cortaban con tijeras.
1895	La Sefton Manufacturing Co. crea la primera máquina que produce hojas de <i>single</i> o <i>double face</i> .
1911	El proceso Fourdrinier se adapta para la fabricación de cartón; con lo que las máquinas de rodillos dejan de ser la única maquinaria disponible para su manufactura.
1914	La RW Pridham Co. gana un caso contra Southern Pacific Railroad porque se cobraba una tarifa más alta por los productos embarcados por ferrocarril en cajas corrugadas, que en cajas de madera. Esto impulsó a la industria favoreciendo al contenedor corrugado.

El arte de fabricar papel corresponde a los chinos, así como su invención, aunque no se conoce la fecha exacta, hay referencias del año 105 de la era cristiana, supuestamente por Ts' Ai Lun, quien puso piezas de la parte interna de la corteza del árbol de mora en una vasija muy dura, como una piedra ahuecada, y añadió agua. Con martillos, o mazos, molió la corteza hasta formar una sopa espesa, o pulpa, de fibras suspendidas en agua; posteriormente, vertió esa mezcla en un recipiente poco profundo pasándola por un trozo de tela, como si fuera una coladera. Una vez extraída el agua, el molde contenía una empapada masa de fibras de celulosa: papel. Se dejaba secar al sol y luego se desprendía del molde. Los chinos producían el papel a partir del árbol de mora y en mayor escala, del bambú.

Cuando el papel llegó a Europa en el siglo XII⁽¹⁾ se colocó una delicada pantalla de alambre en lugar del trozo de tela, y las fibras de lino sustituyeron a la corteza del árbol de mora, que era escaso en Europa. En un principio, el cartón, material fibroso más grueso que el papel, se hacía de varias capas de papel. Por el año de 1485, un impresor romano, buscando un material que sustituyera las planchas de madera que cubrían los primeros libros, hizo un material ligero y resistente mediante la unión de varias hojas de libros viejos y otras sobras de papel, la “tabla de papel”. Los productores de libros también descubrieron otro método para hacer cubiertas duras, se vertía pulpa de una dureza poco común en un molde y lo secaban hasta formar un producto que llamaban “tabla de pulpa”, y que nosotros ya conocemos con el nombre de cartón.

El primer molino de papel en América se localizó en el pueblo de Culhuacán, México, en 1580 (110 años antes que en E.U.A.). La ubicación estaba favorecida porque estaba asentado sobre manantiales alimentados por un conjunto de lagos: Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Chalco y Xochimilco; los restos del molino se encontraron en 1987 por las excavaciones dirigidas por el INAH, y con esto quedó para México el orgullo y la satisfacción de haber tenido en América, la primera universidad, la primera imprenta y el primer molino de papel.

El 19 de diciembre de 1871, se registró la primera patente relacionada con cajas, llamada “Mejora en el Papel para Empacar”; Albert Jones tuvo la visión de que su papel corrugado iba a proporcionar una superficie elástica para la protección de frascos de vidrio o botellas durante su embarque e iba a sustituir el heno, el aserrín y el papel ordinario, con él entonces se empacaba.

(1) Cfr. Enciclopedia Balsa, México, Ed. Encyclopaedia Britannica, 1980, (16a. ed.), Tomo 11, p. 320.

Antes de esto, el 7 de julio de 1856, ya se había patentado el primer material compuesto de flautas (parecido al *medium*⁽²⁾).

El invento de la máquina Fourdrinier marcó un acontecimiento en la historia de la fabricación del papel al dar el paso necesario para el desarrollo de maquinaria y técnicas distintivas de los siglos XIX y XX.

El proceso de manufactura original en la máquina inventada por Norris era lento y simple: un operador sumergía las hojas de papel de paja en agua para suavizarlas, y luego movía la manivela para hacerlas pasar a través de los rollos calientes, hoja por hoja. Cuando las hojas corrugadas se secaban, otro operador embarraba una capa de goma sobre las puntas de los corrugados y lo depositaba en una hoja plana de papel, que era el que se veía.

La primera pulpa que se extrajo de la madera fue simplemente madera molida con un tratamiento no químico. El proceso de pulpeo por sulfito aún se utiliza en la actualidad para la fabricación de algunos tipos de papeles, especialmente papeles decolorados para impresión y escritura.

El proceso sulfato o proceso *Kraft* fue de especial importancia para la industria del corrugado porque produjo fibras más fuertes por medio del rápido crecimiento de algunas especies de árboles de madera blanda, este proceso se utiliza hoy en día para la fabricación de *liner kraft* para las cajas corrugadas.

(2) *Medium*.- Se le denomina así al papel aflautado, cuyas ondulaciones quedan en el interior de una lámina de cartón corrugado; esta parte proporciona el amortiguamiento y la resistencia.

Actualmente la hoja de *liner* se hace principalmente de madera de pino, la cual es una madera blanda y su pulpa tiene las fibras más largas y éstas producen hojas que alcanzan fácilmente la compresión requerida para las cajas corrugadas. Casi todos los materiales usados en hacer hojas de *liner* reciclado consisten de viejos contenedores corrugados; algunas veces, las hojas son de material 100% reciclado, sin embargo, en muchos casos, los materiales reciclados son pulpeados y mezclados con pulpa virgen para formar una mezcla que es usada en la fabricación de cartón. La mayoría de los cartones, ya sean 100% reciclados, parcialmente reciclados o vírgenes, se fabrican por medio del fieltro de Fourdrinier.

La mayoría de los papeles *medium* son fabricados mediante el pulpeado de árboles de madera dura usando un proceso de pulpeado semiquímico; la madera dura se usa porque las fibras son cortas en longitud, y son mejores porque adoptan la forma alrededor de las puntas de la flauta más fácilmente cuando se está corrugando, ya que las fibras largas son más duras de conformar y algunas veces se van a romper o a enchuecar cuando doblan alrededor de la esquina de la flauta. El *medium* necesita ser rígido, porque después de que es aflautado, generalmente se queda al final para formar columnas, y las columnas necesitan ser rígidas para ser fuertes. Un gran porcentaje del *medium* está hecho de materiales reciclados.

Al construirse la primera corrugadora mecánica en 1881 por Joe Smith, superintendente de la planta "The Thompson & Norris Plant", para producir el *single face* en forma continua, se simplificó y mejoró el sistema: la práctica inicial era jalar el *single face* hacia afuera y orearlo en rollos; posteriormente era desenrollado y cortado en las medidas deseadas para cumplir las

diversas necesidades de empaque, ya sea para proteger botellas, sombreros u otros objetos que necesitaran de cierto amortiguamiento o protección por su fragilidad o delicadeza.

En la primera unidad de la máquina patentada por Thompson, se formaba la lámina corrugada por medio de un par de rollos acanalados previamente calentados con vapor; un rollo engomado, alimentado por una brocha circular procedente de un recipiente con pegamento, aplicaba adhesivo al *liner*; la máquina transportaba al mismo tiempo el *liner* engomado y la lámina acanalada y pasaba la lámina del *single face*, terminada, por un rollo para que se secara. Esta lámina y varias láminas de papel plano, se pasaban a través de la segunda máquina, en donde se cubría el papel plano con pegamento y se le unía con la lámina del *single face*. Un operador jalaba la lámina de *double face* con una cuerda y unas pinzas, alcanzando longitudes hasta de 40 o 50 pies (12.1-15.2 metros) por tirada, mientras otros trabajadores apilaban las largas láminas hasta alcanzar una altura de 6 u 8 pies (1.8-2.4 metros); luego las cortaban en hojas por medio de un enorme cuchillo para heno, y las ponían a secar ante un ventilador de succión.

En la máquina construida por la Sefton las láminas de *double face* salían a una velocidad aproximada de 3.05 metros por minuto (10 pies/ minuto), pero la máquina no tenía cuchilla; en lugar de eso, una persona medía la longitud deseada con una regla y la cortaba con una navaja de bolsillo. Inicialmente, el cartón corrugado no fue utilizado para cajas. Fue usado como relleno y separadores en cajas de madera y para productos especiales como envíos postales.

Una vez desarrollada la caja regular ranurada, las cajas corrugadas fueron inicialmente utilizadas para transportes locales de servicio expreso y para pequeños paquetes de correo. La

primera vez que se usó una caja corrugada para transporte ferroviario fue en 1914 cuando a un productor de cereales en el Medio Oeste de Estados Unidos se le permitió embarcar sus productos en una caja así, contrario a la costumbre de utilizar en cajas de madera; así que la Southern Pacific Railroad comenzó a cobrar una tarifa más alta a los contenedores corrugados que a las cajas de madera, lo que generó una disputa legal. Cuando el veredicto del juez favoreció a la RW Pridham Company, fue una gran victoria para la industria del cartón corrugado y terminó con la actitud de que el empaque de cartón corrugado era una especie de contenedor sustituto. La industria de las cajas corrugadas ha crecido mucho desde sus inicios hasta el momento actual, donde 90% de todos los productos empacados, son embarcados en contenedores corrugados.

Aunque los principios básicos de las corrugadoras actuales son los mismos que los de aquellas máquinas desarrolladas a finales del siglo XVII, las máquinas de ahora se han convertido en máquinas altamente sofisticadas. A lo largo de los años se ha invertido mucho tiempo, dinero y esfuerzo para desarrollar un proceso de corrugado que produzca un producto de alta calidad permitiendo altos niveles de productividad y la mínima utilización de trabajo manual.

1.2.2 Información estadística.

Las estadísticas abarcan a las empresas que elaboran productos de papel y sus derivados, es decir, excluye a aquellas que se encargan de la elaboración de celulosa y sus derivados. Se clasifica en cuatro rubros generales:

- Papel escritura e impresión
- Empaque
- Sanitario y facial
- Especiales

Nuestra área de estudio es el papel para empaque, que sus distintas denominaciones pueden ser: papel (hoja flexible), cartulina (hoja semi-rígida), cartón (hoja rígida), fibra sólida (lámina rígida). En el año de 1995, este sector creció en un 2.2% respecto al año anterior; en 1996, la producción de papel tuvo un volumen total de 3,219,400 toneladas, 5.7% más que el año 1995; y se distribuyó de la siguiente manera:

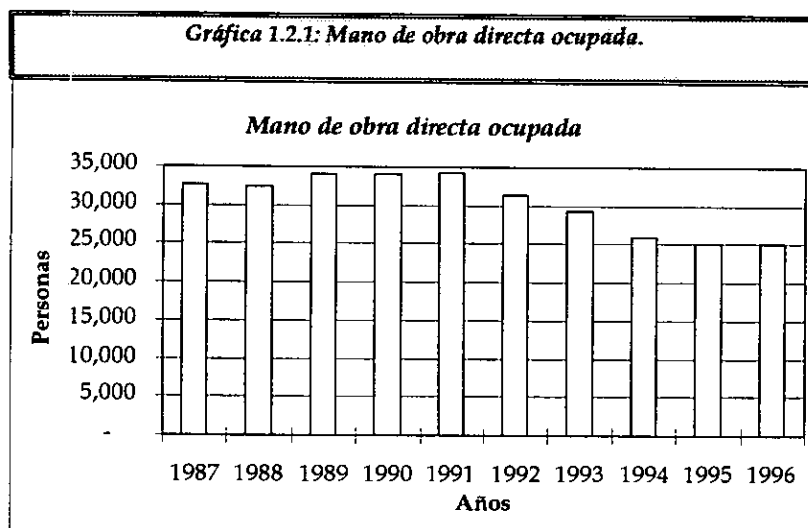
Tabla 1.2.2: Crecimiento del sector 1995-1996.

Tipos de papeles	Miles de toneladas	Variación % respecto a 1995
Papel periódico	270	1.9
Escritura e impresión	539	5.8
Papeles para sacos	181	22.2
Papeles para envolturas	40	5.0
Papeles para bolsas	42	-12.6
Papeles para cajas	1,347	5.6
Cartoncillo	281	7.1
Higiénicos y faciales	493	3.4
Especiales	27	12.1
TOTAL	3,220	100.0

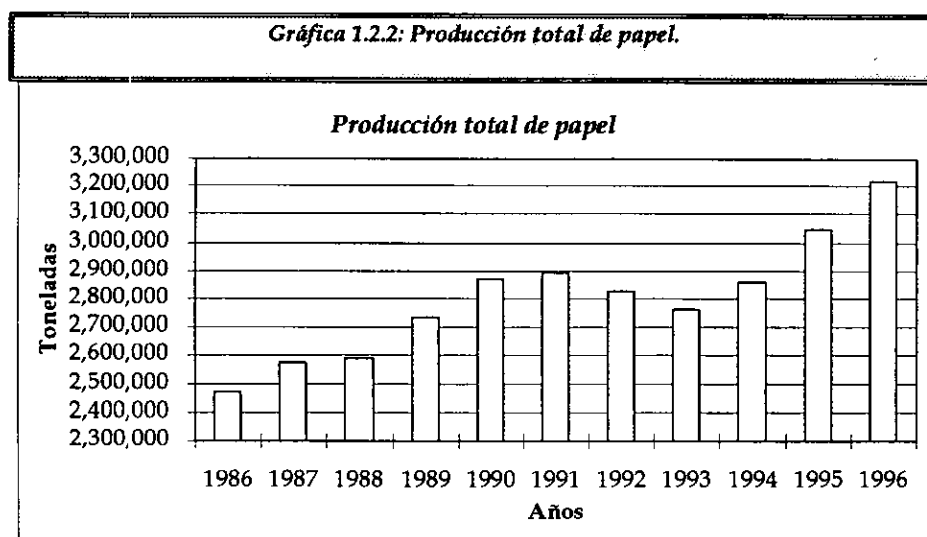
Según cifras del INEGI y haciendo un análisis del sector celulósico-papelero durante 1995 y 1996, las variaciones que se experimentaron fueron como sigue:

	1996	1995
<i>P.I.B. Nacional</i>	5.1%	0.7%
<i>P.I.B. Industrial</i>	10.4%	2.1%
<i>P.I.B. Manufacturero</i>	10.9%	3.0%
<i>P.I.B. del sector papel/cartón</i>	-0.01%	1.2%

El total de la capacidad de fabricación de celulosa y papel, se distribuyó en 67 plantas en 18 estados de la República, dando empleo directo a 25,079 personas.



La gráfica No. 1.2.2 muestra la producción total de papel (en toneladas métricas) de 1986 a 1996, en donde podemos apreciar cómo se ha ido comportando este sector en 11 años. En 1995 experimenta un crecimiento del 6.5% como consecuencia de la dinámica participación de las exportaciones, así como por la sustitución de importaciones en algunos tipos de papeles, favorecido por el entorno económico.

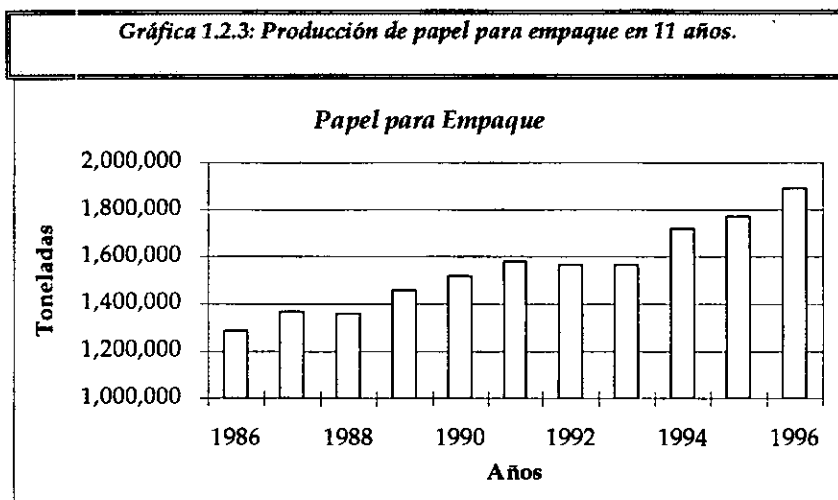


La producción de papel para empaque, para el mismo periodo de 1986 a 1996, fue:

Tabla 1.2.4: Producción de papel para empaque en 11 años.

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Producción (miles tons)	1,283	1,367	1,359	1,463	1,523	1,581	1,567	1,568	1,718	1,771	1,890
Variación (miles tons)	22.5	84.4	(8.5)	103.6	60.0	58.2	(13.8)	0.4	150.5	53.5	118.7
Variación (%)	1.76	6.17	-0.63	7.08	3.94	3.68	-0.88	0.03	8.76	3.02	6.28

La siguiente gráfica es la representación de la Tabla 1.2.4:



En la "Memoria Estadística 1996" de la CNICP⁽³⁾, la comisión de Planeación y Estadísticas de esta cámara ha realizado proyecciones para los próximos años; se espera que para el año 2000, el consumo de papel crecerá en 700,000 toneladas respecto a 1995, lo cual demuestra la tendencia ascendente del sector. En el rubro papel para empaque las estimaciones (según la CNICP) son como sigue:

Tabla 1.2. 5: Estimaciones en papel para empaque 1995-2000.

CONCEPTO (Miles de toneladas)	Años						Indice de crecimiento
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Capacidad Instalada	1,952	1,957	2,212	2,218	2,218	2,222	3.8 %
Consumo Aparente	1,473	1,509	1,625	1,717	1,717	1,776	
Posibilidad de Producción	1,509	1,761	1,990	1,996	1,996	1,999	

(3) CNICP: Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y el Papel.

Los expertos analistas económicos consideran que la industria papelera mexicana podría experimentar un crecimiento en su producción superior al 2% al concluir 1997 como resultado de un contexto nacional e internacional favorable. En los próximos meses iniciará un ciclo alcista en los precios internacionales del papel y de la pulpa, mientras que el consumo anual de ésta crecerá a una tasa anual de 4 a 5 por ciento⁽⁴⁾.

1.2.3 *Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel (CNICP).*

Esta cámara fue creada en 1942, agrupa a varias entidades cuyo ramo industrial es la fabricación de celulosa y/o papel. (Ver Anexos 2 y 3). Las empresas de este ramo utilizan distintas materias primas para elaborar sus productos, a pesar de que son del mismo tipo. En la matriz mostrada en el anexo se observa cuáles son las materias primas más utilizadas en la industria. (Ver Anexo 4). Entre los servicios que presta la CNICP están:

- ◆ Representar los intereses generales y particulares de las empresas que la integran.
- ◆ Es órgano de consulta del Estado, de las empresas asociadas y del público en general.
- ◆ Propone a las autoridades competentes las medidas necesarias para el desarrollo del sector.
- ◆ Actúa como conciliador en los conflictos entre las empresas que agrupa.
- ◆ Desempeña la sindicatura en las quiebras o en suspensiones de pagos a los integrantes del Registro Industrial.
- ◆ Realiza trámites diversos de interés para sus asociados ante las diferentes dependencias de los Gobiernos Federal, Estatal y Municipal, incluidas empresas estatales y paraestatales.

(4) Cfr. REFORMA, Sección Negocios, lunes 21 de julio de 1997, p. 9A.

- ◆ Fomenta el desarrollo de las empresas de su sector y de proveedores y usuarios.
- ◆ Promueve el estudio y desarrollo técnico y científico del sector.
- ◆ Estudia los problemas económicos de la rama industrial.
- ◆ Recopila información sobre la calidad y las cotizaciones de sus productos en los mercados nacional e internacional.
- ◆ Realiza estudios y proporciona información y asesoría técnica sobre contaminación ambiental, normalización, ley aduanera, aranceles al comercio exterior y tráfico aduanal, patentes y marcas, regulaciones al comercio exterior, derecho fiscal, laboral y mercantil, aprovechamientos forestales, desarrollo del sector en el área latinoamericana, ley general de salud y sobre diversos asuntos y materias de interés para las empresas asociadas.
- ◆ Elabora estadísticas sobre producción, insumos, capacidad instalada de producción, oferta y demanda de papel y productos terminados, comercio internacional, inversionistas, etc.
- ◆ Fomentar la exportación de productos nacionales.
- ◆ Opera como bolsa de trabajo.
- ◆ Organiza conferencias, seminarios, cursos y otros eventos para difundir información técnica y económica de interés para el sector y para analizar la problemática de la industria y de la economía nacional.

Esta Cámara no agrupa a todas las industrias, pero sí a una gran cantidad de ellas, lo que permite realizar estudios confiables que abarcan a gran parte del sector, proyecciones, análisis de oferta-demanda del mercado, balanza de importaciones y exportaciones; observa las tendencias, índices de crecimiento del sector, comportamiento del mismo en el panorama industrial en México y en el mundo, etc.

1.3 La caja de cartón corrugado.

1.3.1 Antecedentes en México.

Si se enfoca la propia historia de México, se puede decir que utilizaban diferentes empaques o embalajes, así como diferentes métodos para manejar, transportar y vender las mercancías en un lugar determinado (tianguis). Entre estos empaques están:

- ◆ El huacal, que servía para transportar y exhibir muchas mercancías, fue en nuestro medio el principio del contenedor y del exhibidor de ahora. Consistía en una rejilla de varas gruesas, entrelazadas y atadas en sus extremos con *mecatl* o mecate. De éste se derivó más adelante la famosa rejilla de madera utilizada por los agricultores de manzana, tomate, chile, melón, etc.
- ◆ El *cacaxtle*, que era parecido al huacal, pero más largo y a veces era forrado; se cargaban en la espalda.
- ◆ La petaca o *petlacalli*, que era una rejilla de cañas largas, como jaulas con forro de cuero y también se usaba petate para cubrirlas.
- ◆ El *chiquihuitl* o chiquihuite, que era de forma cilíndrica, de boca más ancha que el fondo y se construía con tiras de carrizo entretejidas.
- ◆ La canasta, que es un recipiente multiforme con asas, toda hecha de varas o tiras de carrizo; todavía se usan mucho actualmente.

1.3.2 ¿Qué es la caja corrugada?

Aún cuando tiene una apariencia simple, la caja de cartón corrugado es una compleja estructura de ingeniería; se emplea en todos los sectores industriales, agrícola y de servicios. El empaque de cartón ondulado se ha mantenido al día en función de dos factores esenciales: su relación calidad-precio, su adaptación continua a las necesidades del mercado, tanto a nivel técnico (tratamientos especiales, mecanización), como a nivel de las exigencias de mercadotecnia (impresiones cada vez más complejas, formas, usos, etc).

El cartón corrugado es mucho más fuerte que los materiales con que ha sido hecho. Esta resistencia es el resultado de la combinación de dos formas arquitectónicas básicas: el arco y la columna. En sentido transversal las corrugaciones o flautas crean una serie de arcos separados por el *liner*. El espacio de aire creado por los arcos trabaja como un amortiguador, acolchonando y aislando el producto. Las flautas forman una hilera de columnas, las cuales pueden soportar gran peso y resistir la compresión; una doble hilera de flautas incrementa la resistencia y la protección. Una caja corrugada posee los siguientes aspectos básicos: dimensiones y estructura de las flautas. Una caja se describe por medio de cuatro elementos principales: tamaño, resistencia, flauta y estilo, que son los que hacen las diferencias entre una caja y otra. Hay diversas formaciones básicas para los cartones corrugados; a continuación se presentan las principales:

- a) *Single face o de una cara*: Está compuesto por un *liner* y un *medium*. Se presenta en rollos, en hojas u otras formas especiales. Se utiliza principalmente para envolver y proteger

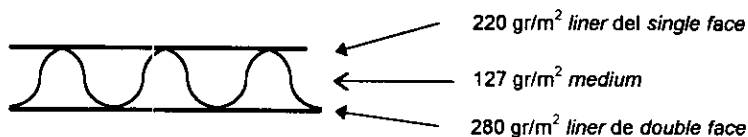
determinados objetos (perfumes, botellas, vasos, etc.), también se utiliza como material decorativo en ventanas y exhibidores. Se puede realizar en todos los tamaños de flautas.



b) *Double face o single wall corrugated. Corrugado de doble cara o corrugado sencillo*. Se compone de dos *liners* y un *medium* corrugado dando como resultado una estructura más rígida. Se presenta en láminas y se utiliza en la manufactura de cajas y empaques para artículos frágiles que requieren protección (vasos, juguetes, forro de protección de la puerta de un carro). Se puede fabricar en las flautas A, B, C, E. (Ver la tabla 1.3.1).

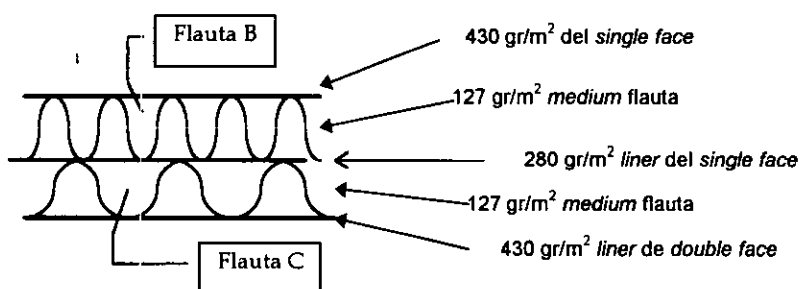


Cuando se identifican los materiales de construcción que conforman la caja corrugada, siempre se describe primero el exterior de la caja. Si se coloca un *medium* de 127 gr/m², flauta C en un *liner* simple y se une a eso un *liner* de 220 gr/m², y luego se une un *liner* de 280 gr/m² en la cara doble, y se usa esa lámina, se tiene:



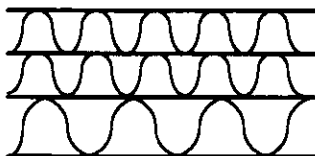
entonces, esto se describe como una lámina SK28-PC127-SK22 de corrugado sencillo flauta C; que quiere decir que está formada por tres papeles: en el exterior, un *liner* semikraft de 28 gr/m² (SK28), el papel corrugado del interior, un *medium* estándar de 127 gr/m² (PC127) y en la capa interior del cartón, otro *liner* semikraft de 220 gr/m² (SK22).

c) *Double wall o doble corrugado*: Se compone de tres *liners* y dos *mediums* corrugados. Se fabrica en varias clases y grados, y en combinaciones diferentes de flautas A-C, A-B, B-C. Su uso principal es para cajas que contienen productos pesados. Es de más estructura y de un espesor mayor que las anteriores. Se utilizan simultáneamente dos láminas de dos caras. La lámina se ve como sigue:



esto se describiría como SK430-PC127-SK280-PC127-SK430 flauta B/C lámina de corrugado doble, cuya simbología es similar al ejemplo presentado anteriormente.

d) *Triple wall o triple corrugado*: Se pueden fabricar con diferentes combinaciones de las flautas (en México no se utiliza). Se usa para empaquetar artículos muy grandes y pesados. El *corrugado triple* consiste de tres *mediums* y cuatro hojas de *liner*, las cuales pueden ser de diferente calibre, esta estructura queda como muestra la figura:



Para hacer un corrugado triple se requiere correr 3 *liners* al mismo tiempo y tener 3 estaciones de doble engomado. No muchas corrugadoras tienen estas características ni esa capacidad.

La creación y el mantenimiento de la estructura de la flauta es un factor decisivo en el comportamiento de la lámina corrugada. La construcción del corrugado es único, como ya se mencionó anteriormente, la lámina terminada es más fuerte que la suma de las fuerzas de las piezas individuales de los diversos papeles que la conforman; esto se debe a los arcos creados por las flautas, lo cual puede ser fácilmente apreciado cuando se mira un corrugado desde el final. Estos arcos necesitan ser uniformes, bien redondeados y lo más altos posible; cuando los arcos están inclinados, aplastados o no son uniformes, el corrugado terminado no va a ser tan resistente como debería haber sido.

Los lados de la caja o caras son columnas, el espesor de las cuales se determina por el calibre que hay entre el papel interior y el papel exterior y por la estructura de la flauta usada, A, B, C, AB, BC, etc. Normalmente las cajas se hacen con la dirección de la flauta vertical, a menos que se especifique lo contrario; para pocos artículos las cajas regulares ranuradas se pueden hacer con las flautas horizontales; por lo general, estas cajas son de abertura en la cabecera o se embarcan acostadas sobre uno de sus lados porque ésta es la forma en que presentan más resistencia. Los productos que se embarcan en estas cajas son por lo general jabón y detergentes. Las cajas con corrugado horizontal que sí tienen abertura en la cabecera, por lo general tienen menos cartón pero requieren una operación extra en su fabricación porque no se pueden poner los dobleces de las aletas en la corrugadora.

La diferencia entre el área o el peso del *medium* plano y el área o el peso del *medium* acanalado es llamado el factor de encogimiento o la razón o relación de consumo; va a variar dependiendo del número de flautas por unidad de longitud y del peso de las mismas. Los factores de consumo para rollos nuevos de corrugado en los principales tipos de flautas son:

Tabla 1.3.1: Tipos de flautas en el cartón corrugado.

Flauta	No. aprox. flautas/pie lineal	Altura (pulg)	Altura aprox. (mm)	Factor de consumo de papel
A	33 +/- 3	3/16	4.76	1.58
B	47 +/- 3	3/32	2.38	1.35 - 1.38
C	39 +/- 3	9/64	3.57	1.43 - 1.45
E	90 +/- 4	3/64	1.19	1.30
B-C		3/16	4.76	

La flauta A no tiene venta en México ya que su principal uso es en contenedores, la flauta B se utiliza en artículos que requieran un mínimo amortiguamiento y no se necesita una alta compresión, la flauta C es la más común por sus características de acolchonamiento, dando buena protección al producto contenido y una estructura para soportar mayor carga de estiba; la flauta E o miniflauta está destinada para artículos pequeños de poco peso como pueden ser aparatos electrodomésticos, o para laminar con cartoncillos recubiertos, y obtener una impresión de calidad offset. El *single face* hecho en B-C-E es utilizado como forro protector de aparatos, motores, etc., que requieren una protección superficial envolvente. Con la combinación de flautas B y C se obtiene el doble corrugado.

Si se quiere calcular el peso de 1000 pies cuadrados de la lámina terminada, se tiene que tomar en cuenta el peso de la hoja de *liner*, el peso del *medium* incluyendo el factor de encogimiento, y el peso del almidón utilizado para unir el *medium* al *liner*.

El tamaño consiste en las dimensiones de la caja, que se obtienen por medio de las dimensiones de la hoja; como la corrugadora combina y pega los papeles *liner* y *medium* para formar una hoja continua de cartón corrugado, y es ésta quien hace los hendidos horizontales o de las aletas, y corta la hoja a lo largo y a lo ancho.

Una vez que las hojas salen de la corrugadora, pasan a ser procesadas a las impresoras-ranuradoras (flexográficas y/o troqueladoras) en donde se les ponen los hendidos verticales, ranuras y también se imprimen.

La figura 1.3.2 muestra la hoja para una caja cortada a la medida, con hendidos y ranuras. las cuales se clasifican en:

- ceja
- aletas exteriores (AE)
- aletas interiores (AI)
- aletas superiores (AS)
- aletas inferiores (AINF)
- dobles horizontales (DH)
- dobles verticales (DV).

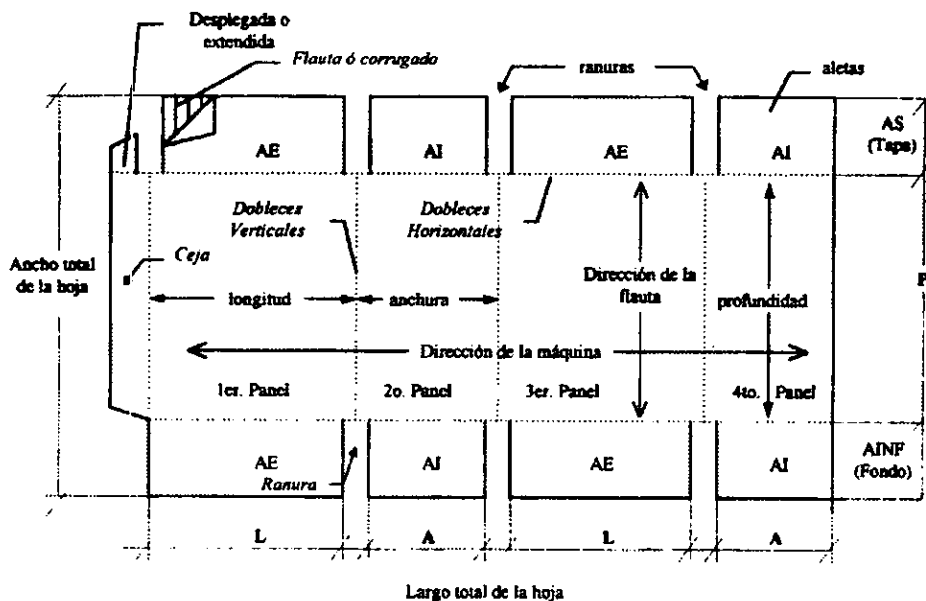


Figura 1.3.2: Hoja de cartón corrugado.

Para calcular el área o dimensión de la hoja, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Area} = \text{Ancho total de la hoja} \times \text{longitud total de la hoja}$$

Las dimensiones de la caja son siempre las dimensiones interiores y deben estar colocadas en el siguiente orden: largo, ancho y profundidad. El largo es la más grande de las dos dimensiones de la cara abierta (donde se abren las aletas); el ancho es la más pequeña; la profundidad siempre es la distancia entre las superficies internas de la caja medida perpendicularmente al largo y al ancho. (Ver figura 1.3.3).

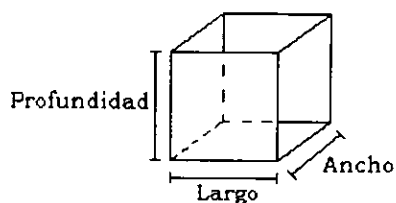


Figura 1.3.3: Dimensiones de una caja.

En cualquier caja la longitud puede ser más grande o igual (ver figura 1.3.4.a y 1.3.4.b), pero nunca menor a la anchura, por definición (ver figura 1.3.4.c); en cajas cuadradas ($L=A$), las aletas interiores se juntan (ver figura 1.3.4.d), en las que no son cuadradas hay una abertura entre aletas interiores igual a $L - A$ (ver figura 1.3.4.e); la profundidad es independiente de la longitud y anchura.; pudiendo ser mayor, menor o igual a cualesquiera de ambos.

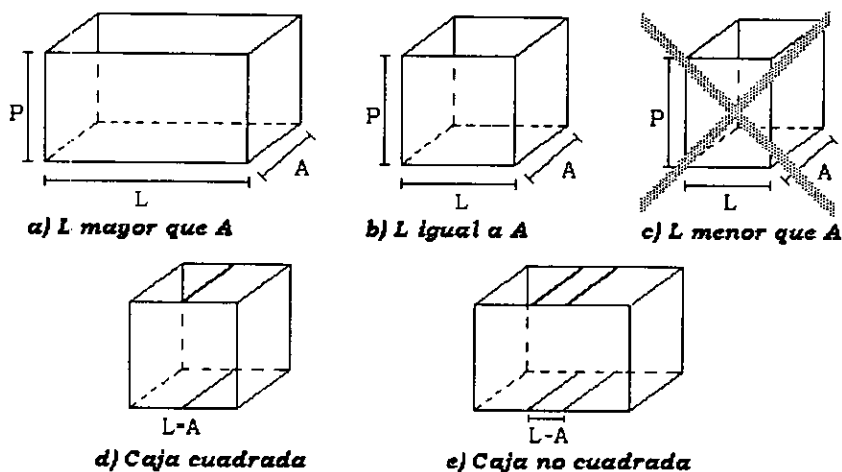


Figura 1.3.4: Dimensiones interiores y características.

Cuando se calcula la longitud de la hoja para fabricar cierto tamaño de caja, la hoja debe ser más larga de las dimensiones requeridas por el cliente; esto es porque el corrugado tiene cierto espesor, y las dimensiones internas son diferentes a las dimensiones externas. Cuando se dobla una hoja corrugada plana, esencialmente perdemos una porción del espesor en el interior de la caja. Para reponer esta pérdida, tenemos que añadir lo que llamamos aumentos por hendido a las dimensiones de la lámina.

Al establecer las dimensiones, el productor de cajas está mejor preparado para diseñar una caja si se le proporciona una muestra del producto a ser empacado. Si no es posible obtener una muestra, una completa descripción del artículo, incluyendo dibujos cuando sea posible, la cantidad y el peso a empacar deben ser proporcionados para asegurar que la caja que se ha diseñado va a cumplir totalmente las especificaciones necesarias. Las dimensiones de la hoja son particularmente críticas cuando el producto va a ser empacado por medio de equipos automáticos, las dimensiones establecidas deben considerar la máxima tolerancia aceptable en algún equipo de empaque mecanizado.

1.3.2.1 Propiedades del producto.

a) Estado del producto.

- Sólido: libros, aparatos electrodomésticos, etc.
- Fluido: mantequilla, manteca, etc., productos que generalmente se presentan en envase primario.

- Líquido: productos como son aceite, leche, agua, etc., que siempre presentan envase de metal, vidrio, plástico, etc.
- Pulverizados: son productos granulados o pulverizados como detergentes, azúcar, arroz, etc. Es importante tomar en cuenta la presión lateral interna ocasionada por su asentamiento para calcular la resistencia requerida por la caja.

b) *Peso/Volumen del producto.*

- Voluminosos, que a su vez pueden ser:
 - Pesados: muebles, electrodomésticos, etc.
 - Ligeros: objetos de poliestireno, pañales, etc.
- Poco voluminosos, que se dividen en:
 - Pesados: aparatos ópticos, piezas metálicas, botellas, hojalatas, etc.
 - Ligeros: algodón, discos de computadora, etc.

c) *Forma del producto.*

- Paralelepípedos: televisores, electrodomésticos, etc.
- No paralelepípedos: fruta, piezas metálicas, etc.

d) *Dimensiones del producto.*

- Proporcionadas. Equilibrio entre las tres dimensiones largo, ancho y alto, por ejemplo: televisores, armarios, libros, etc.
- No proporcionadas, por ejemplo: colchones, vidrieras, accesorios automovilísticos, perfiles metálicos, etc.

e) Colocación del producto.

- Por unidades. Se puede realizar por unidad de producto, unidad de empaque y unidad de venta, siendo la unidad de empaque varias unidades de producto.
- Por agrupamientos. Se opera por unidades de producto colocadas ordenada o desordenadamente.
- Colocación ordenada: por estratos, en casilleros, con rejillas o con acondicionadores.
- Colocación desordenada: productos en polvo, pequeñas piezas metálicas, patatas, etc.

f) Fragilidad.

- Intrínseca por su concepción o naturaleza, como el vidrio, cristal, fruta, etc.
- Parcial o local no por su naturaleza sino por la presencia de un elemento frágil dentro del conjunto del producto como el vidrio de una lavadora, tablero de mandos, cinescopio de una T.V., etc.
- Por efecto de posibles acciones exteriores como causas mecánicas, por ejemplo: frotamientos, choques, caídas, etc.
- Por efecto de condiciones climáticas, tales como: humedad, temperatura, rayos solares, etc.
- Por efecto de otras causas como el cambio de presión en la bodega de un avión, etc.

Los medios de transporte y la distribución acentúan la vulnerabilidad de los productos por lo que deben ser inmovilizados mediante acondicionamiento interior.

1.3.2.2 Resistencia del empaque.

a) Capacidad de soporte.

La resistencia de un empaque se determina en función de la capacidad de soporte del producto a empacar, tenga o no envase primario, como por ejemplo un jabón sin envase y una lata de tomate. Desde el punto de vista de la capacidad de soporte, los productos se pueden dividir en tres categorías:

- Autosostenible. Puede soportar en estiba varias veces su propio peso sin sufrir deterioro como deformaciones, aplastamiento, reventamiento, fracturas. Como ejemplo de este grupo están los envases metálicos, de vidrio y algunos plásticos. Las funciones técnicas del empaque son casi exclusivamente las siguientes:
 - El reagrupamiento.
 - El apilamiento de lotes.
 - La estabilidad de la carga apilada.

- No sostenible. Es en donde el empaque sólo debe soportar cualquier esfuerzo que se presente y por consiguiente es necesario fortalecer las propiedades del empaque. Como ejemplo están los productos agrícolas, envases de plásticos, etc.

- Semisostenible. Cuando el producto no tiene la suficiente resistencia para soportar la totalidad de la carga de estiba y requiere evaluación de los límites de deformación que

el producto admita sin perjudicar su comercialización. Por ejemplo: botellas de plástico, cajas de leche, jugos, productos en polvo, artículos de limpieza.

b) Conservación.

A un empaque que contiene productos perecederos (fruta, verdura, productos avícolas, etc.), se le imponen ciertas exigencias que van ligadas a las condiciones de almacenamiento y transporte de dicho producto, en cuanto a duración, temperatura y humedad.

c) Daños en manejo, transporte y almacenaje.

- Mecánico.- causado por artículos punzantes o asperezas en la superficie de piezas metálicas, herramientas, etc.
- Físico y químico.- daños causados por líquidos, sustancias abrasivas, materiales gaseosos, etc.

d) Valor del producto.

Es el factor principal para el cliente, en función del porcentaje de roturas o daños admisible y la evaluación del costo límite del empaque con dos criterios de apreciación:

- Valor real o intrínseco. Está en relación directa a la naturaleza del producto como obras de arte, objetos especiales, perfumes, cristal, porcelana.
- Valor funcional. En donde teniendo un producto de bajo valor real, puede ser un elemento indispensable en el desarrollo de un ciclo productivo, en el que la suspensión del proceso suponga un alto costo como podría ser el ejemplo de componentes electrónicos para armar una T.V. o partes para fabricar un amortiguador.

La naturaleza del producto influye directamente sobre el costo de una rotura o desperfecto.

- En el caso de productos que tengan un valor real bajo (botellas de agua mineral) el cliente acepta un porcentaje de averías, una calidad baja de empaque y un precio ajustado.
- En el caso de productos que tienen un valor real o funcional elevado (perfumes, cristal, piezas de precisión), en los que no permitan ninguna avería, se seleccionará el empaque que ofrezca total seguridad aunque el precio sea más elevado.

Hay una estrecha interdependencia entre el empaque y su contenido en función de los daños exteriores causados por el clima, almacenaje, manejo y transporte. La concepción de un empaque diseñado para contener piezas sólidas e inertes, será distinta a la de un empaque destinado a contener productos perecederos que, por ejemplo, desprendan una gran cantidad de humedad. El empaque debe responder a las exigencias resultantes de:

- a) Condiciones y cambios de clima.
 - b) Manejo.
 - c) Paletización.
 - d) Almacenaje.
 - e) Transporte.
 - f) Circuitos de distribución.
 - g) Satisfacer técnica y económicamente los requerimientos de calidad y precio.
- Operaciones de llenado manual o mecanizado, automático o semi-automático.

Capítulo 2: Sistemas de información y productividad

2. Sistemas de información y productividad.

Una vez que se han expuesto las generalidades en el capítulo anterior, se pasará al objeto de estudio, es decir, a las variables que afectan la productividad de una máquina determinada en una planta productora de cajas de cartón corrugado, así como la forma en que los sistemas de información ayudarán a medir la productividad.

Mediante la adecuada obtención de datos y parámetros de productividad en forma estandarizada y a tiempo se obtendrán reportes y análisis estadísticos que servirán de información fundamental para la toma de decisiones, tanto para el personal operativo como para los directivos.

También esta información servirá para reportar y comparar datos contra otras plantas con equipos similares en todo el mundo, las cuales son publicadas en las ediciones de TAPPI (Test Applied for Pulp and Paper Industries) en forma periódica.

21 Sistemas de información.

A partir de la globalización de los mercados y las industrias, existen tres factores que han modificado el entorno en la forma de administrar los negocios; el primero es el surgimiento de economías globales, que hacen énfasis en el diseño organizacional y el control administrativo, en la competencia en mercados mundiales, en grupos de trabajo globales y en sistemas globales de distribución. El segundo cambio es la transformación de las economías y sociedades industriales en “conocimientos” e información al servicio de la economía, favorecidos por los sistemas de información, así como productividad, nuevos productos y servicios, liderazgo, competencia basada en el tiempo, productos con un ciclo de vida más corto, entorno turbulento, la base de que los empleados poseen pocos conocimientos. El tercero y último es la transformación de las organizaciones y la forma de administrar los negocios, mediante la disminución de sus organigramas haciéndolos más planos, la descentralización, flexibilidad, independencia de las sucursales, costos bajos de transacción y coordinación, trabajo en colaboración y trabajo en equipo, así como la creación del valor agregado al cliente.

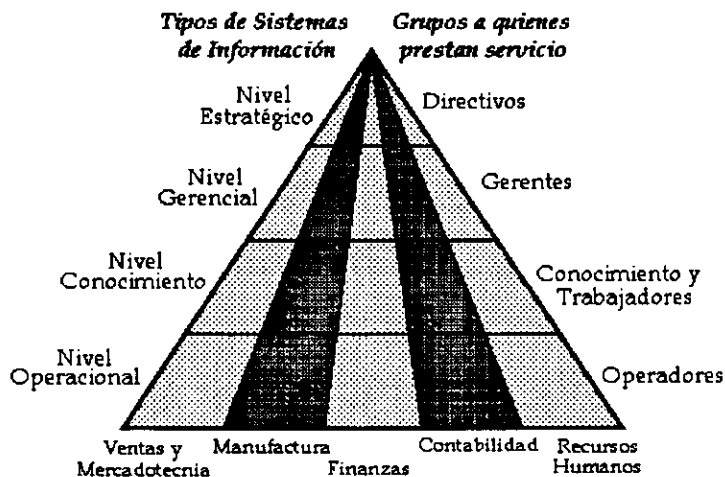
Esto implica que la forma de manejar y administrar las empresas tiene que cambiar y, de hecho, está cambiando a pesar del esfuerzo de muchos ejecutivos y/o dueños para que las cosas no se alteren. No sólo los empresarios pequeños y medianos están forzados a variar sus estilos de administración que prevalecieron durante años, con riesgo de que si no lo hacen, serán engullidos por la globalización. Los sistemas de información fomentan estos cambios y a su vez facilitan la obtención de información y el manejo de la misma.

Los sistemas de información son componentes interrelacionados que trabajan juntos para recopilar, procesar, almacenar y diseminar información para la toma de decisiones y el control dentro de la organización. Por *información* se entiende los datos que han sido procesados en una forma tal que tienen un significado o una interpretación tal que es útil al ser humano. Los *datos*, por el contrario, son conjuntos de hechos primitivos que representan los eventos que ocurren en la organización o en el entorno físico que la rodea, antes de que éstos sean organizados o procesados de manera que se entiendan. Hay tres actividades que generan la necesidad de tomar decisiones, controlar operaciones, analizar problemas y crear nuevos productos o servicios. Estas actividades son entradas, proceso y salidas. Por *entradas* se entienden datos primitivos relacionados con la organización o con su entorno. El *proceso* convierte estos datos de entrada en una forma con mayor significado. La *salida* transfiere la información procesada a las personas o a las actividades donde van a ser utilizados. Los sistemas de información también requieren *retroalimentación*, que son las salidas que llegan a miembros claves de la organización para ayudarlos a evaluar o corregir la parte de entrada.

Por lo tanto, los sistemas de información nos ayudarán a medir las variables productivas en cualquier industria, logrando favorecer esta oportuna toma de decisiones en el menor tiempo, logrando así una ventaja competitiva. Por otra parte, la información actualizada y oportuna puede ayudar a identificar áreas de oportunidad que en casos críticos pueden motivar cambios en los objetivos, operaciones y/o productos dentro de una empresa; así como áreas problemáticas o posibles situaciones de conflicto que requieren atención inmediata. Estos cambios deben ser promovidos por los directivos al detectar que el rumbo a seguir no es el correcto.

Los elementos clave dentro de una organización son su personal, estructura, operaciones, cultura y políticas. Las organizaciones formales están compuestas de diversos niveles jerárquicos, en cada uno de ellos existen actividades y funciones diversas tales como ventas, manufactura, finanzas, contabilidad y recursos humanos. Las organizaciones coordinan la realización del trabajo mediante dichas estructuras jerárquicas, las cuales forman una pirámide de autoridad y responsabilidad ⁽⁵⁾. Los niveles superiores están constituidos por los directivos y gerentes, mientras que los inferiores están conformados por las áreas operativas como se puede observar en la figura 2.1.1.

Figura 2.1.1: Estructura y elementos clave dentro de una organización.



(5) Cfr. Laudon, Kenneth, Management Information Systems, Estados Unidos, Ed. Prentice Hall, 1996, (4ª ed.), p. 17.

Los sistemas de información sirven dentro de los diversos niveles de la organización para llevar a cabo el trabajo, hacer análisis y formular reportes o estadísticas, sin importar de qué nivel estemos hablando, es decir, dentro del nivel operacional, se llevan a cabo las actividades elementales como son las ventas, fabricación de las cajas corrugadas, la contabilidad tanto de ingresos y egresos así como el manejo y administración de los recursos humanos.

Esto no sólo sucede en el nivel operacional sino también en el de conocimientos, gerencial y directivo.

En los niveles operativos de manufactura, los operadores de máquinas producen cajas y llevan reportes de cajas fabricadas, número de arreglos, tiempos perdidos, etc., estos reportes son canalizados por medio de los supervisores al área de Estadística, en donde se procesa la información agrupándola y comparándola; posteriormente se generan reportes mensuales a los gerentes de producción y planta.

La información llega a su vez a los directivos, los cuales analizan niveles de productividad y en base a la capacidad instalada y la demanda pueden tomar decisiones del tipo de: comprar una nueva máquina, incrementar la cantidad de trabajadores, reducirla, entre otros ejemplos.

Hoy en día las organizaciones se auxilian por sistemas, máquinas o computadoras interconectadas para lograr obtener y generar información, que puede ser desde cuánto se

produjo en la máquina A, durante el turno X, o cuánto se vendió durante el primer semestre del año, sin olvidar, por ejemplo, lo que se facturó en el mismo periodo.

Este tipo de información auxilia a los gerentes o directivos a tomar decisiones o implementar objetivos y presupuestos de ventas, utilidades, etc.

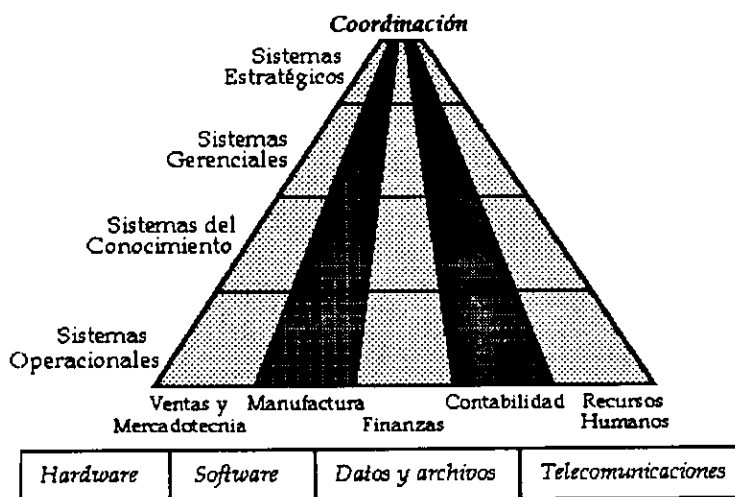
Por lo tanto, el contar con información verídica y oportuna favorece el análisis estadístico, promueve el control adecuado del personal y facilita la labor de los gerentes y directivos en las empresas.

No cabe duda de que hoy en día existe una gran interacción entre las máquinas y las personas en la medida en que ha ido avanzando la tecnología.

Durante el primer contacto con los sistemas electrónicos o computarizados, la reacción ha sido rechazo, la tecnología se ha impuesto y nos ha obligado a aprender y balancear las maravillas tecnológicas con las demandas de la naturaleza humana.

La interdependencia entre la organización y los sistemas de información es hoy en día una realidad, en los sistemas contemporáneos existe una dependencia entre los objetivos de las empresas, procedimientos y reglas con los sistemas de información (6). En consecuencia, los objetivos, procedimientos y reglas requieren cambios en hardware, software, telecomunicaciones y bases de datos. (Ver figura 2.1.2).

Figura 2.1.2: Interdependencia entre la organización y los sistemas de información.



La figura anterior nos muestra la arquitectura de la información que debe tener una organización para poder alcanzar sus metas o cumplir con sus funciones. Esta arquitectura se extiende hasta los datos de los archivos en donde la información es centralizada o distribuida.

(6) Cfr. Laudon, Kenneth, Management Information Systems, Estados Unidos, Ed. Prentice Hall, 1996, (4ª ed.), p. 19.

Actualmente son los gerentes y los directivos quienes juegan el importante papel de determinar esta arquitectura. Hoy en día no es suficiente saber de computación, por ejemplo, se debe entender el alcance que un buen sistema procesador de datos, con la tecnología apropiada, puede tener en el negocio. Los ejecutivos deben saber cómo rastrear, planear y administrar la tecnología que les va a proporcionar algo muy valioso: información.

2.2 Productividad.

Las plantas productoras de cartón corrugado tienen varias máquinas, entre las que se encuentran: corrugadoras, flexográficas, troqueladoras, engomadoras, engrapadoras, encintadoras, cortadoras y para hacer divisiones en las cajas. Todas estas máquinas tienen los siguientes parámetros, unos son exclusivos de corrugadora y otros de conversión, éstos son: medidas, dimensiones de la lámina de cartón, velocidad, número de horas máquina, tiempos de paro, metros cuadrados producidos, metros lineales producidos, láminas producidas, toneladas producidas, turnos trabajados, número de arreglos por turno, tamaño de tripulación, número de piezas producidas, etc.

Con estos datos primarios se calculan muchos otros como: productividad, número de arreglos por mes, metros lineales por arreglo, desperdicio, etc., datos combinados que van mostrando diferentes facetas de lo que ocurre en estas máquinas. La interpretación de estos datos es lo que nos proporciona la mayor información.

2.2.1 Concepto de productividad.

He aquí la clave de todo este estudio, ¿qué es la productividad?, ¿cómo se define?, ¿cuáles son sus parámetros?, ¿cómo se mide?, ¿con qué se compara?, etc., etc., tantas interrogantes que se presentan al mencionar esta palabra, por eso antes de utilizar este concepto se ampliarán los conocimientos al respecto.

Existen varias definiciones:

- a) Productividad.- Facultad de producir. Cantidad producida teniendo en cuenta el trabajo efectuado o el capital invertido⁽⁷⁾.
- b) Productividad.- No. de elementos producidos entre costo de producción⁽⁸⁾.
- c) Productividad.- Relación entre las entradas y las salidas de un sistema productivo. Si se produce más salida con las mismas entradas se es más productivo⁽⁹⁾.
- d) Productividad.- Se describe como las salidas producidas divididas entre las entradas. Se supone que es un índice que muestra cuánto poder de producción tiene una planta. Los cambios en el denominador de la fórmula se utilizan para evaluar la calidad comparativa de una situación productiva en particular, como son horas hombre, horas máquina o materia prima⁽¹⁰⁾.

(7) Cfr. García Pelayo, Ramón, Diccionario Larousse Ilustrado, México, Ed. Larousse, 1982, (13ª ed.), p.787.

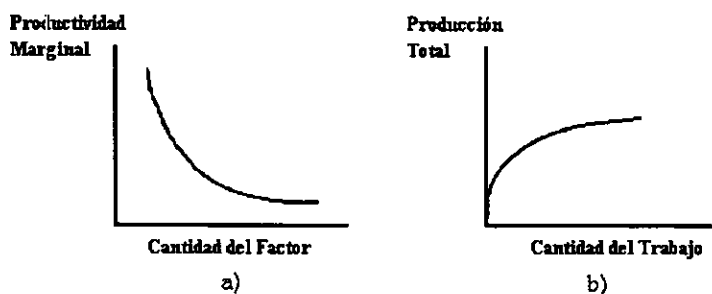
(8) Cfr. Martín, Jorge, Production Operation Management, México, Universidad Panamericana, 1995, p. 4.

(9) Cfr. Schroeder, Roger, Administración de Operaciones, México, Ed. McGraw Hill, 1992, (3ª ed.), p. 719.

(10) Cfr. Salvendy, Gavriel, Handbook of Industrial Engineering, E.U.A., Ed. Wiley, 1992, (2ª ed.), p. 54-55.

- e) Productividad entre los trabajadores de la información.- Es difícil medirla por el problema que causa identificar las unidades más convenientes para ser consideradas unidades de salida. ¿Cómo medirías la productividad en un despacho legal?, ¿o en una oficina de gobierno? ⁽¹¹⁾.
- f) Productividad.- Es fácil medirla cuando se trata de operaciones manuales, pero ante el creciente número de operaciones cada vez más sofisticado y complejo en cuanto a conocimiento o elaboración, es imposible medirla igual, porque entonces se sacrificará la calidad en aras de la cantidad ⁽¹²⁾.
- g) Productividad marginal.- Es la producción que genera una unidad adicional del factor y va disminuyendo mientras más cantidad existe de este factor en la producción (figura 2.2.1.a). Esto no significa que se tenga una menor producción, la producción total siempre se incrementa, como se puede observar en la figura 2.2.1.b ⁽¹³⁾.

Figura 2.2.1: Productividad marginal.



(11) Cfr. Laudon, Kenneth, Management Information Systems, E.U.A., Ed. Prentice Hall, 1996, (4ª. ed.), p. 572-574.

(12) Cfr. Resnick, Marc, Performance and Productivity Measures in the 21st century, E.U.A., Florida International University, 1997, p. 1.

(13) Cfr. Schettino, Macario, Economía Contemporánea, México, Ed. Interamericana, 1996, (2ª. ed.), p.p. 77.

Después de observar todas las definiciones arriba mencionadas, nos damos cuenta de que el mismo término puede ser utilizado de diferentes maneras, aunque en general significa lo mismo: medir resultados en función de lo que entra y lo que sale en la realización de un proceso determinado. Por supuesto depende del proceso en cuestión, pues como menciona una de las definiciones superiores, no se puede sacrificar la calidad del resultado en aras de obtener una mayor cantidad, por lo tanto un índice de productividad más alto.

Es cierto que este concepto llamado así debe reflejarse en un valor numérico, de lo contrario no podría compararse correctamente. Por ejemplo: en el mes de mayo la productividad fue “muy buena” y en el mes de junio fue “buena”, ¿qué es lo que hace que de un mes a otro baje de “categoría”?, ¿qué tanto es tantito en el lenguaje?, no sé si del “muy buena” al “buena” hubo 5% de diferencia o hubo solamente 0.5%; así es que en ese aspecto se coincide con que la productividad debe reflejarse en un número.

Ahora bien, ¿hasta qué punto es confiable ese valor denominado productividad?, ¿toma en cuenta todas las variables involucradas?, ¿qué interpretación tiene ese número?, ¿es medible un proceso completo y complejo con una relación así?, ¿y es suficiente?, ¿se refleja en ese valor el entorno que rodea al proceso?, ¿si sucede algún cambio se aprecia? ¿o, por el contrario, el índice no se modifica?

Capítulo 3: Proceso y variables que intervienen

3. *Proceso y variables que intervienen.*

3.1 **Proceso de elaboración de una caja corrugada.**

Los dos tipos de papeles, el *medium* y el *liner* son unidos o combinados en la corrugadora, cuyas funciones primarias son: aflatuar el *medium*, combinarlo con el *liner* del *single face*, a su vez combinar éste con el *liner* del *double face*, efectuar las hendiduras para el ancho y el *score*, cortar a la longitud deseada y apilar las hojas o láminas individuales en estibas.

Hay 5 elementos básicos involucrados en la manufactura de la hoja corrugada, los cuales deben ser controlados apropiadamente, con el objeto de que el producto sea de alta calidad:

- Papel
- Calor
- Humedad
- Pegamento
- Presión

3.1.1 Papel.

El papel consiste de dos tipos: *liner* y *medium*. El elemento más importante del *liner* que se debe controlar en la corrugadora es el contenido de humedad; si éste es alto, la hoja corrugada puede combarse o puede no unirse apropiadamente. Estos problemas pueden ocurrir también si el *liner* está demasiado seco. Hay dos elementos igualmente importantes que deben ser controlados para el *medium*: el calor y la humedad. Como los rollos de la corrugadora que forman el *medium* trabajan a altas velocidades, éste debe estar caliente y húmedo para que se pueda moldear con facilidad sin trozar las fibras que componen el papel.

3.1.2 Pegamento.

El pegamento usado para unir el *medium* a los *liners* generalmente es una mezcla de almidón, sosa cáustica, hipoclorito, catalizadores, aditivos, sal y bórax en agua. Debido al costo, calidad y disponibilidad, el almidón de maíz es el más utilizado en los corrugados. El almidón puede convertirse en adhesivo sólo después de que ha sido convertido en sustancia gelatinosa y para ello, el calor y la humedad son los que favorecen que el almidón se gelatinice y forme lo que se llama "unión verde". Posteriormente se retira la humedad, lo que le da más fuerza al almidón como pegamento. Para elaborarlo, cada planta desarrolla su propia fórmula, se pesan los componentes y se sigue el procedimiento para hacer la fórmula al pie de la letra, que ya tiene especificada la consistencia, adhesión, tiempo de secado, viscosidad, temperatura, etc.

3.1.3 Calor.

El calor es necesario para controlar la humedad, la calidad del aflutado y la formación de la unión. El calor es suministrado por los siguientes componentes a lo largo de la máquina corrugadora:

- Precalentadores de una y dos caras
- Rollo preacondicionador
- Regadera y caja de vapor
- Rollos de la corrugadora
- Rollo de presión
- Dados calientes

3.1.4 Presión.

La presión es requerida para formar las uniones entre el *medium* y los *liners*. También se requiere presión entre los dos rollos corrugadores, con el objeto de que el *medium* se forme apropiadamente, considerando que muy poca presión va a ocasionar flautas pobremente conformadas, calibre bajo y baja compresión de columna; demasiada presión puede fracturar el *medium*.

3.1.5 Humedad.

Aunque la humedad es importante, es también una fuente de problemas graves. La humedad es necesaria para la buena formación de las flautas, al igual que para la formación

gelatinosa del almidón. Está presente en todos los papeles que se manejan en una fábrica de cartón y el problema es que la cantidad de humedad puede variar bastante de un rollo de papel al otro. La mayoría del papel tiene un contenido de humedad entre 5% y 7%, algunas veces la humedad es mayor o menor, y si los dos *liners* tienen diferente contenido de humedad al tiempo que el rollo de *single face* y el liner de *double face* son unidos, la hoja terminada de corrugado puede combarse.

La humedad se añade al *medium* cuando éste es vaporizado, esto es para asegurarnos de que el *medium* tiene la suficiente cantidad de humedad para garantizar la buena formación de las flautas, haciendo el material maleable, para que sea quebradizo. El pegamento también es una gran fuente de humedad, el agua debe estar presente para que el pegamento sea fluido y posteriormente cuaje. Cuando se le añade una cantidad normal de almidón a la hoja, la cantidad de agua es equivalente al 10% de la humedad contenida en una hoja de *liner*. Si al *liner* del *single face* o al *double face* se le añade más adhesivo del necesario, puede haber serios problemas de combaduras ⁽¹⁴⁾.

3.2 Maquinaria.

3.2.1 Máquina corrugadora.

Una máquina corrugadora es realmente una serie de máquinas. La plataforma de rollos tiene como función lograr que los rollos de papel sean desenrollados con una tensión uniforme; siguen los precalentadores, que acondicionan el papel permitiendo que el calor abra los poros

(14) *Combadura*.- Defecto que ocurre cuando un papel está más húmedo que el de la otra cara del cartón, lo que provoca que la lámina de cartón se “pandee” hacia el lado más húmedo.

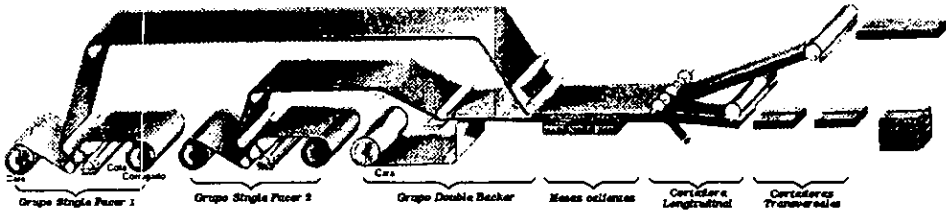
para facilitar el pegado de los papeles; después el papel entra a la corrugadora, el *medium* se precalienta y se presiona con dos rodillos corrugadores con el tamaño de flauta correspondiente y forma la flauta; se acondiciona el *liner* interior y se les pone pegamento, después de pasar por el *single face* salen pegados la cara interior y la flauta; eso se transporta al puente, donde se controlan los problemas de combado. Después está la cámara de succión, que tensa el papel.

El *liner* exterior se acondiciona y en el *double backer* se le pone pegamento al *medium*, uniéndose los tres papeles. Luego pasa por la mesa de secado, cuya banda evapora todo el exceso de humedad del cartón y los rodillos presan un poco para auxiliar al pegado y a la evaporación del agua. Hay que controlar el calor del secado, de lo contrario el pegamento no se adhiere, se cristaliza y se quita el laminado.

Posteriormente se marcan los *scores* de la lámina y luego se cortan a lo ancho, se dividen las cajas hacia el estibador superior, medio o inferior, en el transcurso las cortan a lo largo. Todas esas láminas terminadas se colocan en tarimas formando estibas de determinada altura y se van a la zona de reposo.

Después de un periodo de 8 a 12 horas, una vez que se ha enfriado la lámina, pasan a la flexográfica donde se ranuran y marcan los *scores* paralelos, se imprimen ya sea en 1, 2, 3 ó 4 colores y se pegan, saliendo la caja terminada plegada para su estibado, atado en paquetes, formación en unidades *manecor* o flejado de la estiba completa, según el acomodo requerido por el cliente, al último se pasa a embarques, de donde se distribuye el producto terminado a los clientes.

Figura 3.2.1: Esquema de una corrugadora.



3.2.1.1 Single facer.

El *single facer* jala el *medium* desde una dirección, lo vaporiza y calienta en el preacondicionador y en la regadera de vapor, lo aflauta en los rollos corrugadores, entonces aplica el adhesivo a las puntas de las flautas. Al mismo tiempo el *single facer* jala el *liner* desde otra dirección, lo pasa por encima de un precalentador y lo pone en contacto con el *medium* aflautado y engomado.

El rollo de presión es usado para crear buen contacto entre el *liner* y el *medium*, y para fortalecer la unión entre ambos. El pegamento es una mezcla de aproximadamente 20% de almidón de maíz y 80% de agua. Esta combinación de *liner* y *medium* es llamada "rollo de *single face*" (SFW, por sus siglas en inglés, *single face wall*).

El puente consiste en una serie de bandas transportadoras paralelas, por medio de las cuales se transporta el rollo de *single face*, además permite que transcurra cierto tiempo para que

el almidón se afirme antes de que el rollo de *single face* sea pegado al otro *liner*; también sirve como área de almacenamiento o acumulación para cierta cantidad de rollo *single face*, misma que se mantiene en el mínimo para evitar problemas de combaduras.

3.2.1.2 *Double backer*.

El SFW es jalado a través del precalentador e introducido a través de la máquina engomadora *double facer*. La engomadora aplica pegamento de almidón a las puntas de las flautas del SFW y posteriormente es jalado dentro de la sección de dados. El segundo *liner* (el *double face liner*, DFL por sus siglas en inglés) es introducido dentro de los dados calientes, donde hace contacto con las puntas de las flautas, previamente engomadas.

El propósito de esta sección es proporcionar calor y un poco de presión, de manera que el almidón se haga gel y una las flautas al DFL. Después de los dados calientes sigue la sección de enfriamiento, la cual guarda la presión sólo por un poco más y ayuda a fortalecer la unión. Existen varios tipos de recubrimientos, tales como antideslizantes o resistentes al agua, que pueden ser aplicados al cartón después de que pasa por esta sección.

3.2.1.3 *Triplex o slitter*.

El cartón es introducido en el *triplex* o *slitter* donde es cortado y hendido, los cuales se convierten generalmente en los hendidos planos de una caja terminada. El *triplex* tiene tres juegos individuales de herramientas para montar las cabezas hendidoras y cortadoras. Cuando

un juego de herramientas es utilizado para un tipo de disposición, los otros dos juegos pueden ser ajustados para las siguientes dos disposiciones.

Cuando se ha completado una orden, la hoja se corta y se desvía, de manera que el *triplex* puede girar para poner la siguiente barra o acomodarlo en el lugar. Esto es un cambio de disposición, muchas corrugadoras los tienen automáticos. Cada vez que se acomoda, debe de ponerse en un número de "outs". Si el único corte hecho es para tomar la medida de lado, esto viene a ser un "one out", éste es común cuando se hacen láminas o cartón para cajas muy grandes. Si se toma el ribete lateral y la hoja se corta por la mitad, a esto se le llama "two out". Si el cartón se corta en tres anchos de un solo tamaño y dos de otro, esto se llama "five out" y así sucesivamente.

3.2.1.4 Cuchillo y apilador.

La hoja se introduce dentro del cuchillo, éste corta la hoja a lo largo. Muchos cuchillos son cuchillos dobles, uno superior y uno inferior; cada uno puede ajustarse independientemente. Algunas corrugadoras tienen cuchillos triples y pueden cortar la hoja a tres largos distintos. Las hojas cortadas, ribeteadas y hendidas son alimentadas por medio de bandas a los apiladores automáticos, que acomodan las hojas en pilas de cinco a siete pies (1.5 - 2 metros) de alto; o las alimentan manualmente de la banda transportadora a un montacargas, tarima u otra banda, en donde uno o dos operarios se encargan de formar las pilas de láminas.

Estas hojas están listas para ser sometidas a los procesos necesarios que las convertirán en cajas corrugadas después de pasar al área de reposo, espacio en donde se colocan las láminas apiladas en 1 ó 2 estibas recién salidas de la corrugadora; lo que permite que la lámina termine de drenar el agua por medio de vapor, en teoría se debe reposar mínimo tres horas, pero cuando se tiene un proceso controlado no es necesario tanto tiempo ya que al estar controlado no hay exceso de humedad, por lo tanto no hay agua que drenar. Después de eliminar el exceso de agua, en caso que lo requiera, la lámina adquiere la consistencia y dureza debida para pasar a las impresoras flexográficas y continuar corriendo el proceso hasta finalizarlo; si la lámina entra a la flexográfica sin haberse enfriado lo suficiente, las flautas se aplastarán y el cartón perderá compresión.

3.2.2 *Máquinas de conversión.*

Esta sección abarca varias máquinas de diferentes tipos que no son máquinas corrugadoras y cuya principal función es continuar el proceso para elaborar una caja. Entre las máquinas agrupadas bajo este rubro, están: flexográficas, impresoras-troqueladoras, engrapadoras, cortadoras, divisiones, etc.

Una caja puede ser elaborada en 2 ó más pasos, el primero es la corrugadora, posteriormente la lámina se imprime y/o troquela, después puede ser necesario pegarla, engraparla, cortarla, etc.

3.2.2.1 Impresión.

Para vender un producto hay que informar, diferenciar y decorar. *Informar* es proporcionar el nombre y la dirección del fabricante, facilitando la mayor cantidad de información práctica sobre el producto. *Diferenciar* es indicar el nombre y la marca del producto, con el fin de orientar al consumidor ante la elección entre productos, distinguiendo las cualidades para un mismo producto a través de la información presentada, o haciendo mención de las características principales del producto. *Decorar* es hacer el embalaje de venta lo más atractivo posible, facilitando de esta manera la promoción y publicidad del producto. En el caso de una caja corrugada, se trata de captar la atención del cliente a través de una presentación que le dé seguridad en el producto, para productos que normalmente consuma; o que le sorprenda, para productos nuevos.

En el aspecto técnico, imprimir es reproducir un grafismo, en un color o varios, sobre el embalaje. En general, la impresión aplicada al cartón ondulado se realiza directamente sobre la plancha de cartón, valiéndose del grupo impresor o excepcionalmente sobre hojas de papel o bobinas (como complemento o sustituyendo la cubierta exterior), esto se denomina etiquetado o encolado.

Hay que distinguir entre las técnicas que se aplican para embalajes expositores y no expositores, ya que el objetivo de cada uno es distinto y por consiguiente, también lo serán los requisitos que cada uno debe cumplir. Para cajas corrugadas, el tipo de impresión es flexográfica con tintas base agua.

- Los embalajes no expositores (cajas para agrupar productos, embalajes de transporte) poseen, con relación a la impresión, la característica común de tener que satisfacer una fácil identificación del producto, hecha en un color o dos, y que más bien aparenta ser un marcado que una impresión propiamente dicha.
- Los embalajes expositores de distribución o de publicidad en los puntos de venta, han de recurrir forzosamente al poder “cautivador” y atractivo de la representación fotográfica, hecha en 3 ó 4 colores. Su función como medio publicitario predomina sobre su función protectora, subordinada a su calidad mecánica pura. Este es el caso de embalajes expositores, páneles, paquetes, estuches, etc.

La impresión sobre la plancha de cartón, material elástico en virtud del corrugado y por consiguiente deformable, es más difícil de realizar que la impresión sobre papel o sobre película plástica, ya que éstos son materiales densos y compactos. Todas las técnicas de impresión que se usan en la actualidad tienen el inconveniente común de que exigen una presión mecánica de mayor o menor intensidad, según cada caso. Esto conduce a un riesgo de aplastamiento del cartón, es decir, provoca una reducción del grosor y esto a su vez, una pérdida de resistencia al apilamiento. La calidad de una impresión depende de:

- La naturaleza de la superficie a imprimir: absorción de la tinta en la cara exterior.
- El estado en que se encuentre la superficie: completamente plana, o con ondulaciones y rugosidades.
- El tipo de ondulado y el gramaje de la cara, siendo el micro-canal el perfil idóneo y el competidor directo del cartoncillo, en cuanto a la facilidad de impresión.

- La calidad de la tinta.

3.2.2.2 Técnicas de impresión.

Todas las técnicas de impresión se basan en el principio del contacto directo entre la plancha o forma de impresión y la superficie a imprimir. Obsérvese que en el mercado existen nuevas técnicas de impresión que no utilizan contacto directo para lograr la impresión: por chorro de tinta o impresión electrostática. Las técnicas de impresión tradicionales se pueden clasificar en tres categorías.

- Impresión en relieve.- Tipografía y flexografía.
- Impresión hueca.- Huecograbado.
- Impresión plana.- Offset y serigrafía.

a) Tipografía y flexografía.

La plancha o forma de imprimir se deja en relieve, éste recibe la tinta y la transfiere a la superficie a imprimir. Ésta discurre entre dos cilindros rotativos de presión regulable; un cilindro lleva el cliché en relieve y el otro sirve de cilindro de apoyo. Aunque la tipografía y la flexografía se basan en la misma tecnología y se diferencian por:

- *La naturaleza de la tinta que emplean.* En tipografía las tintas son grasas viscosas, compactas y se secan muy lentamente por oxidación (en 24 horas); las tintas flexográficas son fluidas (hechas a base de agua) y se secan muy rápidamente por penetración (absorción) en el papel sustrato.

- *La diferencia de presión que hay que aplicar.* La impresión tipográfica exige una presión muy superior a la flexográfica, siendo esta última casi nula con clichés cuidadosamente rectificadas (hasta la centésima de mm.).
- *El procedimiento de entintado.* En la tipografía la tinta pasa del tintero al cliché a través de rodillos “transportadores”. En la flexografía un cilindro entintador provisto de un rodillo doctor lleva la tinta hasta el cliché.

b) Huecograbado.

Se realiza el tema a imprimir mediante un cilindro grabado en hueco que tiene una multitud de alvéolos yuxtapuestos (165, 200, 220, 460, 880 y 1200 líneas/pulgada²), de tamaño y profundidad variables y que determinan la intensidad de los matices de la impresión. El cilindro bien puede ser sumergido en el tintero (que contiene tinta líquida) o recibir la tinta de otro cilindro; en ambos casos, el exceso de tinta que queda fuera de los alveólos es recogido por la cuchilla. El grabado se hace químicamente, método convencional, o mecánicamente, con aparatos electrónicos llamados *scanners*.

c) Offset y serigrafía.

Offset se diferencia de los procesos anteriores en la superficie a imprimir, ya que ésta no entra en contacto directo con el cliché. La transferencia de la tinta del cliché a la superficie a imprimir se hace por medio de un rodillo de caucho que sirve de intermediario, llamado mantilla. Por consiguiente, la prensa rotativa offset comprende: un cilindro porta-clichés, una mantilla, un cilindro de presión. La hoja se imprime durante su paso entre la mantilla y el cilindro de presión. El principio del offset está basado en la repelencia que existe entre el agua y

las sustancias grasas (tinta en este caso). El problema consiste en hacer, por el método fotográfico un cliché sin relieve sobre el cual las partes a imprimir (el diseño) acepten la tinta aceitosa, en tanto que las otras que tienen una afinidad con el agua, la repelan. Para conservar este indispensable antagonismo, el entintado del cliché siempre va precedido por el mojado del mismo.

En la serigrafía, la tinta se transfiere a la superficie a imprimir, tras pasar a través de una pantalla, de una malla sintética o metálica; se obstruyen las partes que no se van a imprimir, mientras que la tinta atraviesa los puntos vacíos, un dispositivo denominado rasqueta controla la cantidad mediante el adecuado esparcimiento de la tinta. Ofrece las siguientes ventajas:

- Es un medio sencillo, pero artesanal, que permite la impresión sobre un volumen, esto no se puede realizar con los procesos anteriormente descritos.
- El color de las tintas.

La impresión se hace normalmente sobre la plancha de cartón directamente en el proceso en relieve. Ya se ha dicho que el grupo impresor, que puede comprender de 1 a 4 colores (en la actualidad se encuentra integrado en las ranuradoras o en las prensas troqueladoras), está destinado a ser empleado para embalajes en grandes series a un alto nivel de productividad y no necesita satisfacer exigencias particulares de calidad de impresión.

La tipografía se adapta muy mal cuando hay que imprimir colores lisos en grandes dimensiones. El entintado principal (hasta 50 gr/m) no permite el apilamiento de las planchas a la salida de la máquina, ya que hay riesgo de que las planchas se manchen o se peguen entre sí,

a consecuencia de la lentitud del secado natural de la tinta empleada. Los procesos auxiliares de secado reducen el ritmo de producción y aumentan el costo. Hace años, la tipografía se usaba mucho. La ventaja principal que tiene es la producción de impresiones brillantes, la cual difícilmente compensa su mayor inconveniente, que es el excesivo tiempo de secado que acabamos de mencionar; conviene más la flexografía, y es en la actualidad el proceso más utilizado para la impresión de cajas de cartón corrugado.

3.2.2.3 Tipos de impresoras.

Como durante el proceso de corrugadora el cartón se calienta y humedece por efecto de los diferentes procesos, antes de realizar la impresión de las láminas, éstas requieren de un tiempo de reposo, para que al ambientarse sufran el menor deterioro en el proceso de impresión. Existen diferentes tipos de impresoras:

a) Flexográficas (FFG (Flexo-Folder-Gluer)).

Las láminas son alimentadas en forma manual o mecánica, siendo impresas en uno, dos o tres colores; se marcan los *scores* verticales, el dobléz y se elimina el sobrante de la ceja y el material cortado de las ranuras. Al salir de la sección de impresión se aplica el pegamento en la ceja y las guías de dobléz se pliegan a la caja; el siguiente paso es el apilado y contado del número de cajas que llevará cada paquete con el contador ajustable que tienen las máquinas; finalmente, los paquetes se amarran en forma manual o mecánica y se estiban en una escuadra donde se forma un conjunto identificado por una muestra. Este conjunto es transportado por bandas o montacargas para ser estibado como producto terminado; ya sea en tarimas con

paquetes para manejo manual; o se flejan como unidades *manecor*, acomodo en estiba en forma interpuesta con objeto de dar mayor estabilidad al manejo o transporte de la misma.

b) Prensas.

Por prensas se entienden varios tipos de máquinas, como *Letter press*, *Printer slotter* y prensa de aceite. El principio de alimentación, impresión, *scores*, ceja y ranurado es muy similar, sin embargo este tipo de máquinas generalmente no tiene pegadora de ceja en línea, por lo que la lámina extendida se acumula en un estibador mecánico y posteriormente el proceso es terminado en otra máquina engomadora o engrapadora.

c) Impresora: Troqueladora rotativa flexográfica (FRDC (Flexo-Rotary-Die-Cutter)).

Su sistema de impresión es el mismo de las flexográficas, aunque permite troquelar al terminar la sección de impresión. Como son máquinas para manejar cajas de mayor tamaño al común de las flexográficas, se utilizan también para fabricar cajas regulares que posteriormente reciben el acabado correspondiente de pegado o engrapado en otras máquinas.

3.2.2.4 Especialidades: tratamientos.

Esto comprende sobre todo, aquellos embalajes especiales que responden a necesidades y usos particulares, cuyo costo es superior al de los embalajes estándar y convencionales; con relación a la variedad de sistemas de aplicación posibles de dichos tratamientos, existen técnicas particulares en cada empresa.

Los tratamientos son los siguientes:

- Barnices sobreimpresión. Para proteger el brillo, la apariencia, la textura, contra mojaduras y vapor de agua (humedad).
- Tratamientos específicos. Como el anti-deslizamiento, anti-grasas, fungicida, etc.
- Ceras por inmersión o cascada para cajas agrícolas.

a) Suajes o troqueles.

Existen dos sistemas de troquelado: el suaje o troquelado plano (sobre una platina) y el troquelado rotativo o curvo. Desempeñan la función de troquelar y hender la plancha de cartón, siguiendo la forma geométrica correspondiente a la forma definitiva del embalaje.

a.1) *Suaje Plano.*- En esta técnica el troquel es plano y la base opuesta es metálica. Este sistema tiene elementos activos, cuchillas, que se fijan al troquel. El movimiento oscilante es perpendicular a la superficie de la plancha de cartón.

a.2) *Suaje Curvo.*- Se diferencia del plano por el troquel cilíndrico, cuyas cuchillas van montadas sobre una base de madera curvada que se fija sobre el cilindro metálico. La base de apoyo también es cilíndrica, hecha de un material suave (poliuretano o caucho) sobre el cual cortan las cuchillas de suaje. Es un movimiento continuo.

Pueden ser con o sin sistema de impresión, hasta con tres colores flexográficos; su principal ventaja es la velocidad con alta producción y el tamaño, lo que permite imprimir y

troquelar simultáneamente varias cajas que son diseñadas con corte directo o por medio de candados para ser separados posteriormente en el caso de cajas o interiores de pequeñas dimensiones y alto volumen.

Cada vez se conjuntan con más frecuencia la troqueladora y la impresora, del tipo de las que se usan en las *slotters*. La impresión precede al troquelado. La complejidad de los nuevos embalajes implica una conjunción, lo cual entraña un nuevo desarrollo que incluye a la plegadora-encoladora (cajas de fondo encolado).

Ambos sistemas se utilizan plecas lisas para marcar el dobléz y plecas dentadas para corte, siendo necesaria la colocación de tres tipos de hules: uno para eliminar o botar los cortes o sobrantes, otro para separar el cartón del suaje y otro para el *trim* de ranuras, todos ellos se diferencian por su altura y dureza. En algunos casos sale como producto terminado y en otros requiere de otro proceso como puede ser el pegado o engrapado.

Globalmente ambos sistemas, el plano y el rotativo, presentan resultados comparables y se utilizan para hacer embalajes de cualquier forma y complejidad. La diferencia entre ambos suajes radica en los siguientes puntos:

- La presión de aplicación del troquel sobre la plancha de cartón es, en la troqueladora rotativa, inferior a la de la troqueladora plana. Dada la superficie cilíndrica del troquel, la superficie de contacto de las cuchillas con la base es menor y consecuentemente no se necesita una fuerza de aplicación elevada.

- La fuerza cortadora de la cuchilla es tangencial en la troqueladora rotativa, de donde viene el riesgo de falta de precisión en las cotas, en el sentido del empuje. Por el contrario, en la troqueladora plana se logra más precisión en las dimensiones reproduciendo fielmente la forma geométrica del embalaje.
- En la troqueladora rotativa el ritmo de producción es mayor, prácticamente el doble.

La troqueladora tiene diversos campos de aplicación: en embalajes cuyo diseño difiera de la caja de solapas tradicional y derivados de ésta, que no puedan hacerse en *slotter* o en *slotter* combinada, es decir: flancos mecanizables, estuches o fundas, acondicionadores complejos, embalajes expositores, cajas de fondo automático, etc. Por otro lado, el desarrollo de la mecanización para el montaje del embalaje, impone límites estrictos de dimensión que llevan al desarrollo rápido del troquelado, aún para cajas de solapas, hechas normalmente en la *slotter*. La troqueladora rotativa, aunque menos exacta que la plana, tiene por el contrario la ventaja de abordar el corte total de embalajes de grandes dimensiones, tales como contenedores, grandes formatos, cajas de fondo encolado, etc.

3.3 Variables de medición.

Una vez familiarizados con el proceso de formación de una caja corrugada, se presentarán las diversas variables que intervienen a lo largo del proceso, ya descrito.

3.3.1 Máquina corrugadora.

Las variables que intervienen en el proceso se detallan en la tabla 3.3.1:

Tabla 3.3.1: Variables que intervienen en el proceso de corrugado.	
<u>CONCEPTO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
Ancho promedio (m)	Ancho de rollo promedio utilizado durante un periodo de tiempo determinado.
Consumo de papel (ton)	Tonelaje de papel consumido por la corrugadora para la fabricación de lámina corrugada.
Consumo de pegamento (kg/m ²)	Suma de todos los sólidos utilizados en la fabricación de adhesivo, como son: bórax, almidón, sosa cáustica, hipoclorito, catalizadores, aditivos, sal, etc. Aunque esto se disuelve en agua, el agua no se pesa.
Desperdicio controlable (ton)	Suma de los siguientes conceptos: <i>trim</i> lateral, desperdicio de recibidores, desperdicio de colas y puntas de los rollos consumidos, rollos golpeados por mal manejo, desperdicio del área de conversión como material defectuoso y cajas echadas a perder (no confundir con el desperdicio del cliente), desperdicio de embarques por material obsoleto, cancelado y sobrante, devoluciones por fallas de calidad, desperdicio de laboratorio y diseño.

<p><i>Downtime</i> (hrs)</p>	<p>Tiempo perdido por fallas de la maquinaria y/o equipos auxiliares, incluye: fallas mecánicas y eléctricas de la máquina. No se incluyen causas fuera de nuestro alcance como: mantenimiento programado, fallas de la compañía de luz o falta de combustible, arranques y paros fuera de horario, falta de trabajo o falta de personal.</p>
<p>Gramaje del cartón (kg/m²)</p>	<p>Suma de los gramajes individuales de cada papel que conforma el cartón, considerando el factor de elongación para el <i>medium</i>.</p>
<p>Horas hombre (hrs)</p>	<p>Tiempo que invierte el personal en el proceso para obtener el producto. Se calculan en base a las horas estándar por turno por el número de personal que laboró.</p>
<p>Horas máquina (hrs)</p>	<p>Horas máquina efectivas trabajadas en el mes. Incluye tiempo de corrida así como tiempos perdidos por: cambios de orden, falta de materiales (papel, adhesivo, etc.) paro de máquina por relevo de turnos, demora en la limpieza de la máquina.</p>
<p>Número de arreglos</p>	<p>Se considera un cambio de arreglo cuando se modifican las medidas de las cuchillas cortadoras y hendidoras.</p>
<p>Número de tripulantes</p>	<p>Número de personal involucrado directamente en el manejo y operación de la corrugadora. Generalmente son 5 operadores (1 en el <i>single facer</i>, 1 en la <i>double backer</i>, 1 en el estibador, 2 en los recibidores).</p>
<p>Otro desperdicio controlable</p>	<p>Se calcula restando el <i>Trim</i> de corrugadora al Desperdicio</p>

(ton)	Controlable.
Producción (m)	Número de láminas producidas entre número de cortes longitudinales, eso por el largo de la lámina.
Producción (m ²)	Metros lineales de producción por el ancho total (ancho del rollo menos el ancho del <i>trim</i>)
Producción (ton)	Metros cuadrados de producción por el gramaje de la combinación de papeles.
Total de horas máquina (hrs)	Suma de las horas máquinas y el <i>downtime</i> , no deberán exceder las horas estándar por turno.
<i>Trim</i> (ton)	Es un ribete lateral que se corta en la corrugadora, cuya dimensión es la resta del ancho del rollo menos el ancho de lámina que se está corriendo y eso se multiplica por los metros lineales y por el gramaje de dicha combinación de papeles para obtener el peso del <i>trim</i> .
Turnos disponibles	Número de turnos calendario, es decir, número de días hábiles por el número de turnos/día.

3.3.2 Máquinas de conversión.

En la tabla 3.3.2 se encuentran otro tipo de variables, aunque hay algunas que son los mismos conceptos que en la sección anterior:

Tabla 3.3.2: Variables que intervienen en el proceso de conversión.

<u>CONCEPTO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
Desperdicio del cliente (ton)	Es el desperdicio generado por los suajes y troqueles realizados a la lámina corrugada para darle la forma necesaria y cumplir con los requerimientos del cliente.
<i>Downtime</i> (hrs)	Tiempo perdido por fallas de la maquinaria y/o equipos auxiliares, incluye: fallas mecánicas y eléctricas de la máquina. No se incluyen causas fuera de nuestro alcance como: mantenimiento programado, fallas de la compañía de luz o falta de combustible, arranques y paros fuera de horarios, falta de trabajo o falta de personal.
Horas máquina (hrs)	Horas máquina efectivas trabajadas en el mes. Incluye tiempo de corrida así como tiempos perdidos por: cambios de orden, falta de materiales (láminas, tintas, corrección a clichés y suajes, etc.) paro de máquina por relevo de turnos, demora en la limpieza de la máquina.
Número de arreglos	Se considera un cambio de arreglo cuando se modifica el área de la lámina y/o las tintas con las que se trabaja.
Número de tripulantes	Número de personal involucrado directamente en el manejo y operación de las máquinas. Por lo general son 3 ó 4 personas.
Producción	Es el número de láminas que se alimentó a la máquina,

(láminas)	sea impresora, troqueladora o combinada. No es lo mismo las láminas que entran que las cajas que salen, porque muchas veces una troqueladora puede sacar más de una caja (2, 3, 4, 5 ó 6) proveniente de una sola lámina.
Producción (m ²)	Es el número de láminas alimentadas por el área de la lámina.
Producción (ton)	Son los m ² de producción por el peso de la lámina.
Total de horas máquina (hrs)	Suma de las horas máquinas y el <i>downtime</i> , no deberán exceder las horas estándar por turno.
Turnos disponibles	Número de turnos calendario, es decir, número de días hábiles por el número de turnos/día.

Una vez descrito el proceso y definidas las variables que se van a manejar, a continuación se muestra la fórmula utilizada actualmente para calcular la productividad de las máquinas, tanto de corrugadora, como de conversión, siendo la principal diferencia entre ellas la unidad de producción, una en metros lineales y la otra en número de láminas entrantes. Esto es porque en una máquina de conversión no es lo mismo láminas que entran que cajas que salen (de una lámina pueden salir 6 cajas, por lo tanto se aumentaría la productividad 6 veces).

3.3.3 Cálculo de productividad en la corrugadora.

$$\text{Productividad} = \text{Producción en metros lineales} / \text{Total horas máquina en minutos}$$

Por ejemplo: Producción = 170,500 m lin (día)

Horas máquina = 21.5 hrs.

Downtime = 1.7 hrs.

Total horas máquina = 21.5 + 1.7 = 23.2 hrs (día) = 23.2 * 60 (min) = 1392 min

Productividad = 170,500 m / 1392 min = 122.49 m/min

3.3.4 Cálculo de productividad en conversión.

Productividad = Producción en láminas/ Total horas máquina en minutos

Por ejemplo: Producción = 2, 874,900 láminas (día)

Horas máquina = 19.7 hrs.

Downtime = 2.2 hrs.

Total de horas máquina = 19.7 + 2.2 = 21.9 hrs (día) = 21.9 * 60 (min) = 1314 min

Productividad = 2,874,900 láminas / 1314 min = 2,187.89 láminas/min

En los dos ejemplos anteriores podemos ver que el concepto de productividad es equivalente al de velocidad de la máquina, producción realizada en un tiempo determinado. Yo quiero analizar si esa fórmula toma en cuenta todas las variables que realmente intervienen. La productividad no es sólo velocidad.

Capítulo 4: Análisis de variables

4. *Análisis de variables.*

Para realizar este análisis, se cuenta con los datos de 9 máquinas: 3 corrugadoras, 3 flexográficas y 3 troqueladoras, denominadas I, II, III, A, B, C, 1, 2 y 3 respectivamente. El periodo que abarca esta información son 18 meses, de enero de 1996 a junio de 1997; la tabla incluye las siguientes variables: horas máquina, *downtime*, toneladas producidas, m² producidos, láminas producidas, número de arreglos y ancho promedio (en el caso de las corrugadoras).

Se realizaron las operaciones necesarias para obtener: productividad (como se mide actualmente), metros lineales, m lin/turno, m lin/arreglo, m²/turno, m²/arreglo, número de arreglos/turno, m²/hr. máquina, ton/hr. máquina, m²/lámina, lámina/turno, lámina/arreglo, lámina/hr. máquina y área por lámina.

Tabla 4.1: Variables utilizadas en el análisis.

(las que son específicas de corrugadora y conversión están entre paréntesis, las que no, son generales)

Variables primarias:	Unidades	Variables secundarias:	Formulas	Unidades
horas máquina	horas	total horas máquina	hrs. máq.+downtime	horas
downtime	horas	metros lineales (corr.)	m ² /ancho	m
toneladas producidas	toneladas	productividad (corr.)	m/(tot. hr. máq.*60)	m/minuto
láminas producidas	láminas (número)	productividad (conv.)	lám./(tot. hr. máq.)	lám/hora
ancho promedio	metros	m lin/turno (corr.)	m lin/(hr. máq./8)	m/hora
m ² producidos	metros cuadrados	m ² /turno (corr.)	m ² /(hr. máq./8)	m ² /hora
número de arreglos	arreglos (número)	m ² /turno (conv.)	m ² /(hr. máq./7.5)	m ² /hora
		arreglos/turno (corr.)	arreglos/(hr. máq./8)	1/hora
		arreglos/turno (conv.)	arreglos/(hr. máq./7.5)	1/hora
		ton/hr. máquina	ton/hora máq.	ton/hora
		lámina/turno	lámina/(hr. máq./7.5)	1/hora
		lámina/hr. máquina	lámina/hr. máq.	1/hora
		m lin/arreglo	m/arreglo	m
		m ² /arreglo	m ² /arreglo	m ²
		m ² /hr. máquina	m ² /hr. máquina	m ² /hora
		m ² /lámina	m ² /lámina	m ²
		lámina/arreglo	lámina/arreglo	(número)
		área por lámina.	m ² /láminas	m ²

La base de datos generada por esta información se puede observar a continuación:

Datos para la Corrugadora 1

Corr. 1	Horns iniquiana	Downtime	Total horns iniquiana	Toneladas producidas	M2 producidas	Número de arreglos	Ancho promedio	Productividad	M lin	M lin/ turno	M2/ turno	M2/ arreglo	Arreglos /turno	M2/hr. mag
1	Ene	34.5	376.0	2,466	3,230,618	413	1.84	77.8	1,755,771	23,727	43,657	7,822	6	9,378
9	Feb	230.5	248.0	1,490	2,184,829	381	1.90	77.3	1,149,910	16,910	32,130	5,734	6	9,479
9	Mar	240.0	264.0	1,765	2,445,975	387	1.84	83.9	1,329,334	18,990	34,943	6,320	6	10,192
6	Abr	222.0	248.0	1,458	2,111,294	350	1.8	80.2	1,192,821	17,541	31,048	6,032	5	9,510
	May	240.4	253.4	1,338	1,960,051	315	2	70.4	1,071,066	14,474	26,487	6,222	4	8,153
	Jun	186.0	192.0	1,171	1,733,040	308	2	83.6	962,800	13,754	24,758	5,627	4	9,317
	Jul	234.9	252.9	1,468	2,183,922	343	1.750	82.2	1,247,955	16,207	28,363	6,367	4	9,297
	Ago	288.7	313.0	1,594	2,509,060	388	1.82	73.4	1,378,604	18,140	33,014	6,467	5	8,691
	Sep	238.2	248.7	1,435	2,282,544	331	1.79	85.5	1,275,164	18,752	33,567	6,896	5	9,582
	Oct	343.9	357.4	2,119	3,334,445	455	1.77	87.9	1,883,867	24,466	43,304	7,328	6	9,696
	Nov	305.2	328.5	1,823	2,865,699	482	1.77	82.1	1,619,039	24,165	42,772	5,945	7	9,390
	Dic	253.1	258.6	1,606	2,494,144	335	1.79	89.8	1,393,377	22,474	40,228	7,445	5	9,854
1	Ene	304.3	324.8	2,028	3,123,234	416	2	89.5	1,744,823	23,579	42,206	7,508	6	10,264
9	Feb	282.6	292.6	1,876	2,822,440	437	1.81	88.8	1,559,359	23,990	43,422	6,459	7	9,987
9	Mar	252.8	264.1	1,584	2,432,859	374	1.73	88.7	1,406,277	21,973	38,013	6,505	6	9,624
7	Abr	294.6	315.1	1,878	2,756,759	387	1.70	85.8	1,621,623	21,914	37,254	7,123	5	9,358
	May	336.2	341.2	2,180	3,138,559	429	1.72	89.1	1,824,744	24,996	42,994	7,316	6	9,335
	Jun	388.1	409.6	2,617	3,735,626	472	1.72	88.4	2,171,876	30,590	52,614	7,914	7	9,625

Datos para la Corrugadora II

Corr. ii	Horas máquina	Down time	Total horas máquina	Toneladas producidas	M2 producidos	Número de arreglos	Ancho promedio	Productividad	M lin	M lin/turno	M2/turno	M2/arreglo	Arreglos/turno	M2/Anr. maq
1	Ene	13.7	225.8	3,384	5,278,700	408	2.34	166.5	2,255,855	30,485	71,334	12,938	6	24,888
9	Feb	21.5	202.9	2,572	4,104,800	383	2.35	143.5	1,746,723	25,687	60,365	10,717	6	22,628
9	Mar	2.8	183.1	2,750	4,500,159	389	2.31	177.3	1,948,121	27,830	64,288	11,569	6	24,959
6	Abr	210.0	4.9	2,884	4,563,487	461	2.3	153.2	1,975,535	29,932	69,144	9,899	7	21,731
	May	235.6	11.7	3,422	5,543,447	567	2	160.3	2,379,162	33,044	76,992	9,777	8	23,529
	Jun	239.5	13.6	3,229	5,068,840	579	2	150.4	2,283,261	32,618	72,412	8,754	8	21,164
	Jul	239.9	10.9	250.8	4,762,146	589	2.215	142.9	2,149,953	27,921	61,846	8,085	8	19,851
	Ago	226.9	20.7	247.6	4,908,724	645	2.21	149.5	2,221,142	29,226	64,588	7,610	8	21,634
	Sep	239.3	14.8	254.1	4,792,456	561	2.22	141.9	2,163,637	32,782	72,613	8,543	9	20,027
	Oct	351.7	9.0	360.7	6,917,759	769	2.30	139.0	3,007,721	38,561	88,689	8,996	10	19,669
	Nov	339.3	16.0	355.3	6,642,527	783	2.28	136.7	2,913,389	42,844	97,684	8,483	12	19,577
	Dic	266.8	14.0	280.8	5,922,008	673	2.28	154.2	2,597,372	41,893	95,516	8,799	11	22,196
1	Ene	198.7	13.4	212.1	5,093,934	673	2	173.3	2,205,166	29,800	68,837	7,569	9	25,636
9	Feb	184.3	10.0	194.3	4,457,236	669	2.29	167.0	1,946,391	29,944	68,573	6,663	10	24,185
9	Mar	193.7	2.3	196.0	5,043,224	729	2.3	186.5	2,192,706	33,734	77,588	6,918	11	26,036
7	Abr	224.7	5.7	230.4	5,963,538	866	2.27	190.0	2,627,109	35,501	80,588	6,886	12	26,540
	May	225.2	6.7	231.9	5,726,411	816	2.29	179.7	2,500,616	35,220	80,654	7,018	11	25,428
	Jun	336.1	7.5	343.6	7,298,282	831	2.24	158.0	3,258,162	44,029	98,625	8,783	11	21,715

Datos para la Corrugadora III

Coex. III	Horas máquina	Duramtime	Total horas máquina	Toneladas producidas	M2 producidas	Número de arreglos	Ancho promedio	Productividad	M lin	M lin/ turno	M2/ turno	M2/ arreglo	Arreglos Ancho	M2/hr. máq
1	Ene	510.0	521.0	4,545	6,869,000	234	1.70	129.0	4,031,103	60,166	102,522	29,355	3	13,469
9	Feb	440.0	448.0	4,066	6,869,000	619	1.74	146.9	3,949,971	70,535	122,661	11,097	11	15,611
9	Mar	426.0	433.0	3,921	5,671,000	685	1.76	124.0	3,220,329	59,636	105,019	8,279	13	13,312
6	Abr	483.0	486.0	4,763	6,242,200	644	1.8	121.6	3,544,691	60,080	105,800	9,693	11	12,924
	May	518.0	523.0	4,691	6,563,000	703	2	118.2	3,707,910	59,805	105,855	9,336	11	12,670
	Jun	364.0	369.4	3,120	4,887,000	614	2	127.5	2,824,855	62,775	108,600	7,959	14	13,426
	Jul	430.0	437.0	4,235	6,216,000	798	1.770	133.9	3,511,864	63,852	113,018	7,789	15	14,456
	Ago	355.5	361.5	3,414	4,715,000	673	1.73	125.7	2,725,434	60,565	104,778	7,006	15	13,263
	Sep	384.0	390.0	3,489	5,106,000	796	1.82	119.9	2,805,495	59,691	108,638	6,415	17	13,297
	Oct	526.0	533.0	5,188	7,517,000	872	1.82	129.2	4,130,220	61,645	112,194	8,620	13	14,291
	Nov	407.0	417.6	3,790	5,768,000	757	1.77	130.1	3,260,599	62,704	110,923	7,620	15	14,172
	Dic	497.0	504.5	4,529	6,383,000	645	1.79	117.6	3,559,955	60,338	108,186	9,896	11	12,843
1	Ene	490.0	493.0	4,793	6,694,400	740	2	124.8	3,690,408	62,549	113,464	9,046	13	13,662
9	Feb	374.0	377.7	3,507	5,199,700	508	1.77	129.6	2,936,025	62,469	110,632	10,236	11	13,903
9	Mar	408.0	413.4	4,010	5,736,900	548	1.812	127.6	3,166,060	63,321	114,738	10,469	11	14,061
7	Abr	507.0	511.0	5,105	7,269,900	719	1.83	129.8	3,979,146	61,218	111,845	10,111	11	14,339
	May	355.0	358.6	3,717	5,156,200	631	1.81	132.4	2,848,729	60,611	109,706	8,171	13	14,525
	Jun	374.0	380.7	3,617	5,245,000	565	1.77	129.7	2,963,277	61,735	109,271	9,283	12	14,024

Datos para la Flexográfica A

Flexog. A	Horas máquina	Downtime máquina	Total horas máquina	Toneladas producidas	M2 producidas	Láminas producidas	Número de arreglos	Productividad	Lám./ turno	Lám./ hr. maq	M2/ arreglo turno	M2/ maq. / turno	Arreglos / turno	
1	Ene	267.0	17.5	284.5	707,487	1,045,720	190	3,676	14,131	5,504	3,917	3,724	2,650	3
9	Feb	186.5	21.5	208.0	503,165	777,188	162	3,736	11,429	4,797	7,399	3,106	2,698	2
9	Mar	264.6	17.5	282.1	676,148	1,005,710	192	3,565	14,367	5,238	3,801	3,522	2,555	3
6	Abr	281.0	28.0	309.0	768,608	1,161,182	203	3,758	17,076	5,720	11,303	3,786	2,735	3
	May	310.0	15.0	325.0	882,920	1,289,753	180	3,968	17,429	7,165	11,931	4,905	2,848	2
	Jun	196.5	15.0	211.5	505,638	759,697	120	3,592	10,853	6,331	3,866	4,214	2,573	2
	Jul	261.5	34.5	296.0	683,045	1,040,430	164	3,515	13,512	6,344	3,979	4,165	2,612	2
	Ago	323.5	27.0	350.5	882,858	1,285,169	194	3,667	16,910	6,625	11,617	4,551	2,729	3
	Sep	140.5	6.5	147.0	385,458	522,030	85	3,551	7,677	6,142	5,669	4,535	2,743	1
	Oct	351.0	16.0	367.0	916,465	1,360,327	174	3,707	17,667	7,818	11,902	5,267	2,611	2
	Nov	301.5	20.0	321.5	801,837	1,190,610	169	3,703	17,770	7,045	11,968	4,745	2,659	3
	Dic	249.0	24.5	273.5	608,111	961,940	117	3,517	15,515	8,222	9,808	5,198	2,442	2
1	Ene	150.2	3.0	153.2	391,036	566,086	92	3,695	7,650	6,153	3,769	4,250	2,603	1
9	Feb	96.5	10.0	106.5	196,926	314,700	51	2,955	4,842	6,171	3,261	3,861	2,041	1
9	Mar	119.5	4.0	123.5	249,704	339,216	46	2,747	5,300	7,374	2,839	3,902	2,090	1
7	Abr	61.5	3.0	64.5	138,292	198,074	29	3,071	2,677	6,830	3,221	1,869	4,769	0
	May	188.8	5.0	193.8	470,737	634,493	72	3,274	8,692	8,812	6,448	6,538	2,493	1
	Jun	140.5	9.0	149.5	413,317	561,825	57	3,758	7,913	9,857	5,821	7,251	2,942	1

Datos para la Flexográfica B

Flexog. B	Horas máquina	Dexmitime	Total horas máquina	Toneladas producidas	M2 producidos	Láminas producidas	Número de arreglos	Productividad	Lám./turno	Lám./arreglo	Lám./hr. máq	M2/turno	M2/arreglo	M2/arr. máq.	Arreglos /turno
1	Ene	273.5	14.0	287.5	968	1,159,904	990,240	222	3,444	4,461	3,621	15,674	5,225	4,241	3
9	Feb	214.5	15.0	229.5	653	907,292	724,805	201	3,158	3,606	3,379	13,343	4,514	4,230	3
9	Mar	300.5	18.0	318.5	828	1,072,138	915,875	258	2,876	3,550	3,048	15,316	4,156	3,568	4
6	Abr	277.8	32.0	309.8	709	987,980	862,215	252	2,783	3,421	3,104	14,529	3,921	3,556	4
	May	340.5	21.0	361.5	809	1,085,629	904,365	249	2,502	3,632	2,656	14,671	4,360	3,188	3
	Jun	252.8	14.5	267.3	777	1,008,978	829,278	215	3,102	3,857	3,280	14,414	4,693	3,991	3
	Jul	311.3	18.5	329.8	890	1,224,783	1,067,509	236	3,237	4,523	3,429	15,906	5,190	3,934	3
	Ago	300.8	17.8	318.6	802	1,093,641	915,662	223	2,874	4,106	3,044	14,390	4,904	3,636	3
	Sep	290.8	17.8	308.6	833	1,243,068	1,006,429	222	3,261	4,533	3,461	18,280	5,599	4,275	3
	Oct	400.0	37.0	437.0	1,198	1,631,766	1,379,210	287	3,156	4,806	3,448	21,192	5,686	4,079	4
	Nov	352.5	11.5	364.0	888	1,247,448	1,048,315	261	2,880	4,017	2,974	18,619	4,779	3,539	4
	Dic	377.5	20.0	397.5	1,035	1,354,989	1,071,243	235	2,695	4,558	2,838	21,855	5,766	3,589	4
1	Ene	332.0	27.0	359.0	998	1,294,990	999,466	225	2,784	4,442	3,010	17,500	5,756	3,901	3
9	Feb	310.5	14.0	324.5	793	1,118,778	845,303	227	2,605	3,724	2,722	17,212	4,929	3,603	3
9	Mar	218.5	12.5	231.0	650	843,310	630,513	193	2,729	3,267	2,886	13,177	4,369	3,860	3
7	Abr	223.5	12.0	235.5	647	864,568	682,925	196	2,900	3,484	3,056	11,683	4,411	3,868	3
	May	291.5	9.5	301.0	776	1,075,991	839,645	242	2,790	3,470	2,880	14,740	4,446	3,691	3
	Jun	233.0	20.5	253.5	703	924,001	677,120	198	2,671	3,420	2,906	13,014	4,667	3,966	3

Datos para la Flexográfica C

Flexog. C	Horas máquina	Downtime	Total horas máquina	Toneladas producidas	M2 productos	Láminas producidas	Número de arreglos	Productividad	Lám./ turno	Lám./ arreglo	Lám./ hr. maq	M2/ turno	M2/ arreglo	M2/hr. máq.	Arreglos / turno
1	Ene	8.5	506.5	1,192	1,345,000	2,955,000	284	5.834	44,104	10,405	5,934	20,075	4,736	2,701	4
9	Feb	7.5	433.5	993	1,528,000	2,556,000	234	5.896	43,322	10,923	6,000	25,898	6,530	3,587	4
9	Mar	9.5	444.5	1,056	1,373,000	2,591,000	234	5.829	45,456	11,073	5,956	24,088	5,868	3,156	4
6	Abr	6.0	438.0	938	1,469,100	2,458,000	232	5.612	43,123	10,595	5,690	25,774	6,332	3,401	4
	Máy	8.5	480.5	1,046	1,553,000	2,719,000	271	5.659	42,484	10,033	5,761	24,266	5,731	3,290	4
	Jun	5.5	377.5	833	1,302,000	2,243,000	221	5.942	44,860	10,149	6,030	26,040	5,891	3,500	4
	Jul	13.0	469.0	1,136	1,664,000	2,725,000	332	5.810	43,254	8,208	5,976	26,413	5,012	3,649	5
	Ago	8.5	397.5	802	1,285,000	2,323,000	254	5.844	9,146	9,146	5,972	5,059	5,059	3,303	1
	Sep	6.0	447.5	825	1,354,000	2,462,000	312	5.502	41,033	7,891	5,576	22,567	4,340	3,067	5
	Oct	12.5	488.0	1,280	1,966,000	3,399,000	414	6.965	49,985	8,210	7,148	28,912	4,749	4,135	6
	Nov	6.5	409.5	1,052	1,628,000	2,889,000	263	7.055	50,684	10,985	7,169	28,561	6,190	4,040	5
	Dic	7.5	473.5	1,197	1,628,000	2,333,000	288	4.927	40,930	8,101	5,006	28,561	5,653	3,494	5
1	Ene	6.0	483.0	1,119	1,781,000	3,130,000	285	6.480	48,906	10,982	6,562	27,828	6,249	3,734	4
9	Feb	3.0	356.0	908	1,391,000	2,238,000	194	6.287	47,617	11,536	6,340	29,596	7,170	3,941	4
9	Mar	3.5	415.5	965	1,511,000	2,638,000	230	6.349	47,107	11,470	6,403	26,982	6,570	3,667	4
7	Abr	3.0	491.0	1,247	1,919,000	3,069,000	264	6.251	42,625	11,625	6,289	26,653	7,269	3,932	4
	Máy	4.5	401.0	973	2,070,000	2,505,800	239	6.249	45,560	10,485	6,320	37,636	8,661	5,221	4
	Jun	2.5	458.5	1,020	1,575,000	2,913,000	262	6.353	43,478	11,118	6,388	23,507	6,011	3,454	4

Datos para la Troqueladora 1

Troq. 1	Horas máquina	Down time	Total horas máquina	Toneladas producidas	M2 producidos	Láminas producidas	Número de arreglos	Productividad	Lám./arreglo	Lám./hr. máq.	M2/arreglo	M2/hr. máq.	Arreglos / turno			
1	Ene	295.0	4.0	299.0	619	821,358	668,561	230	2,236	9,035	2,907	2,266	11,099	3,571	2,784	3
9	Feb	274.5	10.5	285.0	481	649,532	567,045	263	1,990	8,339	2,156	2,066	9,552	2,470	2,366	4
9	Mar	288.5	22.5	311.0	560	720,066	658,648	238	2,118	9,409	2,767	2,283	10,287	3,025	2,496	3
6	Abr	202.0	14.5	216.5	402	554,589	460,021	171	2,125	6,765	2,690	2,277	8,156	3,243	2,745	3
	May	311.0	13.0	324.0	619	781,424	605,485	223	1,869	8,182	2,715	1,947	10,560	3,504	2,513	3
	Jun	265.0	13.0	278.0	487	632,334	531,625	215	1,912	7,595	2,473	2,006	9,033	2,941	2,386	3
	Jul	267.5	13.5	281.0	458	629,480	565,173	210	2,011	7,340	2,691	2,113	8,175	2,998	2,353	3
	Ago	308.3	18.5	326.8	551	750,507	687,995	238	2,105	9,053	2,891	2,232	9,875	3,153	2,434	3
	Sep	228.0	7.5	235.5	387	522,889	461,996	202	1,962	6,794	2,287	2,026	7,690	2,589	2,293	3
	Oct	319.0	25.5	344.5	535	794,045	696,593	218	2,022	9,047	3,195	2,184	10,312	3,642	2,489	3
	Nov	300.5	18.0	318.5	589	747,856	699,178	215	2,195	10,435	3,252	2,327	11,162	3,478	2,489	3
	Dic	281.0	18.5	299.5	401	582,897	514,400	194	1,718	8,297	2,652	1,831	9,402	3,005	2,074	3
1	Ene	268.8	22.3	291.1	456	649,291	638,311	217	2,193	8,626	2,942	2,375	8,774	2,992	2,416	3
9	Feb	330.5	5.0	335.5	727	932,235	893,652	271	2,664	13,748	3,298	2,704	14,342	3,440	2,821	4
9	Mar	284.8	10.5	295.3	670	861,158	768,740	211	2,603	12,012	3,643	2,699	13,456	4,081	3,024	3
7	Abr	422.0	13.0	435.0	795	1,117,427	1,062,162	290	2,442	14,354	3,663	2,517	15,100	3,853	2,648	4
	May	373.0	35.0	408.0	786	1,089,041	1,004,955	261	2,463	13,767	3,850	2,694	14,918	4,173	2,920	4
	Jun	363.0	11.0	374.0	695	972,304	929,788	266	2,486	13,096	3,495	2,561	13,694	3,655	2,679	4

Datos para la Troqueladora 2

Troq. 2	Horas máquina	Downtime	Total horas máquina	Toneladas producidas	M2 producidas	Láminas producidas	Número de arreglos	Productividad	Lám./ turno	Lám./ arreglo	Lám./ Hr. maq	M2/ turno	M2/ arreglo	M2/Hr. máq.	Arreglos / turno
1	Ene	273.0	40.5	313.5	903	1,141,144	735,510	169	2,346	4,352	2,694	15,421	6,752	4,180	2
9	Feb	227.5	25.5	253.0	676	918,708	638,275	147	2,523	4,342	2,806	13,510	6,250	4,038	2
9	Mar	237.5	25.5	263.0	750	1,009,803	715,010	160	2,719	4,469	3,011	14,426	6,311	4,252	2
6	Abr	292.5	20.5	313.0	770	1,059,076	820,970	187	2,623	4,390	2,807	15,575	5,664	3,621	3
	May	330.5	59.0	389.5	999	1,261,848	911,345	175	2,340	5,208	2,757	17,052	7,211	3,818	2
	Jun	201.8	11.0	212.8	662	838,291	682,815	130	3,209	5,252	3,384	11,976	6,448	4,154	2
	Jul	256.0	25.5	281.5	614	878,739	661,159	162	2,349	4,081	2,583	11,412	5,424	3,433	2
	Ago	241.5	34.0	275.5	718	979,906	695,976	180	2,526	3,867	2,882	12,894	5,444	4,058	2
	Sep	206.0	16.5	222.5	616	906,047	671,263	132	3,017	5,085	3,259	13,324	6,864	4,398	2
	Oct	324.0	47.5	371.5	793	1,175,183	893,765	191	2,406	4,679	2,759	15,262	6,153	3,627	2
	Nov	267.3	29.0	296.3	707	906,851	641,815	176	2,166	3,647	2,401	13,535	5,153	3,393	3
	Dic	235.8	289.1	524.9	458	668,994	521,070	129	993	4,039	2,210	10,790	5,186	2,837	2
1	Ene	276.5	27.5	304.0	780	1,012,534	750,499	178	2,469	4,216	2,714	13,683	5,688	3,662	2
9	Feb	284.0	57.0	341.0	714	912,888	663,105	138	1,945	4,805	2,335	14,044	6,615	3,214	2
9	Mar	288.0	28.0	316.0	736	1,028,861	814,534	136	2,578	5,902	2,828	16,076	7,456	3,572	2
7	Abr	314.0	43.0	357.0	839	1,177,575	855,038	167	2,395	5,120	2,723	15,913	7,051	3,750	2
	May	274.5	36.0	310.5	760	1,054,921	755,510	166	2,433	4,551	2,752	14,451	6,355	3,843	2
	Jun	289.0	47.5	336.5	854	1,121,933	799,519	175	2,376	4,569	2,767	15,802	6,411	3,882	2

Datos para la Troqueladora 3

Troq. 3	Hora máquina	Downtime	Total hora máquina	Toncladas producidas	M2 producidas	Láminas producidas	Número de arreglos	Productividad	Lám./ turno	Lám./ arreglo	Lám./ hr. maq	M2/ turno	M2/ arreglo	M2/hr. maq.	Arreglos / turno	
1	Ene	233.0	1.5	234.5	312	449,840	350,000	85	1.493	4.730	4.118	1.502	6,079	5,292	1.931	1
9	Feb	146.5	4.6	151.1	151	206,943	168,000	53	1.112	2.471	3.170	1.147	3,043	3,905	1.413	1
9	Mar	207.6	12.0	219.6	220	389,218	350,307	68	1.595	5.004	5.152	1.687	5,560	5,724	1.875	1
6	Abr	151.5	10.9	162.4	221	323,769	277,242	77	1.707	4.201	3.601	1.830	4,906	4,205	2.137	1
	May	102.2	14.3	116.5	177	304,985	203,220	50	1.744	2.823	4.064	1.988	4,236	6,100	2,984	1
	Jun	177.8	9.2	187.0	217	308,642	230,934	76	1.235	3.299	3.039	1.299	4,409	4,061	1.736	1
	Jul	174.5	17.0	191.5	244	358,066	265,565	86	1.387	3.449	3.088	1.522	4,650	4,164	2,052	1
	Ago	237.1	0.0	237.1	327	492,497	358,680	115	1.513	4.719	3.119	1.513	6,480	4,283	2,077	2
	Sep	160.7	1.0	161.7	253	349,118	274,485	70	1.697	4.159	3.921	1,708	5,290	4,987	2,172	1
	Oct	264.5	0.0	264.5	375	583,902	440,229	122	1.664	5.644	3.608	1.664	7,486	4,786	2,208	2
	Nov	309.0	7.5	316.5	573	763,256	561,829	114	1.775	8.262	4.928	1.818	11,224	6,695	2,470	2
	Dic	199.0	7.0	206.0	317	455,192	346,104	74	1.680	5.582	4.677	1.739	7,342	6,151	2,287	1
1	Ene	289.0	10.0	299.0	476	715,184	547,313	118	1.830	7.396	4.638	1.894	9,665	6,061	2,475	2
9	Feb	262.3	7.5	269.8	408	577,502	595,222	113	2.206	9.157	5.267	2,269	8,885	5,111	2,202	2
9	Mar	288.2	8.1	296.3	504	750,284	656,247	146	2.215	10.096	4.495	2,277	11,543	5,139	2,603	2
7	Abr	336.1	7.0	343.1	441	767,256	629,684	147	1.835	8.509	4.284	1,874	10,368	5,219	2,283	2
	May	452.4	7.0	459.4	607	1,010,942	851,209	178	1.853	11.989	4.782	1,882	14,239	5,679	2,235	3
	Jun	448.7	4.5	453.2	632	1,000,609	838,137	189	1.849	11.326	4.435	1,868	13,522	5,294	2,230	3

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

En aquellas fórmulas en que uno de los componentes es “turno”, este número se saca dividiendo las horas máquina totales del mes entre el número de horas estándar por turno de cada máquina, que en el caso de corrugadora son 8 horas por turno, y en conversión (flexográficas y troqueladoras) son 7.5 horas por turno; esto con el fin de obtener las horas por turno trabajadas durante el mes. Cabe mencionar que la “unidad de medida” en la corrugadora son los metros lineales que se corrieron; y en las flexográficas y las troqueladoras es el número de láminas que se alimentan a la máquina para su proceso, se utiliza esto porque es una variable independiente del área de la lámina, lo que no ocurre con los m^2 . La misma situación se presenta con los metros lineales, que no se ven afectados por el ancho promedio, que sí modifica el comportamiento de los m^2 en las corrugadoras.

Se realizarán 4 series de análisis con el objeto de reunir resultados que permitirán externar alguna conclusión y definir las variables críticas.

Serie A: Relación que existe entre los cambios de orden en 1 turno y el tamaño de la orden, quedando como sigue:

<u>Corrugadoras</u>	<u>Flexográficas y troqueladoras</u>
No. arreglos/turno vs. m lin/arreglo	No. arreglos/turno vs. láminas/arreglo

Serie B: Esta serie analizará la relación entre el no. de arreglos/turno y los m^2 /arreglo, es decir, el tamaño de orden también, pero afectado por el ancho del rollo que se corre (en el caso de corrugadora).

Serie C: Aquí se examinan la relación entre el tamaño de orden y la variable que afecta a los metros cuadrados.

<u>Corrugadoras</u>	<u>Flexográficas y troqueladoras</u>
Ancho vs. m ² /arreglo	Area vs. m ² /arreglo

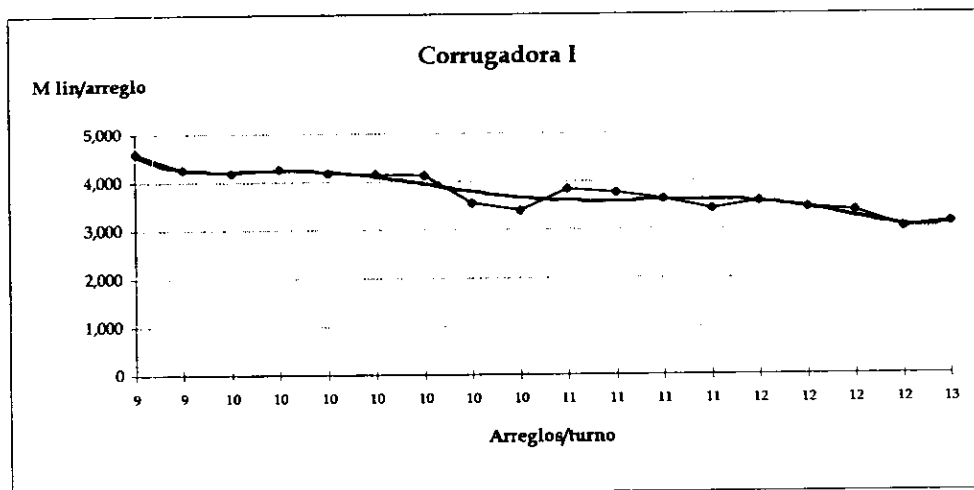
Serie D: Aquí se observa uno de los mismos parámetros anteriores, el ancho y el área contra la capacidad de la máquina, es decir, m²/hr. máquina.

<u>Corrugadoras</u>	<u>Flexográficas y troqueladoras</u>
Ancho vs. m ² /hora máquina	Area vs. m ² /hora máquina

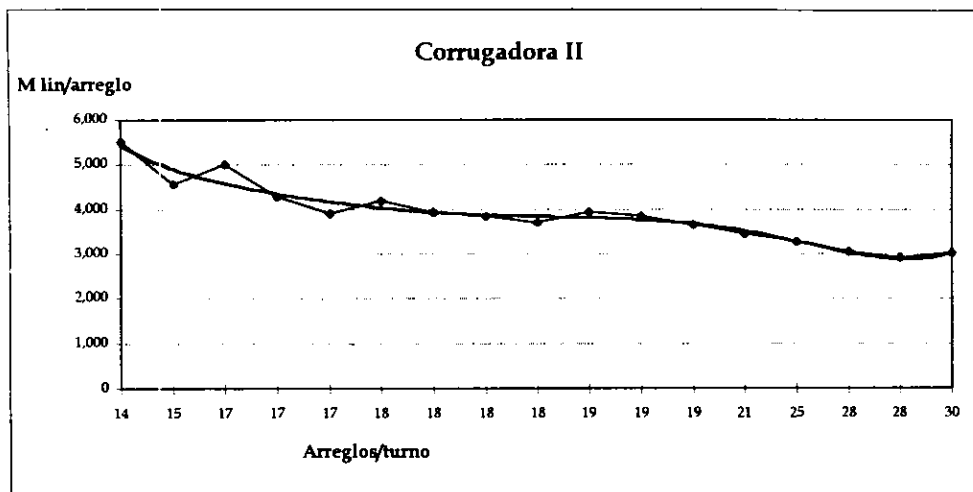
Las cuatro series son gráficas que se elaboraron en base a la información proporcionada anteriormente, los valores del eje x se agruparon de menor a mayor para dar una mejor idea del comportamiento; los datos reales son la línea formada por la sucesión de puntos que indican cada valor (x,y), la línea continua es sólo para marcar la tendencia.

Como podemos apreciar en las distintas series, el comportamiento varía por tipo de máquina, sin embargo muestra ciertas tendencias, que analizaremos a continuación:

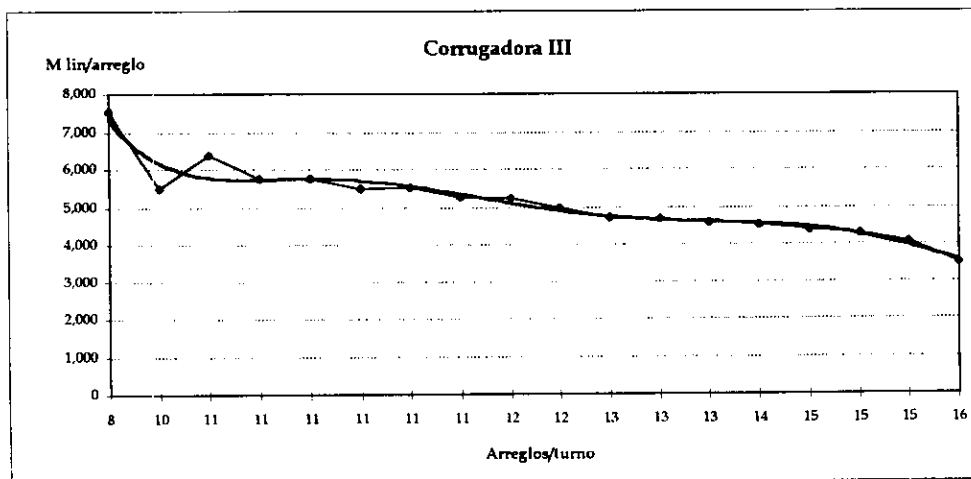
SERIE A.



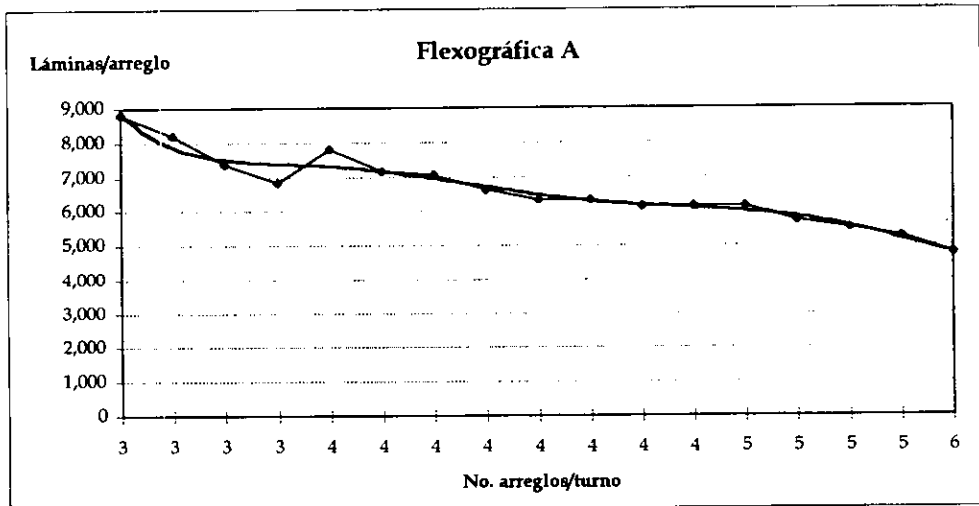
Como podemos apreciar, viendo la línea de tendencia, a mayor número de arreglos por turno, menor producción de metros lineales por arreglo, lo cual indica que el tamaño de la orden y los arreglos por turno mantienen una relación inversamente proporcional entre sí.



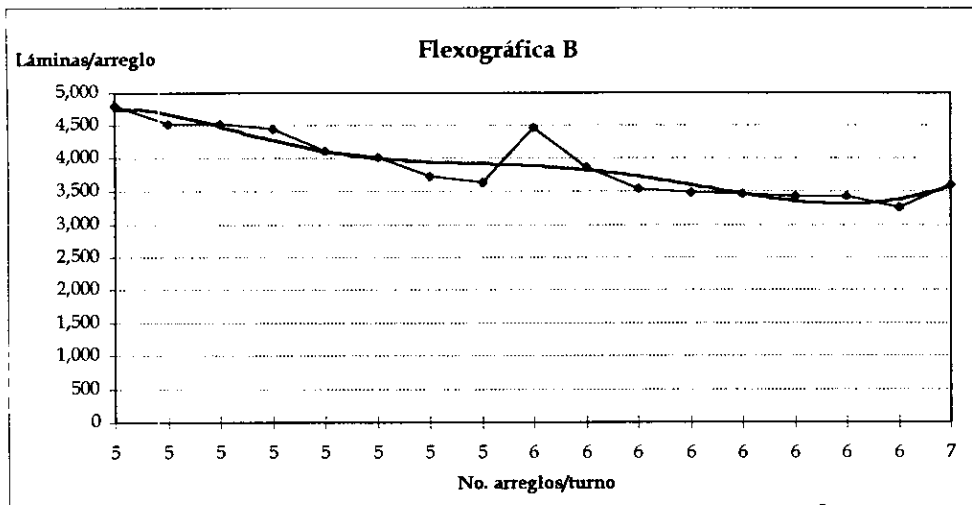
Se observa más marcada la tendencia que en el caso anterior, aunque tiene un periodo de "constancia" en el número 18 del eje x, pero disminuye al aumentar el número de arreglos, sobre todo porque el final del eje x están muy espaciados los números: 19, 21, 25, 28 y 30.



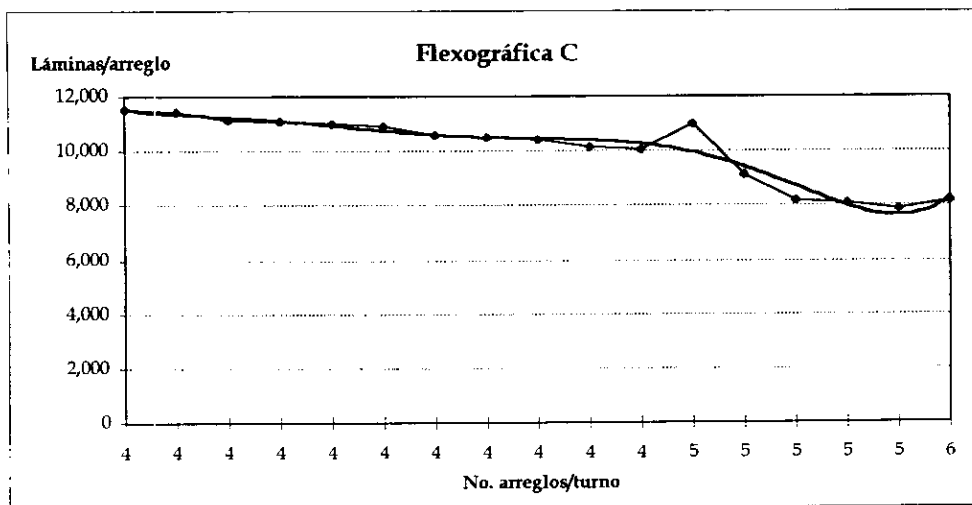
También aquí se nota la tendencia, al inicio, el tamaño de orden estuvo muy grande, al ir aumentando el número de arreglos por turno (y por ende ir disminuyendo los metros lineales por arreglo), porque de 8 arreglos con 7549 m., bajó hasta 3524 m. al tener 16 arreglos/turno.



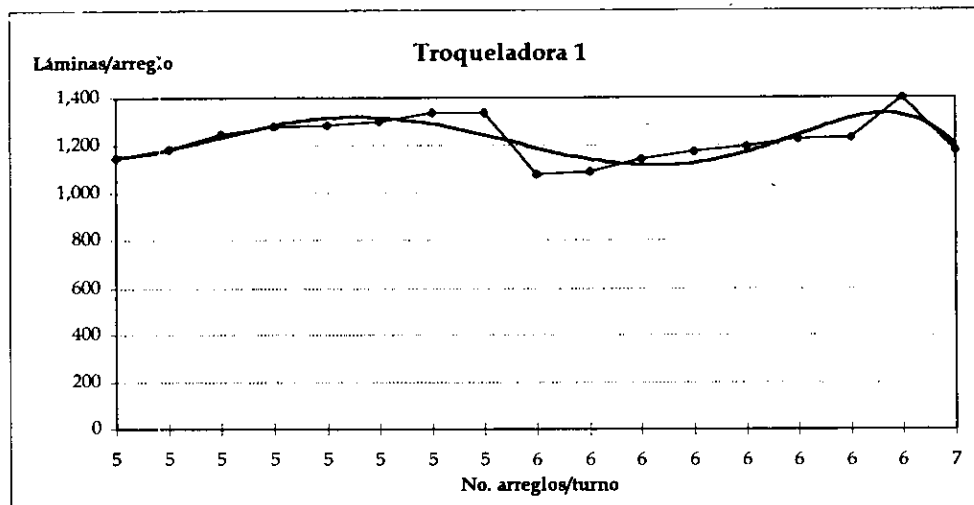
Aunque en este otro tipo de máquinas se aprecia la misma tendencia, se puede ver un pico en la gráfica al iniciar el 4, para luego declinar hasta el final; en esta máquina el número de arreglos por turno va aumentando y permanece pues sólo son cuatro: 3, 4, 5 y hasta 6 arreglos/turno



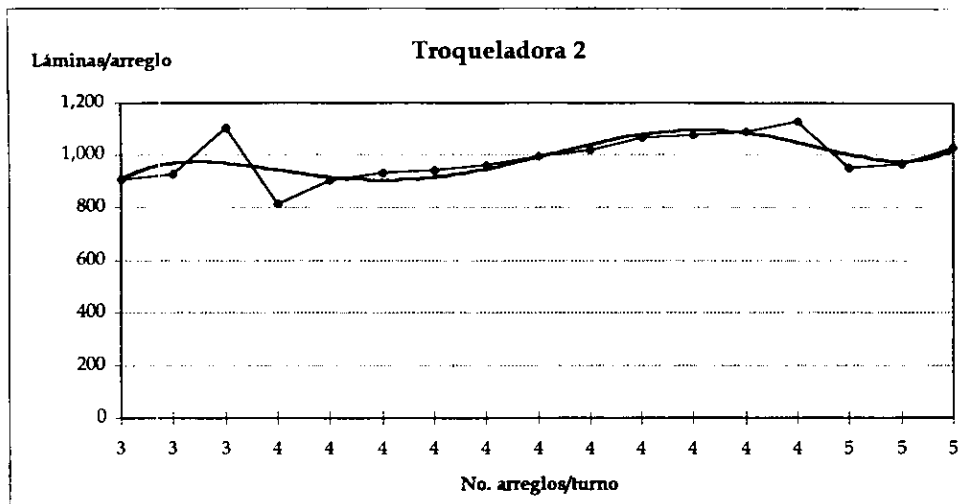
La tendencia también es disminuir con excepción del pico que se presenta al inicio del número 6 en el eje de arreglos/turno, esta flexográfica tiene un comportamiento menos parejo que las demás pero la relación existente entre las variables es la misma.



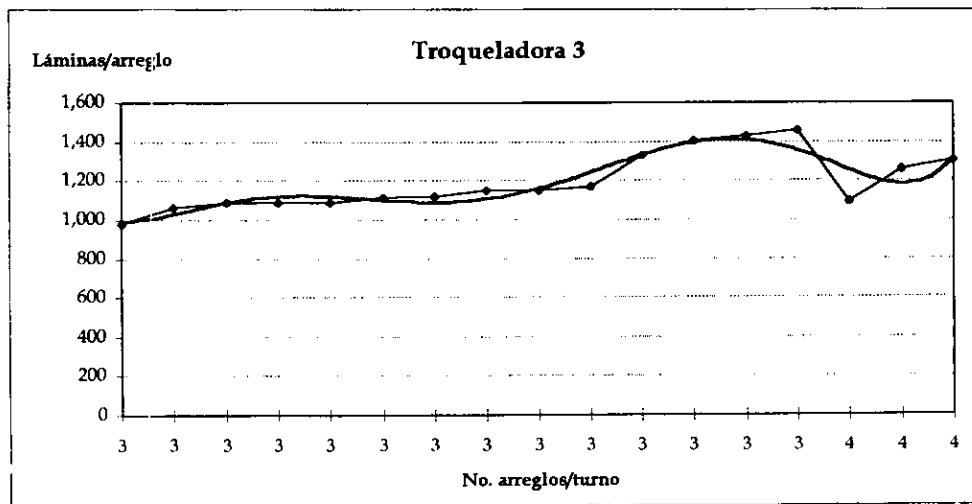
En esta gráfica se vuelve a apreciar un pico al iniciar el número 5 del eje x, pero la línea es bastante uniforme, va bajando paulatinamente para corroborar la misma relación.



Esta relación es un poco más errática, porque la tendencia no es tan marcada, se aprecia un pico pronunciado al iniciar el siguiente número de arreglos, por ejemplo 5 y 6.



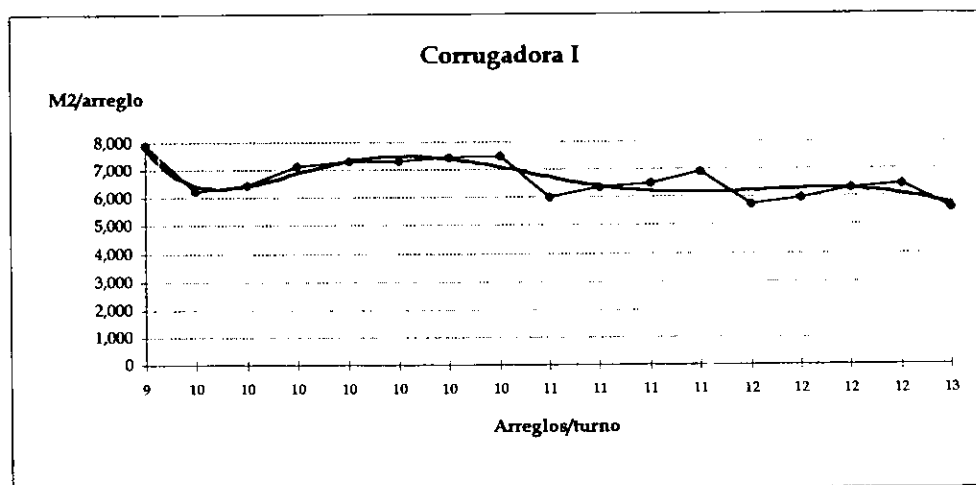
Se vuelven a apreciar los mismos picos al iniciar un mayor número de arreglos e inclusive en estas máquinas se rompe con la relación de ser inversamente proporcional; parece que con el mismo número de arreglos pueden sacarse muchas o poquitas láminas.



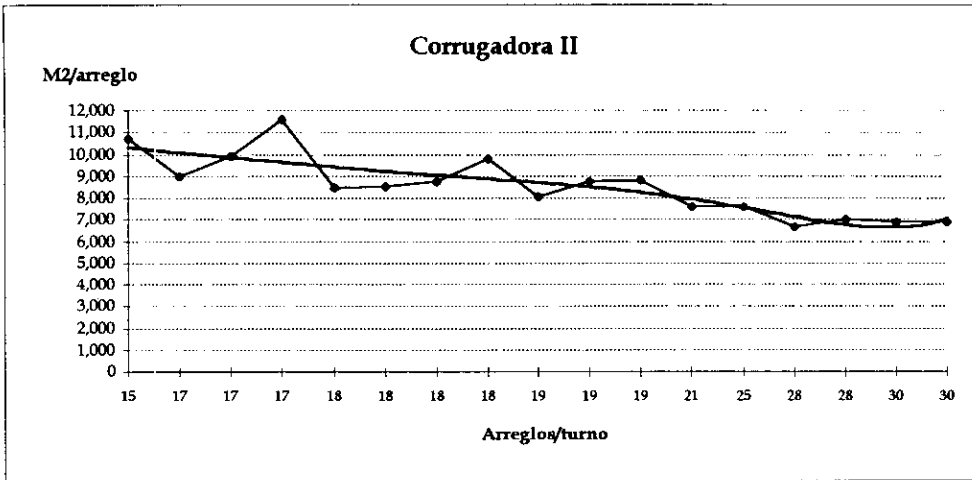
Podemos volver a apreciar el mismo fenómeno que se ha presentado en las troqueladoras, no es determinante el aumento en número de arreglos y la producción de láminas por turno, en esta gráfica se observa el mismo pico al iniciar el número 4.

En esta serie, el comportamiento de las flexográficas y las corrugadoras es similar: a mayor número de arreglos, la producción en metros lineales o láminas por arreglo disminuye. El caso de las troqueladoras es distinto, porque no guardan la relación inversamente proporcional que presentan las otras dos.

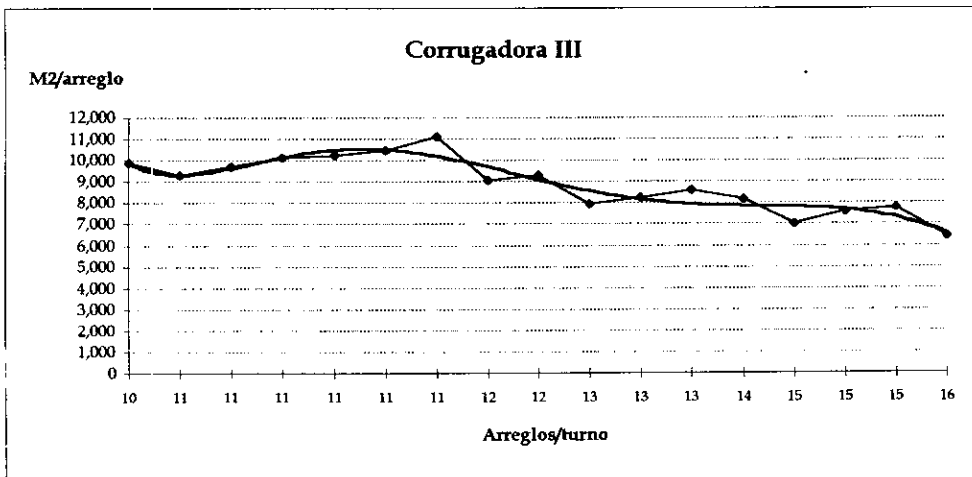
SERIE B.



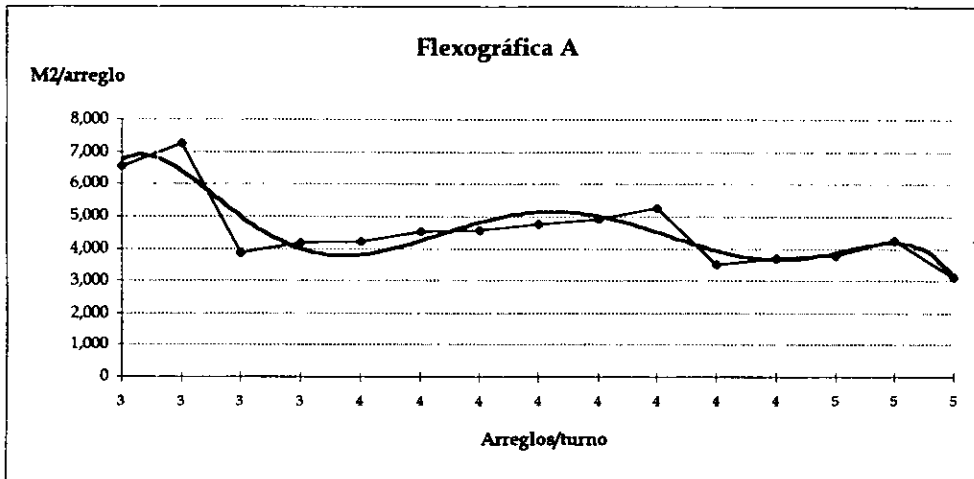
En esta gráfica podemos ver la relación que existe entre el tamaño de la orden (m^2 /arreglo) y el número de arreglos por turno, observamos que mientras mayor es este último, va disminuyendo el tamaño de orden pero de tal forma cada cambio de arreglo, hay un descenso drástico y así sucesivamente, se observa al inicio del 10, 11, 12 y 13 del eje x.



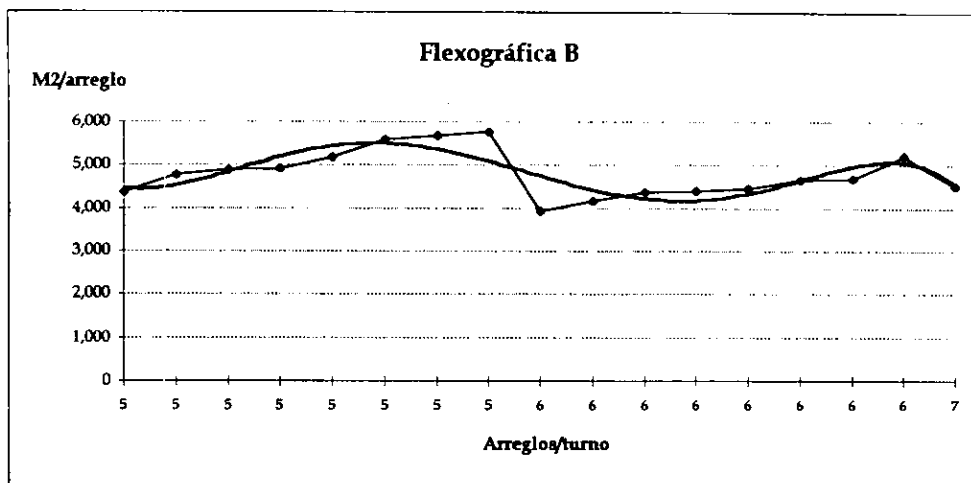
El comportamiento de esta corrugadora es similar, también mantiene una relación inversamente proporcional, con sus correspondientes picos al final del 15, 17, 18 y 19 porque después ya no se puede apreciar tanto por ser valores "solitarios" o un par.



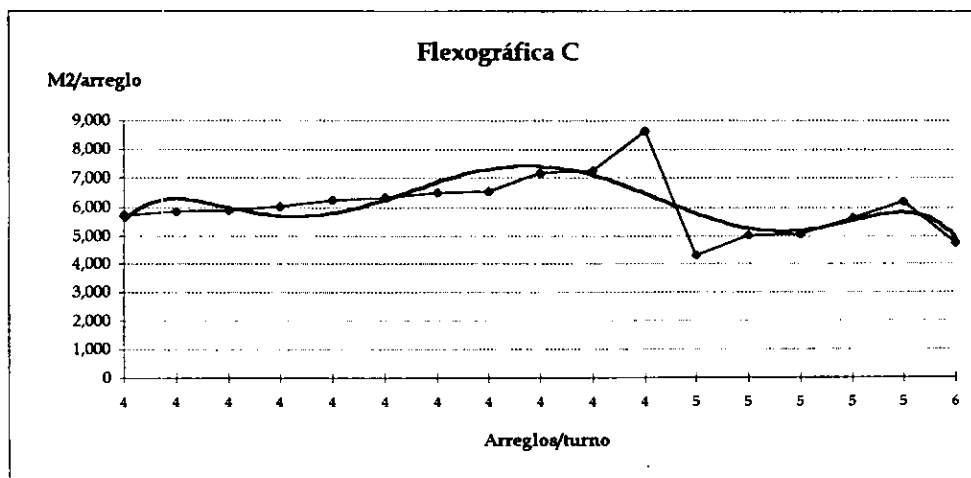
Aquí es la misma historia, tiende a bajar cuando aumenta el número de arreglos por turno, presentándose también los picos en 10, 11, 12, 13 y 15.



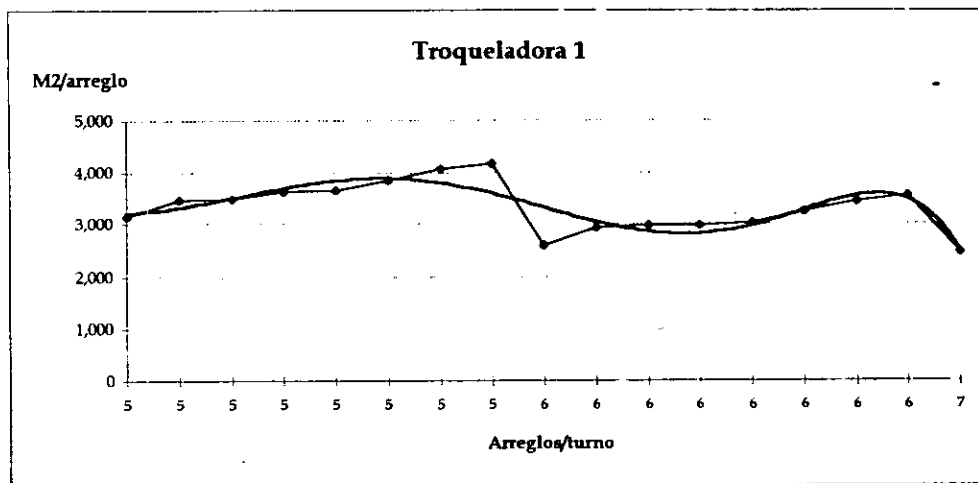
Aquí el comportamiento es distinto, se observa un incremento al final de cada cambio de número de arreglos por turno, 3, 4 y 5.



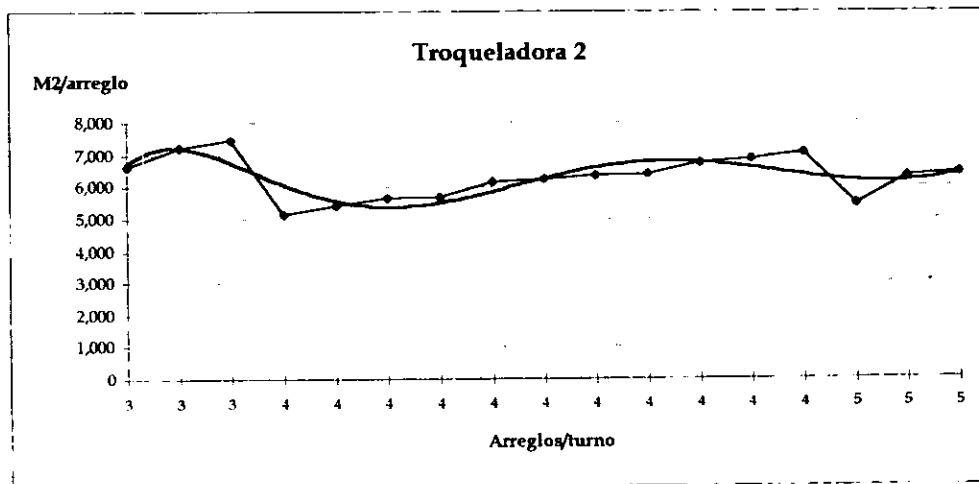
Esta máquina mantiene sólo dos principales números de arreglo/turno, 5 y 6, y se presenta el mismo fenómeno, al inicio de cada cambio, disminuyen los m² por arreglo.



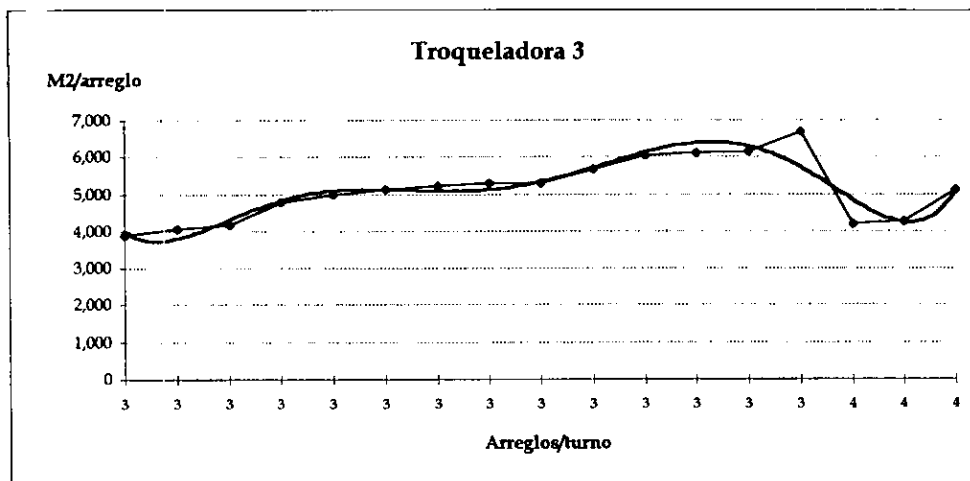
En esta flexográfica ocurre lo mismo que en la pasada, los principales son 4 y 5, y al iniciar cada uno hay un descenso drástico de la línea, que tiende a bajar.



Ocurre exactamente el mismo comportamiento, después del descenso en el cambio de número, la línea se desplaza hacia abajo, siendo menos m^2 /arreglo que en el número anterior.



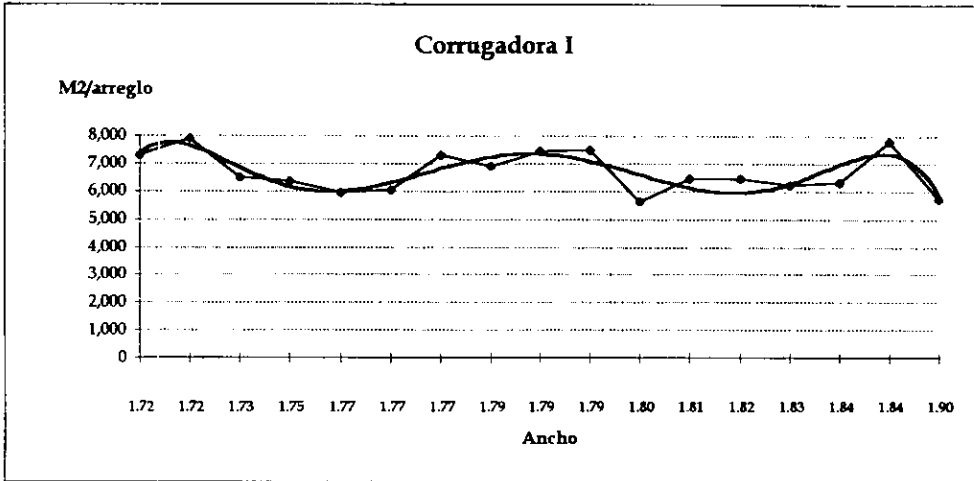
Mismo comportamiento.



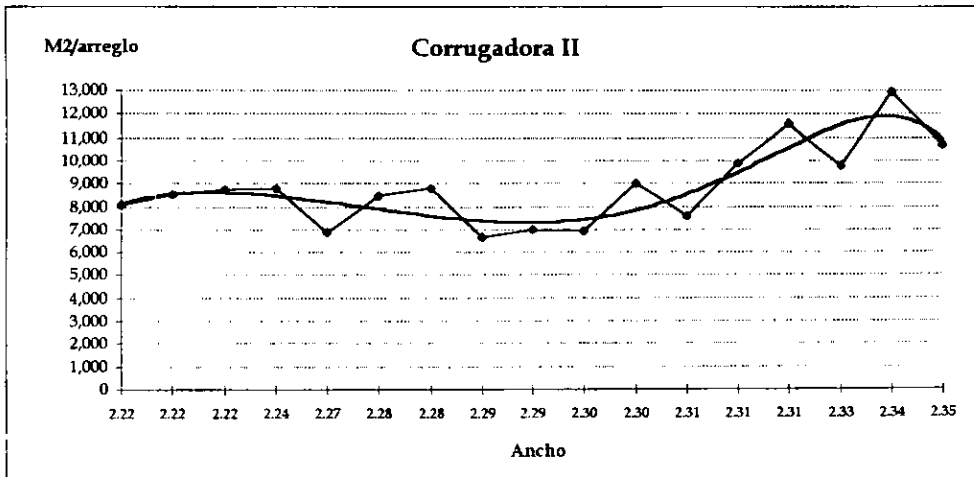
Mismo comportamiento.

En esta serie (B), observamos el mismo comportamiento en las nueve gráficas que se analizan: en el eje x, el mismo número de arreglos/turno, los metros cuadrados por arreglo van aumentando, al cambiar de número de arreglo (por ejemplo de 3 a 4), la línea baja drásticamente para volver a subir (comenzando más abajo en el número de m^2 /arreglo que el número de arreglos/turno precedente (menor). Se puede establecer que existe una relación de dependencia entre estas dos variables, la cual es polinomial (como lo muestra la ecuación de la línea de tendencia) y que en todos los casos, los m^2 /arreglo (tamaño de orden) van disminuyendo mientras mayor es el número de cambios (arreglos/turno).

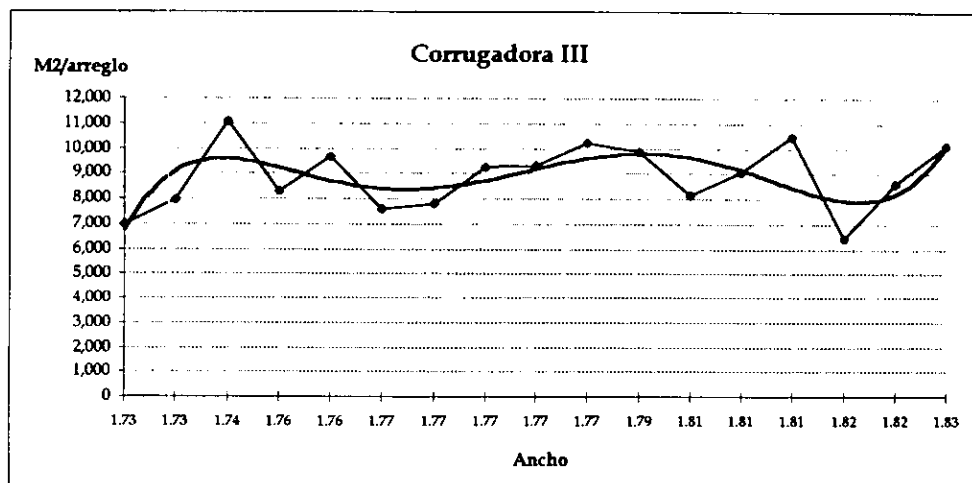
SERIE C.



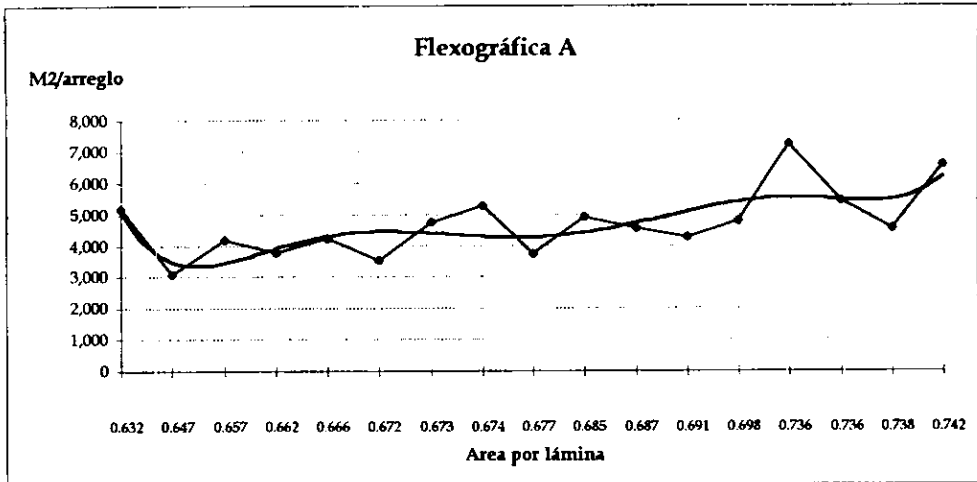
Como se observa se está relacionando el ancho con el tamaño de orden, misma que se ve afectada por la primera variable (porque los m² son m lineales por el ancho).



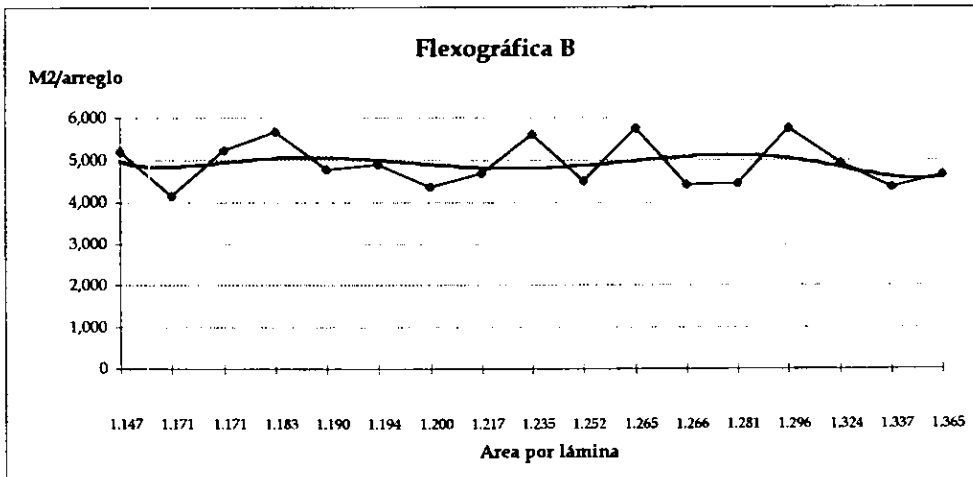
En esta corrugadora se puede apreciar mucho más claro que a mayor ancho, mayor número de m²/arreglo, lo cual sucede porque con un ancho mayor salen más m² en menos tiempo.



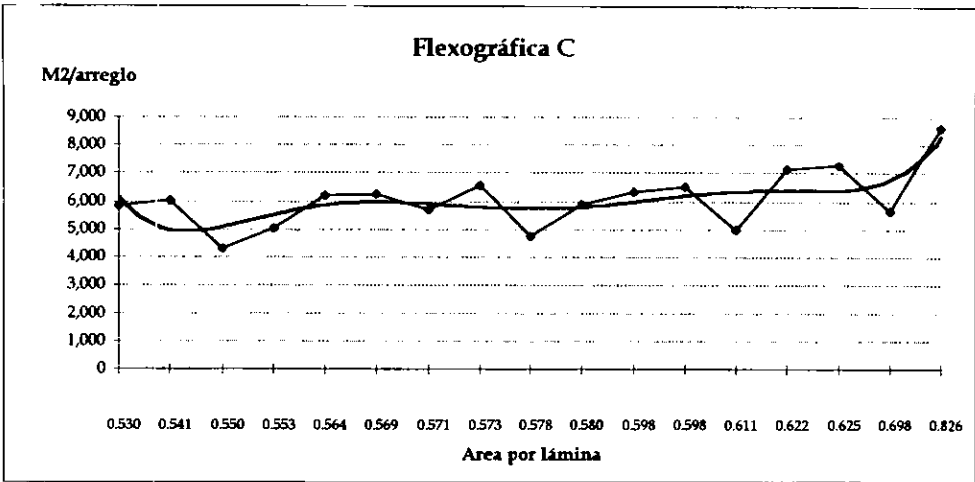
Aquí no es tan marcada la tendencia como en la anterior, pero quizá los datos no están tan relacionados (coeficiente de correlación= 40%).



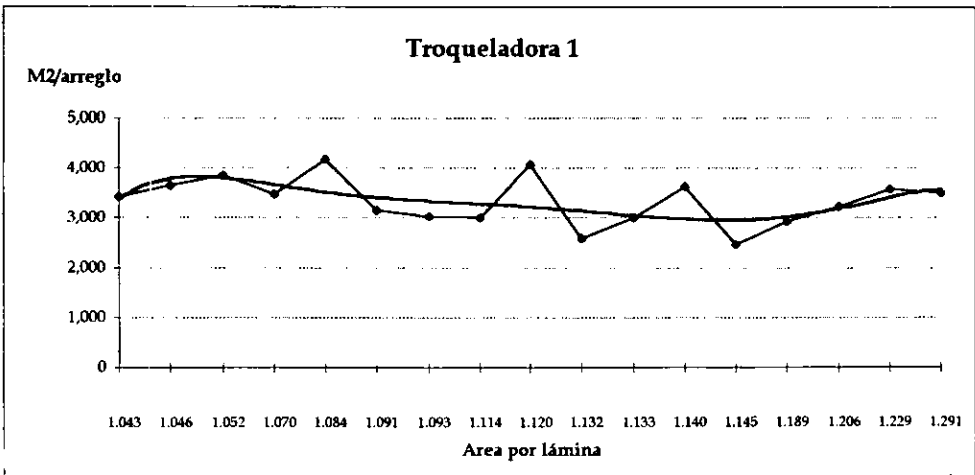
Se observa que mientras mayor es el área de la lámina alimentada a la flexográfica, van aumentando los m²/arreglo.



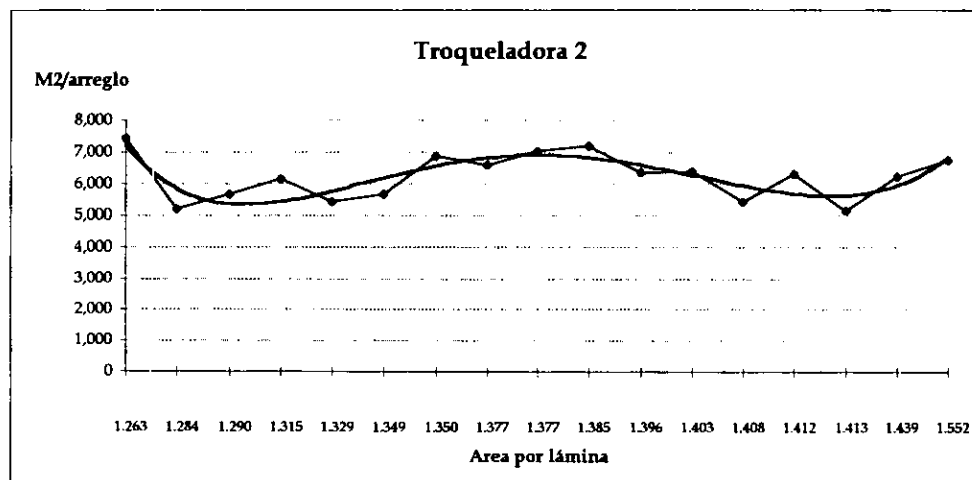
Esta flexográfica se muestra muy pareja, es difícil discernir alguna relación entre las variables porque los puntos están muy dispersos.



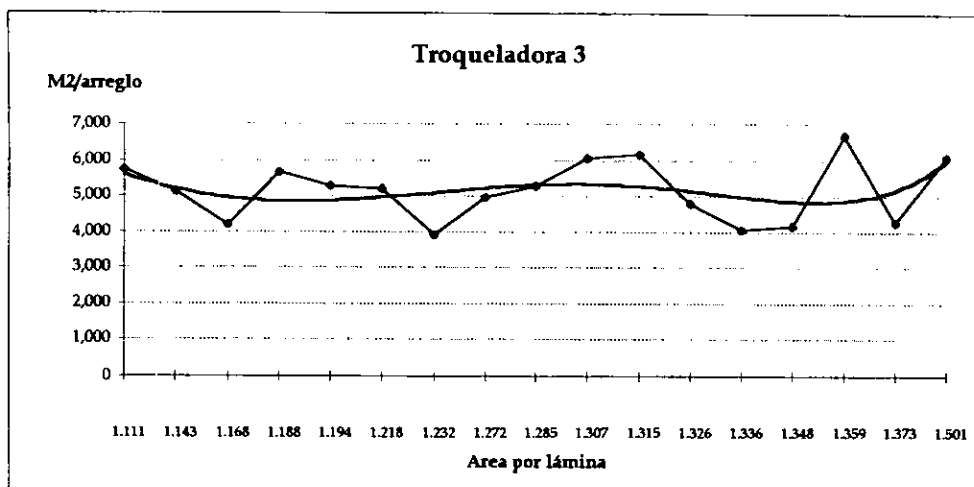
Se vuelve a observar el mismo comportamiento de la flexográfica A, los m²/arreglo muestran una ligera tendencia hacia arriba al aumentar el área.



Sucede que hay varios picos en los valores, pero en general se observa una tendencia a la baja, mientras mayor va siendo el área de la lámina alimentada a la troqueladora, los m2/arreglo parecen ir disminuyendo, aunque al final hay un pico ascendente.



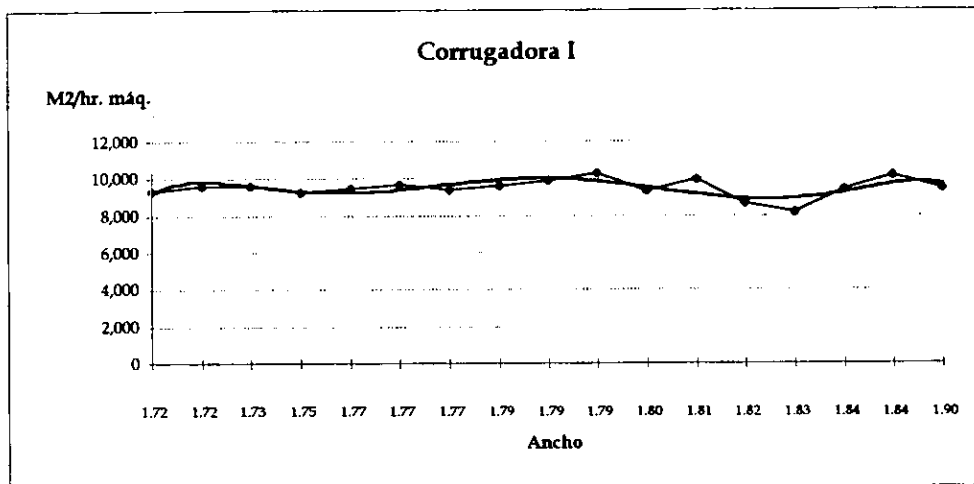
El comportamiento es irregular, baja en el primer tercio, luego sube y al final vuelve a bajar de forma curvilínea.



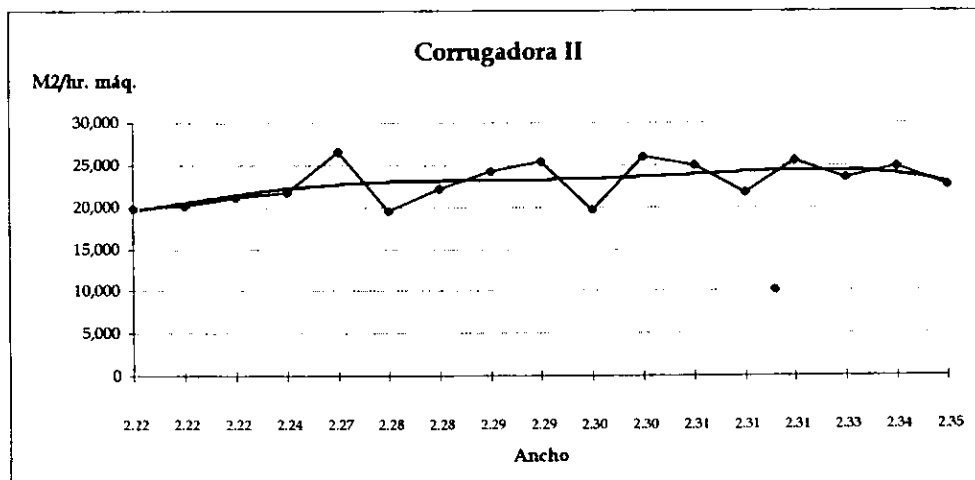
En este comportamiento no se observa ninguna tendencia marcada, tal parece que esta máquina saca de 4,000 a 6,500 m²/arreglo, independientemente del área porque no se puede concretar si es porque ésta es mayor o menor.

En la serie C se ve que fue muy difícil observar alguna relación en el caso de las corrugadoras. Sólo una (la II) mostró la tendencia marcada de que a mayor ancho mayor número de m²/arreglo, las otras dos se comportaron indistintamente, lo que lleva a pensar que no existe gran relación entre las variables porque el ancho forma parte de los m². Al analizar las flexográficas, se vió que la primera marca la misma tendencia ascendente que la corrugadora II, a mayor área, mayor número de m²/arreglo, en el caso de la B no se observa ninguna tendencia, y la C una ligera variación hacia arriba. En las troqueladoras no se pudo concretar nada de relación, sólo la 2 marca esa tendencia ligeramente ascendente.

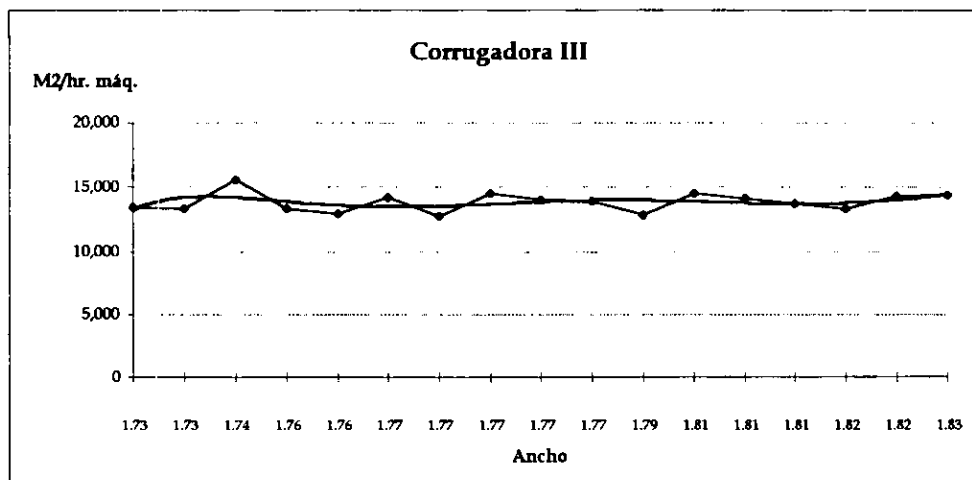
SERIE D.



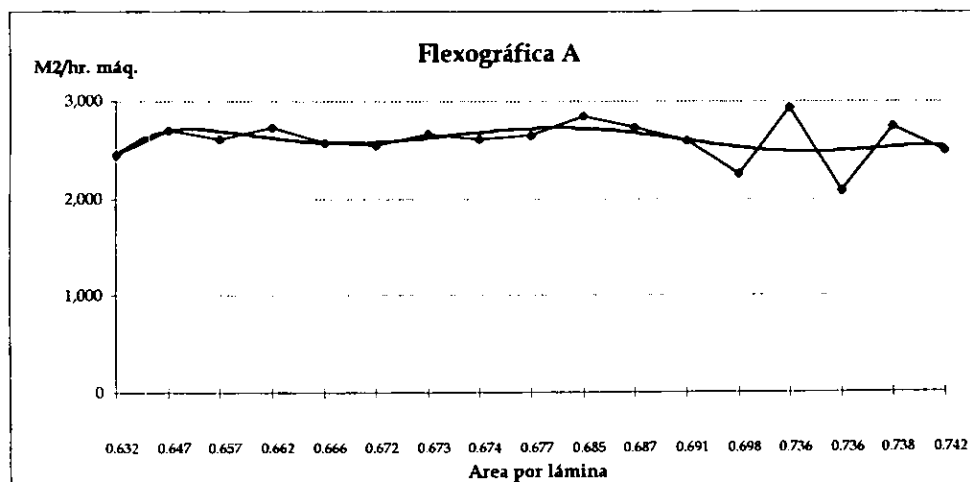
En esta corrugadora se observa una relación muy homogénea entre el ancho y los m²/hora máquina (capacidad de la máquina).



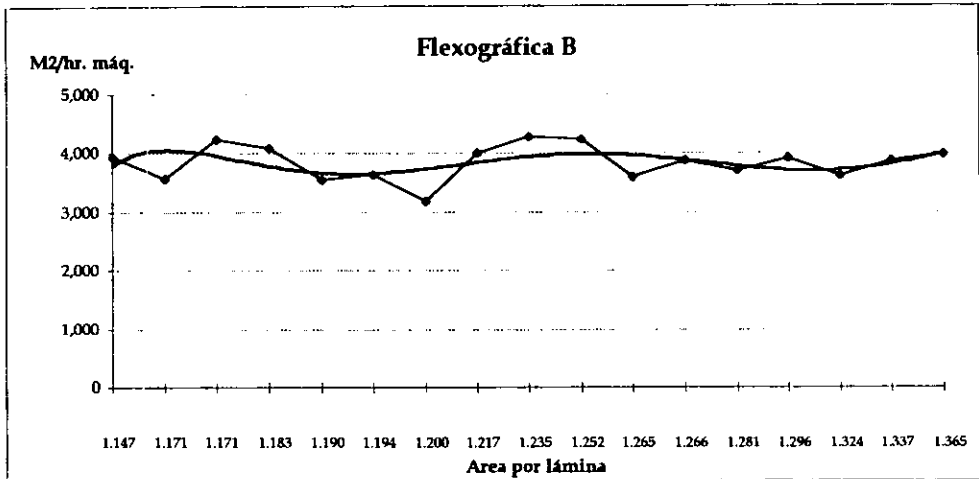
Esta gráfica muestra más variación que la anterior, pero en cierta forma se mantiene el mismo rango, mostrando cierta tendencia ascendente respecto al principio.



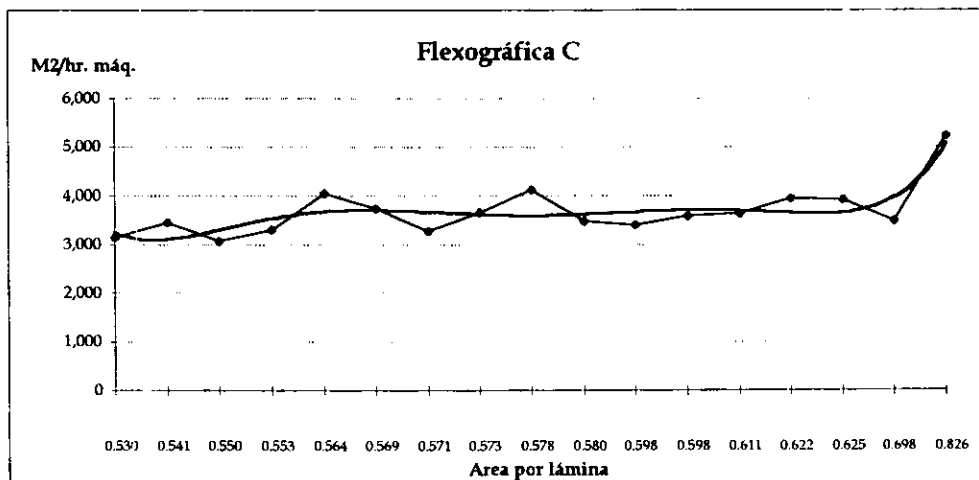
Mismo comportamiento que el de la corrugadora I.



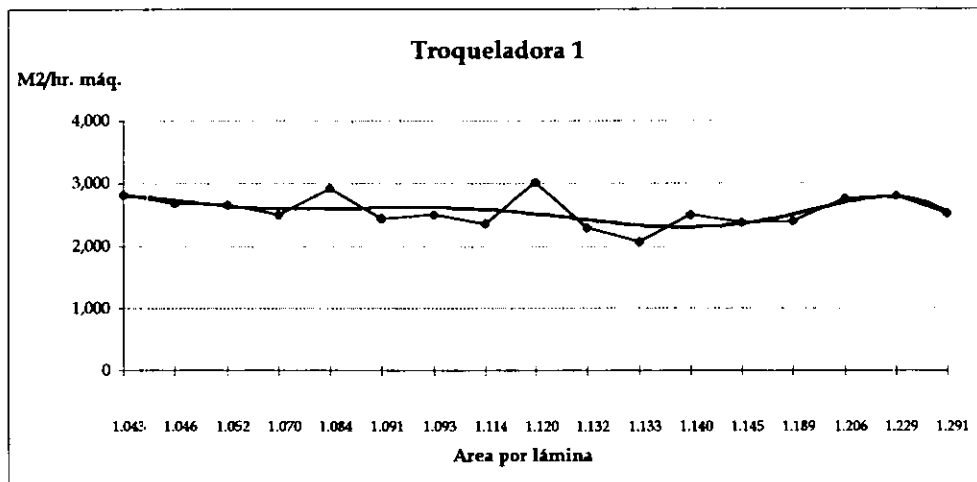
En esta flexográfica ocurre lo mismo, la tendencia se mantiene en un cierto rango de la gráfica, mostrando una relación "estable".



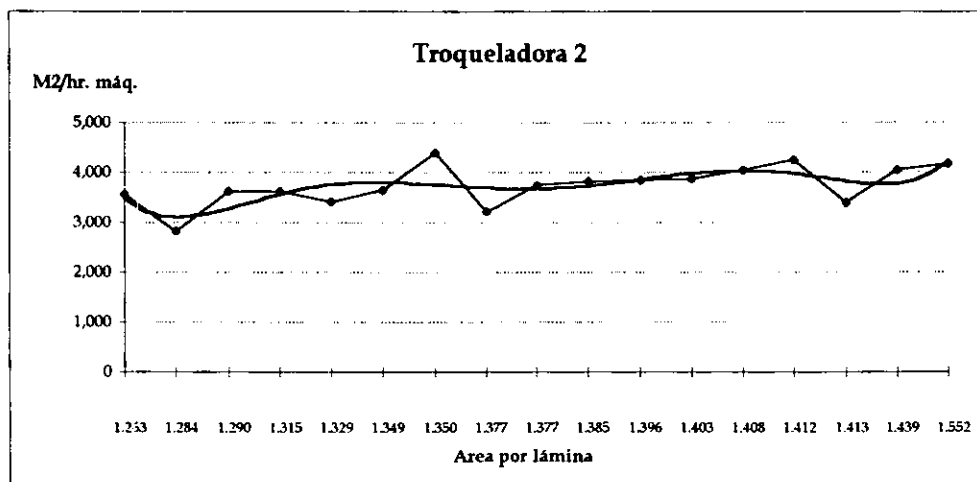
Aunque el comportamiento de ésta es más variable, no deja de parecerse a las anteriores.



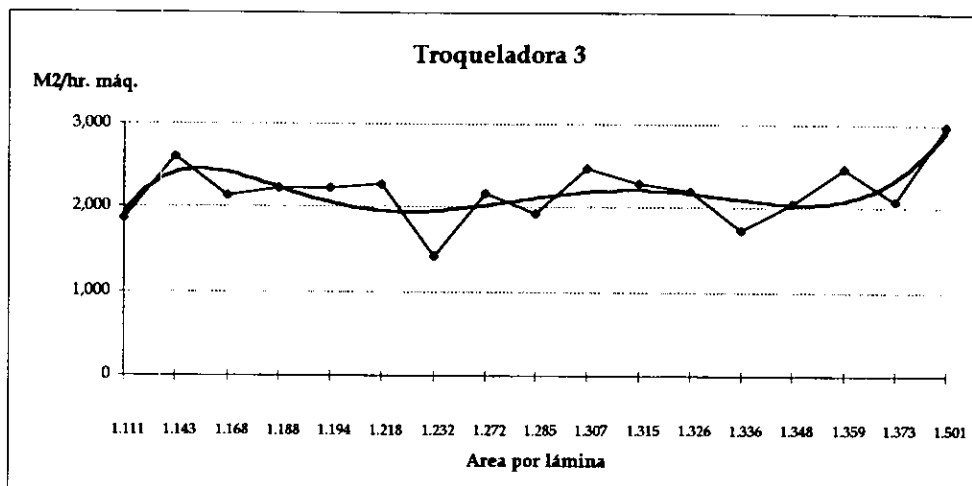
Esta gráfica muestra una línea ascendente en el final pero que también se va manteniendo dentro del mismo rango.



Mismo comportamiento aunque con ligera tendencia hacia abajo.



Se presenta la misma tendencia pero de manera ascendente.



Esta gráfica muestra un comportamiento más errático, porque hay una gran dispersión de puntos, trata de mantenerse en el mismo rango, la línea del 2,000 pero con gran variación.

Como podemos apreciar, la serie D fue muy estable, en general el comportamiento de las máquinas fue el de mantener su capacidad a pesar de los cambios presentados en el ancho (en el caso de las corrugadoras) y en el área (en flexográficas y troqueladoras); esto no es otra cosa mas que las máquinas están diseñadas para trabajar dentro de cierto rango de tamaños, tienen límites mínimos y máximos; existe lo que se denomina "tamaño óptimo" que es aquel que permite correr la máquina a muy buena velocidad manteniendo la calidad deseada.

Capítulo 5: Definición de variables críticas

5. *Definición de variables críticas.*

Una vez que se han analizado diferentes variables en el capítulo anterior, se establecerán las variables críticas de este proceso, basándonos en las variables de medición mencionadas en las secciones 3.3.1 y 3.3.2 del capítulo 3 de esta tesis.

Ya se analizó gráficamente el comportamiento y las interrelaciones de las siguientes variables: número de arreglos por turno, metros lineales por arreglo, láminas por arreglo, m² por arreglo, ancho, área de la lámina y m² por hora máquina; de ese análisis se pueden establecer las siguientes relaciones:

1. A mayor número de arreglos/turno, disminuye la producción en m lin/arreglo; esto aplica para las corrugadoras y las flexográficas, las troqueladoras presentan unos picos al iniciar el siguiente número de arreglos/turno en el eje x, pero la línea tiende a desplazarse con una ligera disminución respecto al eje y.

2. El tamaño de orden ($m^2/\text{arreglo}$), disminuye al aumentar el número de arreglos/turno, presentándose en cada cambio de número de arreglos/turno (en el eje x, de 5 a 6 por ejemplo) unos picos en donde desciende la línea y vuelve a mantener la tendencia hasta el siguiente número.
3. En algunas máquinas, mientras mayor es el ancho o el área, es mayor el tamaño de orden, pero hay algunas que no presentan esta tendencia tan marcada sino que su comportamiento es distinto.
4. Los $m^2/\text{hora máquina}$ y el ancho o área en su caso, tienen una interrelación muy homogénea, los $m^2/\text{hr. máq.}$ se mantienen en el mismo rango de valores, con un comportamiento muy estable.

Con esto se auxiliará para definir las variables críticas de este proceso, recordando que por variables críticas se entienden aquellas que repercuten de manera severa en el proceso ante su aumento, disminución o eliminación.

Tabla 5.1: Variables críticas definidas.

Ancho	Si yo tengo que producir determinada cantidad de m^2 , va a depender del ancho del rollo la cantidad de metros lineales que se necesiten correr para cubrir el pedido. Por ejemplo: 10,000 m^2 pueden sacarse con 5,555 m lineales con un ancho de 1.80 m o con 8,000 m lineales con un ancho de 1.25 m.
-------	--

<i>Downtime</i>	Como el tiempo perdido por fallas eléctricas y mecánicas se le suma a las horas máquina para calcular el total de horas máquina trabajadas; si son muchas o pocas horas de downtime, se va a reflejar en el total de horas máquina.
Horas hombre	Es una variable crítica porque no sólo las máquinas hacen el trabajo, también depende de la habilidad del operador y del tiempo que invierta en realizar determinado proceso, puede ser más rápido y mejor hecho que otra persona.
Horas máquina	Las horas trabajadas afectan la capacidad de la maquinaria porque si en un turno hay muchos arreglos, eso significa menos tiempo efectivo (porque en las horas máquina se incluye el tiempo de arreglo), entonces la misma producción la estoy dividiendo en un periodo menor realmente. Por ejemplo: 9 arreglos en un turno, y saqué 17,000 láminas en ese turno, pero me tardé 20 min en cada arreglo, en lugar de 17,000 lam./8 hrs (por turno) = 2,125 lam/hr., la realidad fue $17,000 \text{ lam}/(8 \text{ hrs} - (9 \cdot 20/60) \text{ hrs}) = 17,000/5 = 3,400$ láminas/hora.
Número de arreglos	Mientras mayor es este número, disminuye el tamaño de orden y la capacidad de la máquina porque es más tiempo improductivo.
Producción (m)	Los metros lineales es la unidad más simple de medida, se ven afectados por el tamaño de orden y por el ancho del rollo.
Producción (m ²)	Esta variable está intrínsecamente relacionada con los metros lineales y con el ancho del rollo. Así como con el número de láminas y el área de la misma.
Producción (láminas)	El número de láminas se afecta por el "out" de conversión, es decir, que de una lámina salen 4 cajas, o 2, como el pedido es por cajas, pues se necesitan

menos láminas mientras mayor sea el “out”. También es la unidad de medida más simple en el área de conversión.
--

Así pues, la tabla anterior nos muestra las variables críticas que se pudieron detectar en base al análisis realizado en el capítulo 4.

Es por esto que el concepto de productividad expresado en m lin/min o láminas/hora es válido ya que: para las corrugadoras, el ancho se refleja en los metros lineales; el *downtime*, las horas hombre, las horas máquina y el número de arreglos se reflejan en los minutos. Por otro lado, en las máquinas de conversión, los m² se reflejan en el número de láminas; el *downtime*, las horas hombre, las horas máquina y el número de arreglos se reflejan en las horas.

Conclusiones

Conclusiones.

Como se observó en el desarrollo de este trabajo, las principales variables de medición relacionadas con la productividad son:

<u>Corrugadora:</u>	<u>Conversión:</u>
metros lineales/minuto	láminas/hora

sin embargo, estas variables presentan un panorama aislado, es decir no podemos confiar solamente en estos números, porque hay que tomar en cuenta que hay muchos otros factores que afectan la productividad como pueden ser las condiciones del mercado, el tipo de negocio, el tamaño de la orden (que repercute en el número de arreglos por turno), volumen, la complejidad de la impresión, el desperdicio, los tiempos perdidos, etc.

Con el objeto de presentar un panorama integral, que permita a la alta gerencia tomar las decisiones adecuadas mediante el análisis de información oportuna y veraz, se propuso la creación de un "Reporte de Producción y Eficiencia Operativa" (ver apéndice B) en el cual se

han podido apreciar todas las variables de medición anteriormente mencionadas y que, complementadas con los factores externos, permiten su monitoreo y control; reflejando así el resultado de las acciones realizadas y/o de las decisiones tomadas para la mejora continua del proceso productivo.

Sólo considerando los elementos mencionados se podrá lograr mejorar la eficiencia operativa en la industria del cartón corrugado, que le permita mantener su liderazgo como proveedor de material de empaque de alto rendimiento, costo eficiente y calidad competitiva en el mercado global.

Apéndices

Apéndice A: Glosario.

Término	Significado
Alabeado <i>Warping</i>	Deformación curva, en forma de tejas u ondulaciones de las hojas o láminas, como consecuencia de una falta de equilibrio de humedad entre los distintos papeles componentes.
Apilado <i>Stacking</i>	Colocación de cajas, una sobre otra, de una manera determinada.
Aspecto	Presentación de la superficie del papel; los <i>liners</i> siempre tienen mejor aspecto que el <i>medium</i> . Lo determina el tipo de proceso de fabricación.
B.C.T.	Prueba para obtener la medida de la resistencia a la compresión vertical dinámica de un embalaje.
C.C.T. (<i>Corrugated Crush Test</i>)	Resistencia a la compresión sobre el canto de una muestra de papel corrugado, en contraposición con la compresión en plano.
C.F.C. (<i>Concora Flute Crush</i>)	Representa la resistencia del <i>medium</i> a ser aplastado en la dirección contraria a la formación del ondulado, siendo éste el aporte del <i>medium</i> en la resistencia de compresión de la caja de cartón.
C.M.T. (<i>Concora Medium Test</i>)	Se emplea para designar la resistencia al aplastamiento en plano de las ondulaciones formadas en una muestra de cartón corrugado.
Caja corrugada	Contenedor de cartón corrugado que permite agrupar, almacenar, transportar, etc., algún producto determinado.
Calibre, espesor <i>Caliper</i>	Representa el espesor del papel. Es la distancia que hay entre las dos caras de una hoja de cartón o un papel.
Canto	El lado más estrecho de una pieza (calibre del cartón o del papel).
Cara	Término genérico que se emplea para designar cualquier papel destinado a

Linerboard	formar parte exterior de una plancha de cartón. Se aplica esencialmente a los papeles empleados para caras exteriores o interiores de un cartón ondulado.
Cartón corrugado	Material formado por papeles adheridos, uno o varios en forma ondulada, que se sitúan en medio de los papeles planos.
Cartoncillo plegadizo	Cartón sólido constituido por dos o más capas de fibras celulósicas principalmente recicladas, unidas sin adhesivo durante el proceso de fabricación, con peso base superior a 240 gr/m ² . Es usado en la fabricación de cajas plegadizas.
Combinada Flexo Folder/Gluer	Máquina de transformación de cartón ondulado que realiza las operaciones de impresión, hendido, ranurado, perforación, plegado y unión, para la fabricación de embalajes.
Corte	Operación que consiste en cortar la hoja continua de cartón ondulado en el sentido longitudinal y transversal.
Coche	Hoja celulósica recubierta en una o ambas caras por una capa formada por pigmentos y materiales aglutinantes que por lo general imparten a las hojas buenas cualidades para la impresión.
Cuchilla o regleta de hendidos	Designa un tipo de cuchilla o filete para hender. Esta produce una leve depresión en el calibre del cartón o papel.
Doblado o deformación	Deformación o aplastamiento lateral de las paredes o paneles de un embalaje, sometido a una compresión vertical.
E.C.T. (Edgewise Crush Test)	Prueba de la resistencia a la compresión sobre el canto de una muestra de cartón ondulado.
Encolado Gluing	Se refiere al proceso de adhesión de las caras con las crestas de los canales (flautas).
Estabilidad dimensional	Aptitud de un papel o cartón para conservar sus dimensiones y su forma, aunque su contenido de humedad varíe bajo el efecto del agua o el vapor.

Estallido <i>Bursting</i>	Resistencia al reventamiento de un papel o un cartón sometido a una presión local y lenta.
F.C.T. (Flat Crush Test)	Prueba de la resistencia al aplastamiento o la compresión en plano, de una muestra circular de cartón ondulado.
Flexografía	Proceso de impresión en relieve por el contacto de un cliché con la superficie a imprimir; emplea tinta líquida de secado rápido.
Gramaje	Masa de papel o cartón por unidad de superficie en gramos por metro cuadrado.
Hendidido <i>Scoring</i>	Operación que consiste en aplastar parcialmente el cartón ondulado, siguiendo una línea continua. Tiene por objeto facilitar el plegado de las aristas y de las solapas del embalaje durante su montaje.
Huecograbado	Proceso de impresión "en hueco" por el contacto directo de un cliché grabado, que tiene una multitud de alvéolos llenos de tinta, con la superficie a imprimir.
Humedad <i>Moisture content</i>	Representa la cantidad de agua contenida en el papel expresada en % en peso. A la variabilidad que se puede presentar si el papel absorbe o cede humedad se le llama histeresis. Las propiedades mecánicas varían sensiblemente con el contenido de humedad del mismo.
Largo de rotura	Propiedad mecánica del papel que caracteriza la resistencia de éste a la tracción. Designa un límite de largo calculado más allá del cual una tira de papel uniforme, suspendida por uno de sus extremos, se rompería por su propio peso.
Lavadero <i>Washboard</i>	Defecto de la cara de una plancha de cartón corrugado, que se caracteriza por la falta de suficiente tensión entre las caras y los puntos de apoyo de los vértices de los canales.
Longitudinal Slitter	Máquina rotativa instalada en la ondulatora para cortar y hender la hoja

	continua de cartón ondulado (líneas de plegado), siguiendo el sentido del movimiento.
Mullen (Resistencia al Estallido)	Define la capacidad que tiene el papel para resistir una presión local ejercida de manera progresiva. El papel se somete a esfuerzos de tracción, corte y flexión; su valor es el índice de la resistencia del empaque al manejo.
Nido de abejas	Defecto de la cara de una plancha de cartón caracterizado por la presencia de numerosas "ampollas" o "alvéolos" que tienen aspecto de nido de abejas.
Offset	Proceso de impresión "en plano", sin relieve. El traslado del cliché a la superficie a imprimir se efectúa a través de un rollo intermediario: la martilla. Las partes a imprimir están hechas de un material afín con la tinta y las demás partes están hechas de un material afín con el agua.
Outs	Es el número de cajas que salen de una lámina de cartón después de la operación de troquelado.
Papel corrugado Corrugating medium	Papel para ondular en la fabricación del cartón ondulado. Se emplea también para designar el perfil del papel después de haber sido ondulado y que sirve de "medio" entre las caras.
Papel de ondular tratado	Papel medium hecho exclusivamente a base de papelote con tratamiento de almidón, para mejorar sus características.
Papel Kraft	Es un papel elaborado con celulosa química al sulfato (proceso <i>kraft</i>) por lo general obtenido a partir de madera; tiene la característica de ser altamente resistente a los esfuerzos mecánicos, superior a los obtenidos por otros procedimientos.
Papel Liner	Papel o cartón plano constituido por fibras celulósicas generalmente procedentes del proceso al sulfato (proceso <i>kraft</i>), las cuales pueden ser fibras vírgenes, recicladas o mezclas de ambas, crudas o blanqueadas. Es utilizado en uno o ambos lados del papel corrugado. Es un papel multicapa, sus

	principales usos son: caja de cartón corrugado, cartón sólido, tubos, sacos, etc.
Papel Medium	En el cartón corrugado, es el papel ondulado que se encuentra adherido al <i>liner</i> (flauta), constituido por fibras celulósicas vírgenes, recicladas o mezclas de ambas. Es un papel mono-capa fabricado con fibra secundaria.
Papelote	También denominado fibras recicladas, fibras secundarias, fibras de celulosa recuperadas. Se emplea para designar pedazos de papel o cartón que pueden ser recuperados después de haber sido usados o después de una operación de transformación y que se emplean de nuevo para fabricar papel o cartón.
Permeabilidad a los líquidos	La absorción de agua de un papel medium determina la velocidad de penetración del almidón y también la resistencia a la humedad. La absorción de agua de un <i>liner</i> debe ser tal que sea apropiada para la impresión con tintas para flexografía, equilibrado con una rápida penetración del almidón en el lado interno.
Permeabilidad al aire	Representa el volumen de aire que atraviesa en un segundo un área definida del papel bajo una fuerza determinada. Este volumen define la porosidad del papel, debido a la cual el cartón es poroso y permite el intercambio de aire entre el interior del embalaje y la atmósfera que le rodea.
Peso o gramaje	Designa la cantidad en masa del papel por unidad de área, es una característica fundamental; tiene incidencia directa en las propiedades mecánicas.
Pestaña	Pequeña pata o aleta de unión de un embalaje.
°PET (Energía de Perforación)	Representa la resistencia de un panel de cartón a ser penetrado por la esquina o borde de otra caja vecina durante el transporte o almacenamiento.
Plegadora-encoladora Folder Gluer	Máquina de transformación, separada o en línea, que realiza las operaciones de plegado y pegado de los embalajes.

Propiedades físicas del papel	Aspecto, peso o gramaje, calibre, humedad, permeabilidad al aire, permeabilidad a los líquidos, rugosidad/lisura.
Propiedades mecánicas del papel	<i>Concora medium test</i> (CMT), <i>concora flute crush</i> (CFC), <i>ring crush test</i> (RCT), <i>Mullen</i> (resistencia al estallido), energía de perforación (PET), rasgado, resistencia a la tensión.
R.C.T. (<i>Ring Crush Test</i>)	Representa la resistencia del papel <i>liner</i> a ser aplastado cuando está dispuesto en forma de anillo y se somete a una carga en la dirección contraria a su sentido de fabricación. Es el aporte del <i>liner</i> a la compresión de la caja.
Rasgado	Capacidad que tiene el papel de resistir un rasgado iniciado bajo el efecto de dos fuerzas opuestas, aplicadas en las dos caras de la hoja. Dependen de las resistencias individuales de cada papel componente.
Resistencia a la tensión	Es la mayor resistencia que ofrece un área conocida de papel (ancho por calibre) a ser traccionada por una fuerza externa; como el calibre no es homogéneo ni el papel se comporta bajo una condición de volumen constante, no es posible determinar un factor proporcional de elasticidad (módulo de elasticidad), pero sí el máximo esfuerzo y elongación, que es el cambio de dimensión en dirección de la fuerza aplicada.
Rugosidad/lisura	Esta propiedad indica el tiempo requerido para hacer pasar una cierta cantidad de aire entre una superficie plana específica y una lámina de papel paralela a la superficie, bajo condiciones establecidas de presión. Esta propiedad es fundamental en la capacidad de los liners a ser impresos y depende del proceso de acabado de la hoja en la máquina de papel.
Sentido longitudinal <i>Machine Direction</i>	Dirección del papel o cartón, correspondiente a la dirección de desplazamiento de la hoja en el curso de fabricación en la máquina.
Sentido transversal <i>Cross Direction</i>	Sentido perpendicular al sentido longitudinal.

<i>Serigrafía</i>	Proceso de impresión en plano, que emplea una pantalla de seda o una tela metálica muy fina que deja pasar la tinta a través de las casillas libres, bajo el efecto de una rasqueta.
<i>Simple cara</i> <i>Simple face</i>	Término inglés que se emplea para designar el cartón corrugado compuesto por un liner y un medium unidos con pegamento. También se emplea para designar al grupo de máquinas de la corrugadora que sirve para fabricar cartón simple cara.
<i>Slotter</i>	Término inglés que se emplea para designar la máquina de transformación que realiza el ranurado de las solapas y el hendido de las líneas de plegado de la plancha de cartón ondulado, en el sentido paralelo a los canales.
<i>Slotter impresora</i>	Slotter unida a grupos de impresión tipográfica o flexográfica.
<i>Tipografía</i>	Término genérico que designa la impresión efectuada mediante la transferencia de tinta con los caracteres en relieve. Esta técnica se basa en el mismo principio que la flexografía, pero utiliza tintas de secado lento.
<i>Trim</i>	Ancho de una tira refilada de papel o cartón.
<i>Triple onda</i>	Cartón ondulado compuesto por tres ondulados y 4 caras, dos de ellas interiores.
<i>Troquelado</i> <i>Die Cut</i>	Acción destinada a cortar un material siguiendo el contorno de un dibujo. Operación de transformación que comprende el troquelado y hendido de una plancha de cartón. Se emplea un dispositivo plano o cilíndrico (troquel) que lleva cuchillas.

Apéndice B: Reporte de Producción y Eficiencia Operativa.

	Producción	Día	Productividad	Mes
Corrugadoras:				
Corrugadora I	m ²		m lin/min	
	m lineales		m ² /turno	
	m lin/min		m ² /arreglo	
	toneladas		arreglos/turno	
	ancho		ancho promedio	
	no. arreglos		downtime	
Corrugadora II	m ²		m lin/min	
	m lineales		m ² /turno	
	m lin/min		m ² /arreglo	
	toneladas		arreglos/turno	
	ancho		ancho promedio	
	no. arreglos		downtime	
Corrugadora III	m ²		m lin/min	
	m lineales		m ² /turno	
	m lin/min		m ² /arreglo	
	toneladas		arreglos/turno	
	ancho		ancho promedio	
	no. arreglos		downtime	
Conversión:				
Flexográfica A	m ²		m ² /turno	
	láminas		lám/hr. total	
	lám/hr. total		lám/arreglo	
	área promedio		área/lámina	
	no. arreglos		downtime	
	Flexográfica B	m ²		m ² /turno
láminas			lám/hr. total	
lám/hr. total			lám/arreglo	
área promedio			área/lámina	
no. arreglos			downtime	
Flexográfica C		m ²		m ² /turno
	láminas		lám/hr. total	
	lám/hr. total		lám/arreglo	
	área promedio		área/lámina	
	no. arreglos		downtime	

Desperdicio (acumulado actual)		
Concepto	% respecto a consumo	Kg.
Trim		
Otro desp. contr.		
Total desp. contr.		
Desp. cliente		
Total desp. Planta		

Consumo de Almidón (gr/m ³)			
	Día	Mes	Año
Corrugadora I			
Corrugadora II			
Corrugadora III			

Total embarcado			Horas Hombre/embarcado	
Embarque	M ²	Tons	HH/miles m ²	HH/tona
Día				
Mes				

	Producción	Día	Productividad	Mes
Troqueladora 1	m ²		m ² /turno	
	láminas		lám/hr. total	
	lám/hr. total		lám/arreglo	
	área promedio		área/lámina	
	no. arreglos		downtime	
Troqueladora 2	m ²		m ² /turno	
	láminas		lám/hr. total	
	lám/hr. total		lám/arreglo	
	área promedio		área/lámina	
	no. arreglos		downtime	
Troqueladora 3	m ²		m ² /turno	
	láminas		lám/hr. total	
	lám/hr. total		lám/arreglo	
	área promedio		área/lámina	
	no. arreglos		downtime	

Bibliografía

Bibliografía.

DEL VALLE, Mario. Memoria Estadística 1996.

Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y el Papel. México, 1996.
p.p. 5, 8, 11, 15-16, 29-44, 65, 74-76.

DEL VALLE, Mario. Memoria Estadística 1997.

Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y el Papel. México, 1997.
p.p. 4, 5, 14, 29, 32, 33, 35, 36.

Enciclopedia Barsa.

Ed. Encyclopaedia Britannica, México, 1980. 16ª. Edición.
Tomo 11, p.p. 320.

FISCHER, Stanley, et al. Economía.

Ed. Mc Graw Hill. México, 1990. 2ª. edición.
p.p. 177-180.

GARCIA PELAYO, Ramón. Diccionario Larousse Manual Ilustrado.

Ediciones Larousse. México, 1982. 13ª. edición.
p.p. 787.

KOTLER, Philip y ARMSTRONG, Gary. Mercadotecnia.

Ed. Prentice Hall. México, 1996. 6ª. edición.
p.p. 346-349.

LAUDON, Kenneth y LAUDON, Jane. Management Information Systems.

Ed. Prentice Hall. Estados Unidos de América, 1996. 4ª. edición.
p.p. 17, 572-574.

MARTIN, Jorge. Production Operation Management.

Universidad Panamericana, México, 1995.

p.p. 4.

RESNICK, Marc. Performance and Productivity Measures in the 21st. century.

Florida International University, Estados Unidos de América, 1997.

p.p. 1.

SALVENDY, Gavriel. Handbook of Industrial Engineering.

Ed. Wiley. Estados Unidos de América, 1992. 2ª. edición.

p.p. 54-55.

SCHETTINO, Macario. Economía Contemporánea.

Ed. Interamericana, México, 1996. 2ª. edición.

p.p. 77.

SCHROEDER, Roger G. Administración de Operaciones.

Ed. Mc Graw Hill. México, 1992. 3ª. edición.

p.p. 719.