



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE INDICES DE  
PRODUCTIVIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCION INTERMITENTE  
(CASO REAL)**

# **Tesis Profesional**

**Que para obtener el Título de  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**p r e s e n t a n**

**CARLOS ANTONIO SOLORIO GARCIA  
VITTORIO COLOMBO AIROLDI  
LUIS ANTONIO BENAVIDES HUERTO**

**DIR. ING. ADOLFO VELASCO REYES**

**México, D. F.**

**1984**



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.

# I N D I C E .

## CAPITULO I. Pág.

### INTRODUCCION

A.- Objetivo del Trabajo y Justificación del Tema.	1
B.- La Industria en México	3
C.- El Enfoque de Sistemas	5
D.- La Tecnología de Grupos	7
E.- Los Diagramas de Ishikawa o Causa - Efecto	8
F.- Los Indices de Productividad	10

## CAPITULO II

### El Enfoque de Sistemas en una Empresa Metalmeccánica

A.- Introducción	11
B.- Aspectos Generales	11
C.- Información del Sistema	16
D.- Descripción del Sistema	16
E.- Diseño del Sistema	22
F.- Conclusiones	30

## La Tecnología de Grupos

A.- Introducción	33
B.- Aspectos Generales	33
C.- Bases de la Tecnología de Grupos	35
D.- La Empresa y la Tecnología de Grupos	41
E.- Facilidades para la Introducción de la Tecnología de Grupos en la Empresa.	49
F.- Que se espera de la Tecnología de Grupos en la Empresa	51

## CAPITULO IV

## Diagramas Causa - Efecto (ISHIKAWA)

A.- Introducción	52
B.- Los Diagramas	53
C.- Bases de los Diagramas Causa-Efecto	55
D.- El Diagrama Causa-Efecto en la Empresa.	60

CAPITULO V

Pág.

Indices de Productividad

A.- Aspectos Generales 67

B.- Los Indices de Productividad 69

C.- La Productividad de la Empresa 70

D.- Conclusiones 93

CAPITULO VI

CONCLUSIONES 97

BIBLIOGRAFIA. 103

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### A.- OBJETIVO DEL TRABAJO Y JUSTIFICACION DEL TEMA.

Los trabajos relativos a Ingeniería Industrial y Administración modernas, se encuentran - comúnmente fragmentados en temas muy específicos y en gran variedad de documentos, que van desde revistas especializadas, hasta extensos volúmenes con verdaderos tratados sobre el tema, además, algunos de estos documentos, se encuentran en inglés dificultando su difusión en el medio ingenieril y empresarial. Estos trabajos, suelen ser demasiado extensos o tan solo esbozan el tema, de tal forma, que obstaculizan una comprensión clara para una aplicación real, y si se pretende aplicar varias de estas técnicas modernas en un proyecto, obligan, a los realizadores del mismo, a emplear buena parte de su tiempo en compilar los documentos que contienen estas técnicas, y algunas veces de traducirlos y resumirlos. Por esta razón el objetivo de este trabajo es presentar algunos de los temas modernos de Ingeniería Industrial, integrados en un solo volumen con una síntesis de la Teoría necesaria para la comprensión de cada tema a guisa de enfoque fundamental, se expone también la aplicación y los pasos requeridos para la aplicación en la empresa estudiada y se indica la metodología para llevarse a cabo. Hemos considerado -

importante el integrar estos conceptos y el detallar la metodología necesaria, para aplicarlos dentro de un marco sistémico y de esta forma contribuir al desarrollo de la Ingeniería Industrial Mexicana.

La exposición se ha tratado de hacer clara y concisa de tal manera de lograr un trabajo -- práctico y que funcione para fines prácticos.

Los problemas del mundo moderno constituyen - un gran reto, la dinámica empresarial requiere gente dinámica con conocimientos dinámicos, de tal suerte que las técnicas modernas ocupan un papel preponderante en la vida económica actual, por ésto, la gente relacionada con la actividad empresarial requiere digerir rápidamente los conocimientos nuevos para poderlos aplicar igualmente rápido, siendo éste uno de los fines del presente trabajo.

## B.-LA INDUSTRIA EN MEXICO

La actividad industrial de una nación, representa en gran medida la riqueza de su economía, y su crecimiento se vincula con la expansión económica del país. De hecho en la economía mundial, se han dividido las naciones en industrializadas o desarrolladas y subdesarrolladas o del tercer mundo, tal diferenciación obedece al desarrollo industrial de cada país, es decir al volúmen de productos manufacturados que elabora.

Los países desarrollados se caracterizan por tener gran cantidad de fábricas y de aplicar generalizadamente la ciencia y tecnología a todas las ramas de la actividad económica, - educación, banca, seguros, hospitales, agricultura, etc., - los niveles de vida que ofrece a su población son sensiblemente más elevados -- que el resto de las naciones y mantienen elevados sus niveles de productividad, siendo éstas algunas de las características de estos países.

Por el contrario, las naciones subdesarrolladas, tienen relativamente poca actividad industrial algunos sectores de su actividad económica emplean tecnología arcaica - agricultura, educación hospitales, etc., - tienen grandes concentraciones urbanas y es donde se tienen todos los servicios. Los niveles de vida son generalmente - bajos agudizándose más en provincia y se tienen bajos niveles de productividad.

Uno de los factores decisivos para sanear la crisis de la Industria Mexicana es elevar



la productividad, por esta razón debemos destinar mayores esfuerzos para analizar y elevar - el rendimiento de todos los factores que intervienen en el proceso productivo.

La industria que se ha tomado para analizar en este trabajo, fabrica partes de bicicleta. La bicicleta ha sido empleada con fines de esparcimiento, desde el velocípedo hasta las actuales bicicletas que se emplean en torneos de velocidad. Pero debe señalarse que la bicicleta también se emplea como herramienta de trabajo en: la distribución de comestibles, correspondencia refacciones, etc. Es decir, la bicicleta es -- parte importante de la operación empresarial; -- es un bien de capital que desempeña un papel -- considerable en la rama de transportes.

Con esta empresa se desarrolla todo el trabajo que puede servir como guía para el desarrollo de análisis de sistemas en otras empresas.

### C.- EL ENFOQUE DE SISTEMAS

Este siglo ha presenciado enormes progresos en los dominios de la ciencia y la tecnología, -- acompañados por una explosión en la actividad industrial, ésto ha provocado una creciente -- complejidad en la operación empresarial, pero también ha proporcionado mayores niveles de vida de la sociedad moderna, pues ahora contamos con bienes y servicios, que nuestros antepasados sólo conocían en novelas de ciencia ficción o en su imaginación, el actual adelanto nos -- permite satisfacer una gama infinita de necesidades, algunas de las cuales nacieron con el -- propio progreso científico y tecnológico.

Uno de los factores determinantes del actual -- grado de desarrollo, es debido a lo que se ha llamado la tercera revolución industrial, ubicando a la primera o revolución agrícola, con el surgimiento del cultivo de terrenos, desplazando a las comunidades dedicadas a la simple recolección de frutos, la segunda revolución industrial, nace con la aparición de la máquina de Watt en el siglo XVIII, y la tercera es la revolución de la información también conocida como edad de la cibernización en la que la -- difusión de la información es incontrolable -- pues se diseñan equipos específicos para procesar, almacenar y difundir información a gran -- escala, la información permite la actuación de sistemas que se autocontrolen e inclusive observen comportamiento tales como el auto-aprendizaje. La proliferación de la información proporciona una sólida base en: la toma de decisiones

del mundo empresarial, un avance de gran importancia en el campo educativo y un profundo cambio en la estructura social y económica de nuestra civilización, por esta razón, la información puede ser un gran aliado del progreso humano, o un enemigo sobre el cual no se ejerza control alguno, y nos conduzca a un caos creciente, en el que nos encontremos ahogados en una cantidad infinita de información, y con esto tendríamos que la Tecnología señala el rumbo de nuestro futuro en lugar de que nosotros definamos hacia donde dirigirnos. Esto nos obliga a emplear enfoques analíticos acordes a la creciente complejidad científica y tecnológica y olvidar la idea tradicional con que resolvíamos la problemática de nuestro mundo: La mecanicista. Es el momento de sacar la ciencia de las aulas y centros de investigación puesto que es la única arma poderosa con que podemos enfrentar la dinámica de los problemas actuales.

Al hablar de información no sólo hacemos referencia al lenguaje común y corriente que empleamos los seres humanos, pues están incluidas -- las comunicaciones que se establecen entre hombre - hombre, hombre - máquina, máquina - máquina y la variedad de combinaciones que han surgido como resultado del avance tecnológico, evidentemente las herramientas comunes y corrientes de análisis resultan pobres para comprender y mejorar el funcionamiento de estos sistemas, ya que el problema no se reduce a deducir una herramienta de análisis, sino experimentar un cambio radical en la comprensión del mundo que

nos rodea ésto es, "ver" nuestros problemas, con un concepto que está íntimamente ligado con la - revolución cibnética y que, marca la pauta para continuar en un ritmo de expansión, hablamos del enfoque de sistemas, tema del capítulo II de este trabajo. El enfoque de sistemas ha adquirido tal ímportancia que de no haberse desarrollado, - hubieramos sufrido una crisis en el avance de -- nuestra civilización, por esta razón, este tema es lectura obligatoria del hombre de negocios, - el científico y el analista y parte de la formación del Ingeniero Industrial, quien para resolver satisfactoriamente los problemas actuales requiere integrar sus conceptos y técnicas a través -- del enfoque de sistemas. El trabajo no es fácil - pues impone un cambio en la forma de analizar -- los problemas, aun así, el paso está dado y debe mos seguir adelante.

#### D.- LA TECNOLOGIA DE GRUPOS

Han sido muchos y muy variados los esfuerzos -- orientados al análisis de fábrica, tanto por la parte de Administración de la Producción como en diseño de equipos modernos, pero la mayor parte de estos esfuerzos han sido aislados y por lo -- mismo muchos de los beneficios esperados se han desvanecido, puesto que generalmente en el diseño de los equipos se tiende a altos niveles de - automatización lo cual dificulta el integrar estos sistemas aun con los más grandes esfuerzos - por parte de la Administración de la Producción, ésto porque los diseñadores de equipo comunmente no consideran las condiciones de fábrica, una labor que, evidentemente , es en alto grado complicada.

Está problemática la toma la Tecnología de Grupos

pues integra el equipo de la empresa con el proceso productivo, a través de la formación de células de fabricación -constituidos por equipos-- y familias de partes formadas por los productos- que se manufacturan y soportado por un sistema - de clasificación y codificación, aspectos que se describen con detalle en el capítulo III.

Tradicionalmente, la Administración de la Producción ha sido una labor que ha desempeñado el -- Ingeniero Industrial y de hecho, la Tecnología - de Grupos había sido considerada como una buena- práctica de Ingeniería Industrial, sin embargo, - con la proliferación desatada de equipos altamente automatizados y sobre todo, la gran necesidad de elevar los niveles de productividad de las -- industrias, conducen a que la Tecnología de Grupos sea considerada una Técnica formal, que se haga una práctica generalizada de ella y que sea conocida y aceptada por los directivos de las empresas.

#### E.- LOS DIAGRAMAS DE ISHIKAWA O CAUSA - EFECTO

La actividad de análisis de sistemas ha sido considerada como un arte, pues es un hecho común, el escuchar comentarios acerca de las acertadas decisiones de un administrador, o las valiosas recomendaciones de un analista de sistemas, estos hechos hacen reflexionar a las personas relacionadas con la función empresarial, de tal suerte que se piensa que estos personajes han adquirido su habilidad en largos años de experiencia empresarial,-

opinión no del todo válida, en virtud de que los actuales administradores y analistas tienen sustentada su actuación en los negocios, en una sólida base conformada por técnicas modernas de administración y con este acervo están preparados para el constante cambio y los continuos retos de nuestro mundo moderno.

El Ingeniero Industrial, para desempeñar sus labores, hace uso extendido del análisis de sistemas, condición impuesta por los problemas actuales; en el enjambre de problemas en que está inmerso, se hace preguntas como: ¿qué problemas resolver? --- ¿cuáles debe resolver primero y cuáles después? - ¿cuánto tiempo debe invertir en solucionar un problema? ¿cuáles son las fronteras de un proyecto - para resolver algún problema en específico?. Podrá notarse que no siempre es sencillo resolver estas interrogantes y que antes de emplear alguna Técnica, deben resolverse las preguntas anteriores. -- Una técnica de gran efectividad en este problema son los diagramas causa - efecto que es una ayuda visual en la que se señalan: el problema a resolver, la fecha del análisis, las causas asociadas al problema, con factores generales y el detalle correspondiente y los efectos con sus elementos principales y su detalle. Con esta herramienta se resuelven la mayoría de las cuestionantes acerca de los problemas a resolver, e indican el camino correcto al analista de Sistemas y al administrador en las complejas tareas empresariales.

Esta técnica se encuentra desarrollada en el capítulo IV en el que se muestra una metodología de ocho pasos y la aplicación a la empresa en estudio

#### F.- LOS INDICES DE PRODUCTIVIDAD

La medición de la productividad ha sido motivo de grandes estudios dirigidos a conocer los factores determinantes de ésta y la forma de elevarla. Es una práctica común el medir la productividad aisladamente, esto es, no se involucran todos los determinantes en ésta y como consecuencia, no se tiene un dato real de la misma.

En el capítulo V se analizan los índices para medir la productividad y se aplican a varios factores que en este trabajo se consideran decisivos, adicionalmente, estos índices pueden ponderarse de tal manera que reflejen el rendimiento en relación a un período dado, que puede ser del pasado o del propio período en análisis. Estos índices se han ocupado generalmente en economía, para el calculo de índice de precios al consumidor, índice de desempleo, índice de costo de la vida, etc. Estos números índice son: Índice de Laspeyres, Índice de Paasche, Índice Ideal de Fisher e Índice de Marshall - Edgeworth. Con el empleo de estos índices se tiene gran versatilidad de acuerdo al uso que vaya a dársele, ya que pueden relacionarse o ponderarse con datos del período deseado por el analista.

## CAPITULO II

### EL ENFOQUE DE SISTEMAS EN UNA EMPRESA METALMECANICA

#### A - INTRODUCCION

Considerando la importancia del Enfoque de Sistemas como metodología de análisis, citado en el capítulo anterior, iniciamos en este capítulo, nuestro estudio aplicando los conceptos del Enfoque de Sistemas.

Como se ha mencionado, la Teoría de Sistemas, no se reduce a ser una herramienta de análisis, sino que es una filosofía de trabajo, una revolución en la comprensión de problemas actuales es decir, amplía y renueva nuestra inserción en todos los sistemas que conforman el mundo moderno. Es una perspectiva totalista en la que se incluyen todas las partes inter-actuales de un sistema considerado.

#### B- ASPECTOS GENERALES

La lista de estudiosos del Enfoque de Sistemas, es a la fecha interminable y día con día se ve incrementada, habida cuenta de la diversidad de acepciones del Enfoque Sistémico, no podemos inferir que exista "una mejor definición" por lo que consideramos más conveniente desarrollar una, como un consenso de las ideas más comúnmente expuestas.



Algunas de las definiciones mas notables y difundidas -entre otras- son de los señores C. West Churchman, -Ludwig Von Bertalanffy y Rusell L. Ackoff, las que a continuación enunciamos:

- El Sr. C. West Churchman define al Sistema como el conjunto de partes coordinadas para lograr un conjunto de metas y objetivos.
- El Sr. Rusell L. Ackoff, señala que un Sistema es - un conjunto de dos o más elementos interrelacionados de cualquier especie.
- El Sr. Ludwig Von Bertalanffy nos manifiesta que un Sistema puede ser definido como un complejo de elementos inter-actantes

El término Sistema ha sido empleado desde varias décadas atrás con la concepción que aquí utilizamos. Sin embargo la voz "Sistema" se asocia comunmente con Hardware y Software de computadoras e investigación de operaciones, debido, en parte, a que tanto la aplicación de las computadoras como de los modelos de investigación de operaciones han impulsado a ritmo vertiginoso y ha dado sólida base al Enfoque Sistémico. Esta asociación ha perdido sentido, pues el campo de acción de la Teoría de Sistemas es practicamente ilimitado, - lo que ha dado origen a campos de estudio tales como la Iatrofísica, a conceptos tales como el isomorfismo científico y la equifinalidad, por mencionar algunos, lo que ha propiciado que ahora consideremos la economía de una nación como un Sistema compuesto por subsistemas, la operación empresarial como resultado de la actividad de sus subsistemas, la fisiología humana como producto de la actividad de sus componentes, en forma tal que para comprender y analizar la economía nacional, la operación empresarial y la fisiología

humana, debemos efectuarlo a través del Enfoque Sistémico. Así, en el campo de los negocios, el análisis - de las unidades departamentales de una organización, para incrementar la productividad o cualquier otro - fin que se persiga, debe llevarse a cabo con la concepción de sistemas en mentes, y en general, la solución a situaciones problemáticas debe plantearse - igualmente en el esquema sistémico.

Por el sentido pragmático del Trabajo hemos considerado el modelo de C. West Churchman para identificar a un sistema y que a continuación se muestra.

- S lease como sistema -

- a) S debe ser una entidad Teleológica (debe tener objetivos y opciones)
- b) S debe poderse medir en su actuación y su desempe<sub>ñ</sub>o.
- c) Debe haber un cliente, un tomador de decisiones y un diseñador.
- d) S debe tener medio ambiente
- e) S debe tener componentes Teleológicos
- f) El diseñador debe tener intenciones éticas
- g) S debe ser estable

Con base en los puntos anteriores, podemos decir que un sistema es una colección de componentes (misiones) que pueden inter-actuar en forma coordinada o no -- coordinada y que persiguen un fin.

El concepto componente obedece a un papel específico-dentro del marco sistémico, pues la identificación de componentes, es considerando la misión que debe ejecutar éste en el ámbito del Sistema.

De esta manera un componente no siempre se encuentra perfectamente definido como una entidad bien delimitada ni física ni organizacionalmente, pues una misión-puede involucrar la actividad de diversas unidades de una empresa - en el caso de un problema de negocios-sin que necesariamente se encuentre reflejado en el -organigrama de la institución.

De nuestra definición podría deducirse que existe una discordancia al decir que los componentes pueden actuar en forma coordinada o no coordinada, pero es evidente que la economía de una nación, siendo un sistema, puede tener poco o nula coordinación entre sus componentes, es decir, una economía nacional en crisis sigue-siendo sistema, aunque exista una desarticulación entre los factores de la producción, sin que por esto -la Teoría de Sistemas pierda su significación. Juan -Prawda cita "Todo sistema tiene componentes e interacciones entre los mismos. Algunas interacciones son -controlables, mientras que otras no lo son". Con esta premisa es de gran importancia señalar que la no coordinación no es homónimo de no interacción, pues dos-componentes o subsistemas pueden estar inter-actuando sin que ésto implique una coordinación en términos de los fines del sistema, es decir están inter-actuando-sin control esos componentes.

Analícemos mas a fondo el caso, con una compañía oferente de servicios, por ejemplo, un despacho de asesoría en promoción y publicidad; comunmente en todas -- las organizaciones existen funciones bien definidas, -que pueden agruparse en unidades departamentales bien

delimitadas, o bien realizarlas un mismo grupo de personas, ésto en función de las dimensiones de la empresa, estas funciones son:

Producción, Ventas y Finanzas. Las actividades típicas de Producción son producir, transformar u obtener el bien o servicio que ofrece la compañía. En Ventas se llevan a cabo las actividades relativas a la comercialización de los productos de la empresa y labores tales como el control de la fuerza de ventas, estimación de las metas de ventas para periodos futuros, etc. En Finanzas se llevó a cabo el control del capital de la empresa, la planeación financiera, así como el registro contable derivado de la operación de la misma, entre otras.

Sucede entonces que los objetivos departamentales -- son producto de una fragmentación del objetivo esencial del Sistema general - la empresa -, así, nos encontramos que producción tan solo, persigue producir de acuerdo al plan de producción maestro que se ha establecido, descuidando el impacto que tiene su actuación con relación al servicio a clientes y que -- comunmente argumentan que es labor de la unidad de Ventas. Es decir en las empresas se plantean objetivos "Funcionales" y no por Sistemas, lo que conduce a que la consecución de los planes establecidos por la Dirección son divididos en unidades funcionales, propiciando que estos planes se vean grandemente --- afectados por la frecuente rivalidad entre las unidades organizacionales de la empresa.

Si consideramos que uno de los objetivos derivados - del objetivo primordial de la empresa es el de incrementar los volúmenes de producción y consiguiéramos-

que esta meta se administrara como sistema, en lugar de particionarla para dar a cada departamento las -- actividades que le corresponden de acuerdo a sus fun ciones, llegaríamos a lo que llamamos "Coordinación entre los componentes del sistema", de esta manera la unidad de Finanzas contaría con un sistema de registro-contable que facilitara este fin; Ventas apoyaría -- con sus actividades esta meta y si lográramos la generalización de esta coordinación para todos y cadauno de los objetivos institucionales, tendríamos un-sistema coordinado en función de sus objetivos, y su interacción sería entonces controlada.

#### C - Información del Sistema

Es claro que el diseño o rediseño de un sistema debe realizarse ceñido al "deber ser" por lo que esta actividad tiene como premisa identificar el sistema a plantear o replantear, y enunciar el "deber ser" que en el argot de sistemas se conoce como Sistema Idealizado.

Comencemos con la identificación del sistema: se tra ta de una empresa industrial del ramo metalmeccánico, fabrica partes para bicicletas tradicionales, de carrera y de turismo. Es una empresa de tipo familiar, es decir, la administración la presiden los miembros de una misma familia. El diagrama conceptual de fabricación se muestra en la figura 1.

#### D.- Descripción del Sistema

Para un análisis de sistemas es necesario contar con una descripción detallada que nos permita identificarlo. Un modelo relativamente defundido es el de -- C. West Churchman y que consiste en la conceptualiza ción del sistema a través de los cinco puntos siguientes.

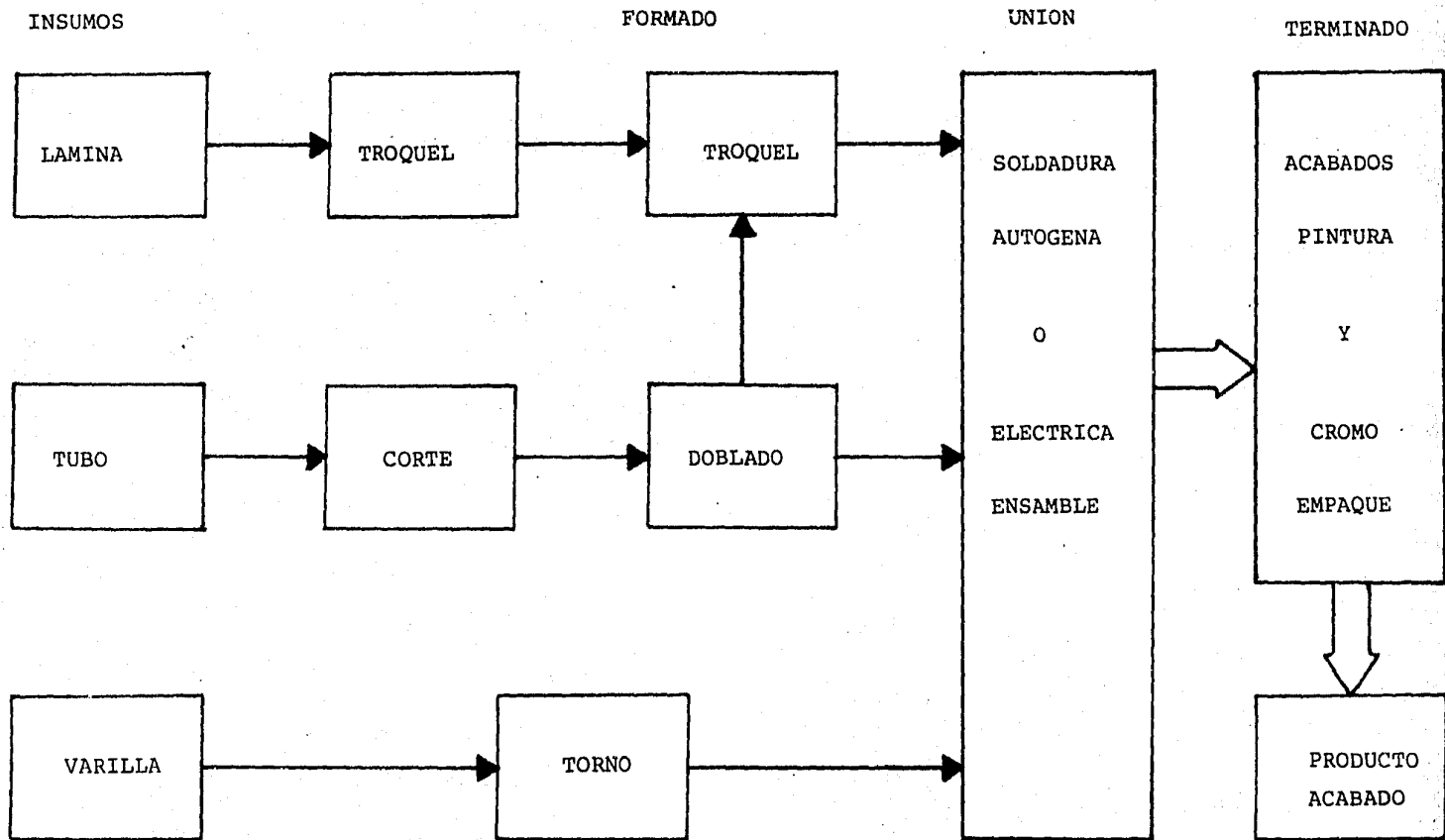


Figura 1.- los insumos básicos para la fabricación de partes de bicicletas son lámina varilla y tubo, como se muestra y los procesos básicos por los que pasan los productos son los mostrados (formado y unión).

## 1) OBJETIVO

Incrementar las utilidades netas y el crecimiento físico y de mercado de la empresa.

Las medidas de actuación se reflejan principalmente en los estados financieros.

## 2) MEDIO AMBIENTE

Está constituido por todos aquellos sistemas, - subsistemas y componentes que afectan el funcionamiento del sistema y no están bajo su control, de la misma forma las actividades del sistema - afectan el mayor o menor grado, a su medio ambiente.

La empresa forma parte de un sistema mayor que es el de la industria metalmeccánica, y más específicamente del sistema constituido por industrias que fabrican bicicletas y partes, siendo éste también parte del medio ambiente del sistema.

Se han considerado los siguientes factores como el medio ambiente del sistema:

- Mercado.- El precio del producto constituye uno de los factores que no es controlable por el sistema, puesto que se fija de acuerdo a la elasticidad del producto o inelasticidad -, es decir, a las fuerzas libres del mercado. La demanda del producto es otra variable no controlada por el sistema. Las políticas de comercialización de la competencia es otra variable más.

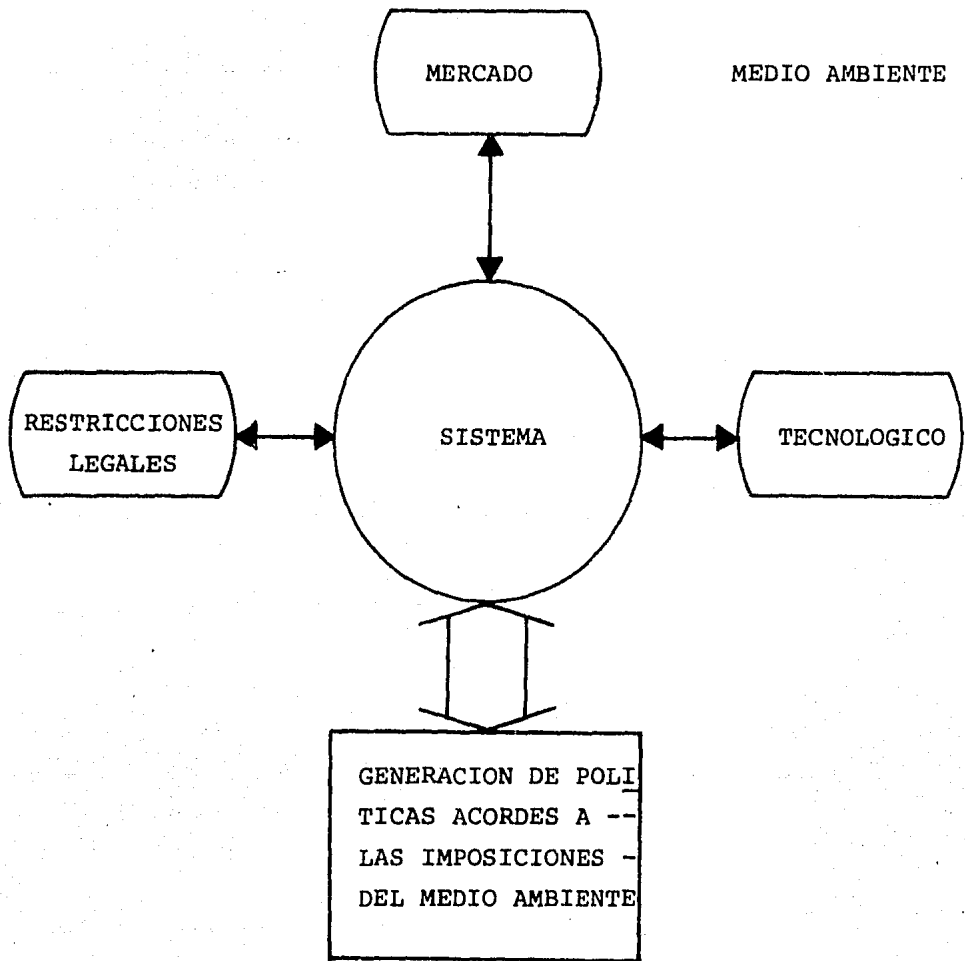


Figura 2.- El impacto del medio ambiente en el sistema es determinante, lo que obliga a la empresa a tomar políticas acordes con las restricciones de su medio ambiente.



Restricciones Legales.- Este factor es uno de los menos flexibles a que se encuentra sujeta la empresa por lo que es de gran importancia considerar el impacto que tiene en la dinámica empresarial. Las principales variables son las siguientes:

- . Política Fiscal
- . Contratos Colectivos y Política Sindical
- . Control de Precios
- . Aranceles de Importación.
- . Etc.

Avance Tecnológico.- Es un factor determinante en la industria de transformación, pues actualmente vivimos en una sociedad Tecnológica y por lo mismo la obsolescencia de una empresa o su retraso con relación a empresas altamente automatizadas, puede significar su desaparición del mercado industrial.

### 3) RECURSOS DEL SISTEMA

Como recursos del sistema debemos considerar todos los elementos tangibles o intangibles con que cuenta el sistema, como medio para el logro de -- sus objetivos. Hemos considerado los siguientes.

#### . Personal

Nivel de Capacitación

Iniciativa

Disponibilidad

#### . Capital

Materias primas (en proceso e inventarios)

Equipo  
Dinero  
Disponibilidad de apalancamiento financiero .

. Tiempo

Disponibilidad en tiempo de: dinero, equipo y personal

. Ubicación

Con relación al mercado actual y potencial con relación a la disponibilidad de mano de obra potencial.

Con relación a los proveedores o disponibilidad de materia prima y herramientas.

4) COMPONENTES DEL SISTEMA, SUS ACTIVIDADES, METAS Y MEDIDAS DE ACTUACION.

Los componentes del sistema se han considerado como misiones, de acuerdo al concepto de Churchman, y no obedece a alguna división organizacional, sino a entes Teleológicos, y son los siguientes:

- . Administración General
- . Administración de Ventas
- . Compra y Manejo de Materiales
- . Mantenimiento
- . Producción
- . Control de Calidad
- . Administración de Personal

La designación de los componentes es función de - los objetivos del sistema, pues se identifican pa - ra controlar sus medidas de actuación. (ver figu - ra 3).

#### 5) ADMINISTRACION DEL SISTEMA

Es la actividad que fundamentalmente genera los - planes para el sistema y coordina que se lleve a - cabo su ejecución. El vínculo con los componentes (misiones) es en la medida en que presentan una - desviación del plan establecido, es decir, ejerce un control para que se lleven a cabo los planes.- Adicionalmente evalúa los planes de actuación con la finalidad de planear el cambio de éstos, sien - do éste, un proceso continuo y perfectible, pues - los objetivos no son estáticos, ya que el sistema está en constante cambio.

Naturalmente, la identificación de desviaciones y la evaluación de los planes oportunamente, debe - estar apoyada en una información oportuna y preci - sa, por ésto, cada componente debe tener un meca - nismo de información, al menos, cuando se presen - ten las desviaciones de los planes a ejecutar, pa - ra que el administrador corrija la desviación o - si es recomendable, modifique los planes origina - les.

#### E.- DISEÑO DEL SISTEMA

Establecida la descripción del sistema, procedemos a enunciar el SISTEMA IDEALIZADO.

Continuando con la Metodología de Análisis de Sis - temas planteada por Churchman, el modelo ideal al que se quiere llegar, finalmente lo decide el to - mador de decisiones y el diseñador de sistemas -

propone el esquema, con el cual se llega a este sistema.

#### Modelo del Sistema Idealizado:

"Es un sistema en el cual cada uno de los componentes interactúe de tal forma que se auto controle el sistema total, para generar mayores beneficios en términos de:

- Utilidades
- Crecimiento (físico de la planta y del mercado)
- Desarrollo de Recursos Humanos (integrando en la medida de lo posible, los intereses individuales con los corporativos)"

Una vez diseñado el sistema idealizado debemos proceder a instrumentar los pasos necesarios para el logro del mismo.

Como se ha mencionado, los componentes (misiones) -- del sistema son los siguientes:

- 1.- Administración General
- 2.- Administración de Ventas
- 3.- Administración de Personal
- 4.- Compra y Manejo de Materiales
- 5.- Mantenimiento
- 6.- Producción
- 7.- Control de Calidad.

La integración de estos componentes es a través de la administración de sistemas, tal y como lo menciona Juan Prowda W. es requisito necesario el flujo de información para considerar a un conjunto de estructuras Sistema.

Haciendo referencia a los trabajos de Norbert Wiener y J. Rose sobre la Teoría de la información o Cibemética y la base de esta teoría, que es la retroalimentación de la información y el control, debemos tomarlo en cuenta como requisito para interactuar y autocontrolarse; es decir, que se conozca la medida de actuación de los componentes y pueda tomar el sistema una actuación de aprendizaje que lo conduzca al sistema idealizado. Esta condición impone la necesidad de generar información que indique como actúa cada componente y se dé la actividad de control. Hemos diseñado para tal efecto registros por escrito cuyo contenido más adelante se indica.

La eficacia de un sistema de información depende de los siguientes conceptos básicos.

1.- Ser oportuna

a tiempo de que se tome una decisión o acción correctiva

2.- Dirigida al puesto indicado

a quien tiene la facultad de tomar decisión o corregir el problema

3.- Fácil de leer, manejar e interpretar

que sea funcional

4.- Concisa

con la mínima extensión posible sin omitir información importante.

Los registros planteados informan acerca de la medida de actuación de cada componente, además se adicionan las funciones principales de cada componente, para ubicar nuestro marco de referencia, cabe mencionar

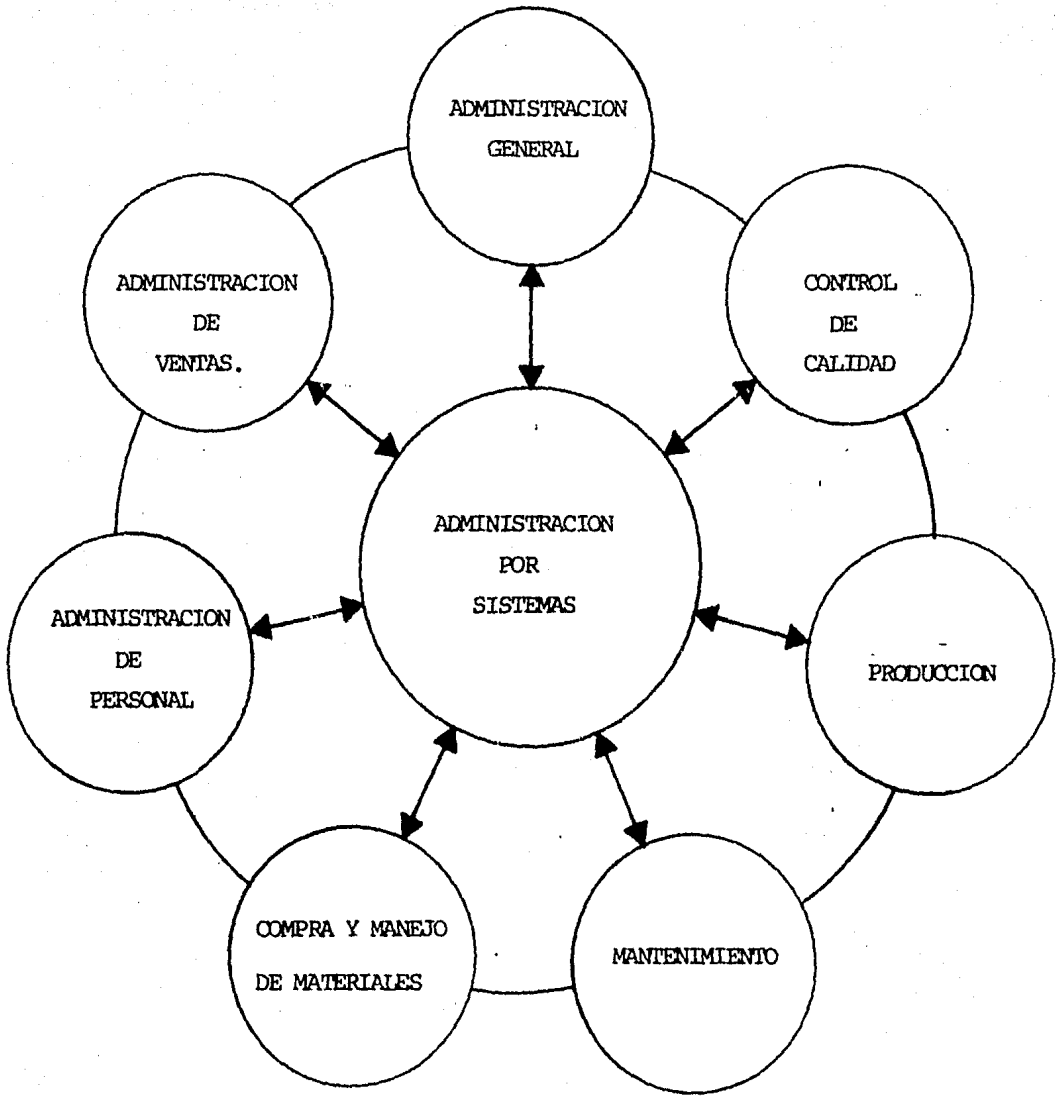


Figura 3.- La integración de los componentes es a través de la Administración por sistemas; las flechas indican el flujo de información para lograr la retroalimentación y con ésto el control.

que la administración de sistemas debe ejercerse en cada componente. A continuación se indican las funciones y registros de información por componente:

#### 1.- Administración General

- Funciones:
- . Asignar adecuadamente los recursos disponibles a cada unidad.
  - . Controlar el desempeño de todas las funciones con base en la información proporcionada por los componentes
  - . Revisar la capacidad de renovación Tecnológica de la empresa.
  - . Acuerdos con los subalternos para ejercer la actividad de supervisión.
  - . Generar planes empresariales
  - . Evaluar los planes originales
  - . Planear el cambio de los planes.
  - . Obtención de mejores resultados financieros como son:
    - a) Aumentar el índice de liquidez de la empresa sin sacrificar sus programas de inversión
    - b) Incrementar los activos fijos

**Información:** No existe un registro numérico específico para la administración general puesto que el carácter de sus funciones no es factible de medirse cuantitativamente con oportunidad, esto es, la identificación de desviaciones a la medida de actuación es más cualitativo que cuantitativo, por lo que depende de la sensibilidad de la Administración General el identificar las desviaciones y tomar las medidas correctivas.

## 2.- Administración de Ventas

**Funciones:** Desarrollar actividades relativas con la promoción, publicidad, venta y distribución de los productos.

**Información:** Comparación de volúmenes de ventas contra metas, en términos de dinero y artículos.

- . Registro promedio de ventas por -- artículo, en pesos y unidades.
- . Artículos demandados no surtidos - (nivel de satisfacción del mercado)
- . Promedio de tiempo para surtido de los pedidos (medición del tiempo - de respuesta desde el pedido hasta la entrega)
- . Encuesta con clientes sobre el ser\_vicio que proporciona la empresa.



- . Catálogo de clientes con volúmen de compra y condiciones de pago- (distribución de la cartera de - la empresa)

### 3.- Administración de Personal

Funciones: . Dirigir, desarrollar, capacitar- motivar y controlar al personal- con que cuenta la institución.

- Información:
- . Registro de ausentismo
  - . Registro de puntualidad
  - . Porcentaje de rotación del persona.
  - . Iniciativa (medida en una escala de buena, regular, mala)
  - . Medición de la capacidad técnica para el desarrollo de labores -- (medida en una escala de buena, - regular, mala)
  - . Programa de vacaciones (sistema- estacional y sistema programado)

### 4.- Compra y Manejo de Materiales

Funciones: . Comprar, coordinar, asignar y -- controlar los materiales que se- emplean para el proceso productivo.

- Información:
- . Estadística de tiempos de entrega
  - . Tiempo de entrega por proveedor
  - . Precios por proveedor
  - . Calidad, de materiales por proveedor
  - . Estadística de unidades rechazadas
  - . Control de inventarios (existencias mínimas y máximas, punto de reorden)
  - . Condiciones de cobro por proveedor
  - . Especificaciones de los materiales

#### 5.- Mantenimiento

- Funciones:
- . Planear y ejecutar el programa anual de mantenimiento preventivo
  - . Reparar equipo descompuesto

- Información:
- . Estadística de paro de máquinas
  - . Reporte mensual del operario sobre el estado de la máquina.

#### 6.- Producción.

- Funciones:
- . Planear, controlar y ejecutar los planes de producción.

- Información:
- . Comparar unidades producidas-  
contra metas.
  - . Comparación de los insumos con  
sumidos contra unidades produ-  
cidas.
  - . Informe de materiales en proceso

#### 7.- Control de Calidad

- Funciones:
- . Mantener el rango de calidad es-  
tablecido por la Administración  
General.

- Información:
- . Sistema Estadístico
  - . Encuestas (aceptación del pro--  
ducto por el mercado)

#### F.- CONCLUSIONES.

La información establecida en este diseño de sistemas es enunciativa y no limitativa, ésto es, puede ajustarse de acuerdo a la dinámica de las necesidades corporativas o a la propia actividad de aprendizaje del sistema.

La información de los componentes es útil para la Administración General y para los propios componentes, de tal manera, que éstos se auto-controlen y se auto-controlen el sistema total.

La información generada es aconsejable se comente en -  
juntas de trabajo de manera tal, que se logre la máxima participación de todos los componentes, en la evaluación de la misma y lograr su compromiso en la instrumentación de las correcciones.

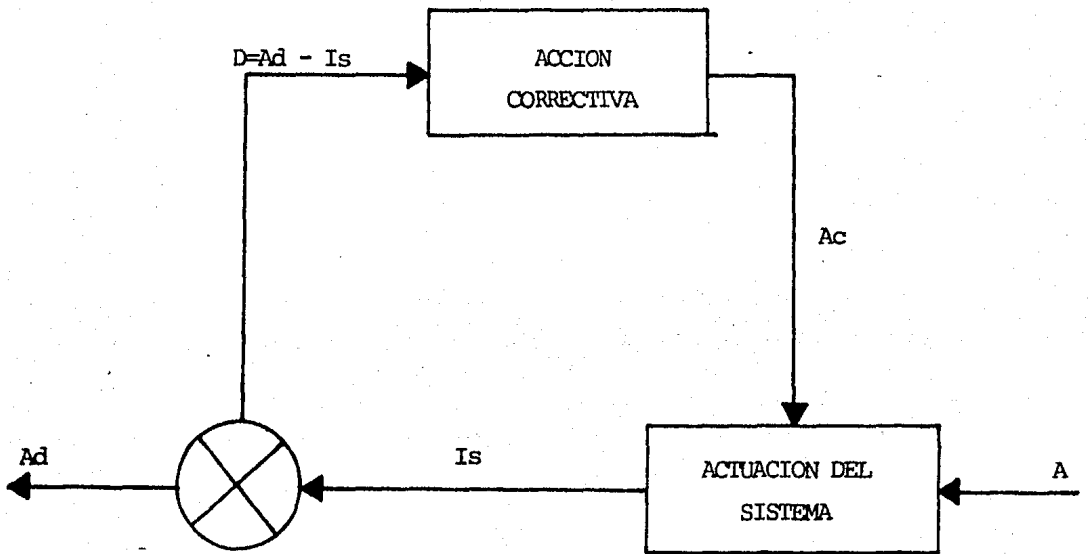


Figura 4.- La actividad de control forma parte del sistema y es la que define el auto-aprendizaje, las literales significan: Is-información del sistema (de los componentes) Ad- actuación deseada D- desviación de la actuación deseada y la información del sistema Ac- actuación correctiva y - A- ambiente del sistema.

La información financiera y contable es una actividad que ya está operando dentro del sistema por lo que no se considera en los componentes pues la información de éstos viene a complementar los datos financieros y contables para lograr un eficaz proceso de toma de decisiones.

Finalmente, los resultados del diseño de sistemas, coinciden con lo que el tomador de decisiones desea de la empresa, y no deben tomarse como un modelo general pues caeríamos en un grave error, puesto que el diseño de sistemas es función de las necesidades y circunstancias de cada sistema.

## CAPITULO III

### LA TECNOLOGIA DE GRUPOS

#### A.- Introducción

La aplicación de la Tecnología de Grupos ha sido practicada desde hace algunos años con bastante éxito, y si bien no se había identificado y formalizado como hoy en día, fue porque se consideraba como una buena práctica de Ingeniería Industrial. Sin embargo, las condiciones actuales a nivel internacional, y la creciente complejidad de la operación industrial, obligan a las industrias a emplear la Tecnología moderna como filosofía de fabricación, iniciándose con esto, una perspectiva de la productividad, en que ya no se considera en el contexto de la Ingeniería Industrial Clásica, -- puesto que aparece en un marco sistémico.

#### B.- Aspectos Generales.

La Tecnología de grupos cuenta con un vasto campo de acción en el ramo industrial, -- pues en una gran parte de las industrias mexicanas, reportaría notables beneficios y continuaríamos dentro de la dinámica Tecnológica y la creciente demanda de las economías modernas, que exigen mayor racionalización en el empleo de los recursos y mayores niveles de productividad. La Tecnología de Grupos se ciñe a estas condiciones -- como lo indica su objetivo:

"Incrementar la productividad de la operación industrial a través del aprovechamiento que se obtiene en la fabricación., considerando la igualdad o similitud de partes y procesos"

Los conceptos en que se basa la Tecnología de Grupos es la formación de familias de partes considerando sus formas geométricas o procesos de operación y constituyendo células de fabricación, que consiste en agrupar máquinas destinadas a efectuar labores comunes. La práctica de esta Tecnología, ha mostrado beneficios tales como:

- . Reducción del inventario en proceso
- . Simplificación de la actividad de Planeación y Control de la Producción.
- . Mayor aprovechamiento de Recursos Humanos y Equipo
- . Diversificación del Trabajo que ocasiona enriquecimiento y humanización del mismo.
- . Mayor estandarización de partes y procesos
- . Menor necesidad de capacitación a largo plazo.
- . Aumento de calidad
- . Menor diversidad de materiales
- . No requiere máquinas herramienta muy especializada.

## C.- BASES DE LA TECNOLOGIA DE GRUPOS.

Como se ha mencionado las bases sobre las que se sustenta la Tecnología de Grupos -- son:

- . La constitución de familias de partes
- . La formación de células de fabricación.

### I.- Familias de Partes.

Son un grupo de partes relacionadas, las cuales deben tener similitud geométrica o procesos similares de fabricación o ambos, es decir, emplear el mismo tipo de máquinas y de herramental.

El número de partes y su frecuencia de fabricación, debe ser tomado en cuenta, ya que éste influye en la programación, para la secuencia óptima y carga de máquinas. - La correcta selección de partes para la integración de familias, es la piedra angular para el eficaz empleo de la Tecnología de Grupos.

Los tres métodos básicos utilizados para formar familia de partes son los siguientes:

- . Búsqueda Manual
- . Análisis del flujo de producción
- . Sistemas de clasificación y codificación



BUSQUEDA MANUAL.- Es el método más simple pero limitado, pues pierde su funcionalidad cuando se trabaja con un gran número de partes, y su efectividad es función de la persona que lo realiza, pues el método es en alto grado subjetivo.

ANALISIS DE FLUJO DE PRODUCCION.- Consiste en un análisis sistemático acerca de la secuencia de operaciones que se hace a cada parte, identificando las máquinas y estaciones de trabajo -- por las que fluye. Las partes con operaciones y rutas comunes son identificadas y agrupadas como una familia de partes. Sin embargo, requiere que la compañía tenga hojas de ruta o diagramas de proceso o documentación suficiente acerca -- del proceso productivo y actualizada de acuerdo al proceso real de la planta. A través de este sistema no es necesario contar con un Sistema - de Clasificación y Codificación.

SISTEMAS DE CLASIFICACION Y CODIFICACION.- Un - Sistema de este tipo provee un medio efectivo - para clasificar las partes codificadas, que permitirá la formación de familias de partes, basados en los parámetros específicos del sistema - de codificación y clasificación empleados, siendo además la plataforma para el empleo de sistemas de fabricación por computadora. Estos sistemas de clasificación y codificación, adquieren gran importancia, -siendo decisivos en algunos casos - para la eficiente aplicación de la Tecnología de Grupos.

La voz clasificación aquí es empleada como un - arreglo de artículos dentro de grupos de productos, de acuerdo con algún principio o atributos del mismo, que obedecen a la similitud de partes y/o procesos de fabricación.

El término código lo utilizamos aquí como un -- sistema de símbolos que se emplean para el procesamiento de información, en el que generalmente se combinan letras y números para dar un significado o señalar algún atributo en específico.

En el esquema industrial es de gran auxilio el empleo de Sistemas de Clasificación y Codificación, no sólo para la Tecnología de Grupos, sino para actividades de control de inventarios y el empleo de sistemas computarizados.

## II) LA FORMACION DE CELULAS DE FABRICACION.

Se han manejado tradicionalmente tres tipos de distribución de planta de acuerdo al tipo de -- proceso productivo y que son:

- . En línea
- . Por funciones
- . Por grupos.

La organización de células de fabricación se basa en estas disposiciones de planta fundamentales, organizándolas de forma tal que se minimicen las demoras y se reduzcan los recorridos de transportación, por supuesto, con base en las - familias de partes que se van a manejar. Es aquí

donde adquiere una importancia decisiva el uso de un sistema adecuado de clasificación y codificación, o bien emplear el sistema de análisis de flujo de producción, donde ya se tengan plenamente identificados las operaciones comunes - y el tiempo requerido para cada una, empleando las herramientas tradicionales de Ingeniería Industrial.

Se ha mencionado la gran importancia que tiene el emplear los sistemas de Codificación y Clasificación, sin embargo, para emplear la Tecnología de Grupos eficazmente, requiere que el sistema de Clasificación y Codificación tenga alguna de las tres formas siguientes:

- 1.- Estructura de Dígitos Fijos (policódigo)
- 2.- Estructura Jerárquia (monocódigo)
- 3.- Estructura Combinada (multicódigo)

A continuación se describe brevemente cada una de las estructuras:

**ESTRUCTURA DE DIGITOS FIJOS.-** Este sistema tiene como finalidad dar una descripción de los atributos de lo que se esta clasificando, pues cada dígito nos indica información independiente del resto de los dígitos, también se le conoce como estructura de cadena o discreta.

Este tipo de estructura se adapta mejor a la -- producción en la que se requiere clasificación de herramientas para maquinaria, instrumentación etc.

Este sistema requiere clasificar todos los elementos en el código y esto nos conduce a emplear un gran número de dígitos, en vez de tener un código compacto como la Estructura Jerárquica, - esto representa una restricción en la funcionalidad de su empleo.

ESTRUCTURA JERARQUICA.- Este sistema se construye como los diagramas de árbol en que los dígitos están asociados unos con otros y cada dígito adicional amplía la información relativa al elemento que se está clasificando, es decir cada dígito depende de su dígito precedente y --- guarda cierta similitud con la estructura de -- los catálogos de cuentas contables tradicionales.

Tiene la ventaja de que se tiene un código compacto con una gran cantidad de información y puede relacionarse con formas geométricas, tamaños, - dimensiones, etc.

ESTRUCTURA COMBINADA.- Como su nombre lo manifiesta este sistema es una combinación de los - dos anteriores, es decir, emplea la asociación de dígitos para señalar cierta información y dígitos independientes para indicar otra información.

Debemos hacer hincapié, en que los sistemas de Clasificación y Codificación, no solo emplean - números, pues generalmente se manejan letras, - números, jeroglíficos y símbolos nemotécnicos.

La importancia de los sistemas de Clasificación y Codificación reside en los beneficios que nos brinda, y que a continuación se muestran algunos de ellos:

- 1.- Grandes facilidades para formación de familias de partes y células de fabricación.
- 2.- Base para la organización de la información relativa a diseño, dibujos, procesos y rutas de operación.
- 3.- Permite la racionalización en el diseño del producto.
- 4.- Facilita la estandarización de productos.
- 5.- Proporciona valiosa información para la estimación de requisitos de máquinas-herramientas.
- 6.- Facilita la racionalización del empleo de herramientas y la reducción de tiempos de producción.

Las condiciones que debe cumplir un sistema de Clasificación y Codificación, para que permita una satisfactoria aplicación de la Tecnología de Grupos se mencionan a continuación:

- 1.- Exhaustivo.- El sistema de Clasificación y Codificación, debe contener todas las partes existentes, sin omitir las partes nuevas que surjan.

- 2.- Mutuamente Excluyente .- El sistema de Clasi  
ficación y Codificación, debe asignar sólo -  
una codificación por parte, puesto que ningu  
na parte debe tener dos códigos, o dos par--  
tes, tener un mismo código.
- 3.- Basado en características específicas.- Debe  
sustentarse en atributos visibles y caracte-  
rísticas que no varíen.
- 4.- Orientado a las necesidades del usuario.
- 5.- Flexible.- Debe permitir cambios corporativos  
y Tecnológicos, así como permitir el creci--  
miento a futuro.
- 6.- Adaptable a la gestión por computadora.

#### D.- LA EMPRESA Y LA TECNOLOGIA DE GRUPOS

Se ha mencionado que la Tecnología de Grupos ha-  
bía sido considerada como una buena práctica de-  
la Ingeniería Industrial, y como tal, debe some-  
terse a una seria revisión acerca de la convenien  
cia de su aplicación, y en su caso, los pasos re  
queridos para una implantación satisfactoria. Al  
gunos de los factores que no deben pasarse por -  
alto en la evaluación son los siguientes:

- 1.- Estimar con bases concretas los costos que va a --  
ocasionar el desarrollar, implantar y operar  
un sistema de esta naturaleza.

- 2.- Estimar los ahorros reales que reportaría - el manejo de la Tecnología de Grupos en la empresa.
- 3.- Examinar cuidadosamente las condiciones de la institución para decidir la introducción de ésta técnica.

Dado que la empresa en estudio fabrica partes de bicicletas, procederemos a analizar las partes, y considerar las bases para introducir un sistema de Clasificación y Codificación, con -- objeto de formar las familias de partes y células de fabricación.

Los productos que maneja la empresa son:

- 1.- Cuadro de media carrera cromolux
- 2.- Cambio de velocidades
- 3.- Juego de freno
- 4.- Manubrio de turismo
- 5.- Disco Salvarrayo
- 6.- Disco cubrecadena.
- 7.- Manubrio yucatán
- 8.- Tijera AX cromada.
- 9.- Manubrio de turismo
- 10.- Tijera de media carrera
- 11.- Tijera impala
- 12.- Tijera texas
- 13.- Manubrio cross
- 14.- Tijera turbo
- 15.- Poste de asiento
- 16.- Cuadro cross

El primer paso, sería hacer una explosión de - cada uno de los productos, donde se identi-- quen partes que tienen el mismo valor agregado, y se agrupan de forma tal que se tengan opera-- ciones comunes para la formación de familias - de partes, las operaciones comunes que se han-- identificado por familia son los siguientes:

1.- PARA MANUBRIOS

- . Corte
- . Doblado
- . Punteado
- . Barrenado
- . Torneado
- . Pulido
- . Cromado
- . Troquelado (embutido, punzonado, cabecea  
do)
- . Galvanizado
- . Ensamble
- . Verificación

2.- PARA CUADROS.

- . Corte
- . Barrenado
- . Rectificado
- . Troquelado (embutido, punzonado, conifi--  
cado)
- . Fresado
- . Doblado
- . Soldado
- . Limado
- . Rimado



- . Decapado
- . Pulido
- . Cromado
- . Empapelado
- . Pintado
- . Ensamble
- . Verificación

### 3.- PARA TIJERAS

- . Corte
- . Soldadura
- . Rectificado
- . Troquelado (embutido, punzonado)
- . Barrenado
- . Pulido
- . Cromado
- . Roscado
- . Verificación

### 4.- PARA CAMBIO DE VELOCIDADES.

- . Corte
- . Troquelado (punzonado, marcado, enderezado, embutido)
- . Doblado
- . Machuelado
- . Rectificado
- . Limado
- . Barrenado
- . Avellanado
- . Cromado
- . Pulido

- . Ensamble
- . Pavonado
- . Galvanizado
- . Desbarbado
- . Torneado
- . Remachado
- . Verificación

#### 5.- PARA JUEGO DE FRENO

- . Corte
- . Doblado
- . Remachado
- . Torneado
- . Galvanizado
- . Barrenado
- . Roscado
- . Fresado
- . Machuelado
- . Ensamble
- . Troquelado (embutido, punzonado)
- . Verificación.

#### 6.- PARA DISCOS.

- . Corte
- . Troquelado (punzonado, embutido)
- . Pulido
- . Cromado
- . Machuelado
- . Galvanizado
- . Verificación.

## 7.- POSTE DE ASIENTO

- . Corte
- . Ensamble
- . Punteado
- . Pulido
- . Cromado
- . Verificación.

Hemos considerado que las familias de partes, pueden tomarse de las operaciones comunes que lleva cada producto básico o parte de los productos básicos.

Identifiquemos las células de fabricación.

Las actividades generales son las siguientes:

- Corte
- Doblado
- Barrenado
- Fresado
- Troquelado
- Ensamble
- Acabado
- Torneado
- Verificación

Cada una de estas actividades es realizada por un conjunto de máquinas, de las cuales pueden agruparse de acuerdo a la similitud geométrica, puesto que todas las partes pasan por estas actividades generales, la similitud geométrica -

en este caso se basa primordialmente en que se manejan tubos para cuadros, postes, manubrios y tijeras, así como varilla, la lámina se emplea para los discos cubrecadena y salvarrayo finalmente aunque no existe similitud geométrica si tienen operaciones comunes, los cambios de velocidades y los juegos de frenos. Las células de fabricación pueden constituirse con las 8 operaciones anteriores orientadas a las tres familias de partes que serían:

- Manubrios, cuadros, tijeras y postes
- Discos cubrecadenas y salvarrayo
- Juegos de freno y cambios de velocidades.

La introducción de este sistema en la empresa analizada requeriría el diseño de un sistema de clasificación y codificación del tipo combinado, en el que se incluyera como mínimo la siguiente información:

- . Configuración geométrica
- . Número de parte
- . Células de fabricación por las que pasa
- . Modelo o tipo
- . Materiales que emplea

El introducir la Tecnología de Grupos a través de un sistema de clasificación y codificación del tipo combinado proporciona las siguientes ventajas más sobresalientes:

- Se facilita la introducción de un sistema - computarizado
- Se facilita el control de materia prima, en proceso y producto terminado.
- Se facilita la planeación y control de la - producción
- Se facilita la programación del mantenimiento
- Se facilita la planeación para la introducción de nuevos productos y su programación a través de máquinas.
- Permite la estandarización de planes de producción
- Permite conocer fácilmente los procesos de producción y se puede tener los registros - relativos a cambios en estos procesos.

El diseño del Sistema de Clasificación y Codificación combinado que como se ha mencionado - incluye el sistema de dígitos fijos y el sistema jerárquico, es función de la situación de la empresa, y sobre todo de la posible introducción de una micro-computadora, por lo que ya - contando con el equipo, será necesario efectuar pruebas del Sistema de Clasificación y Codificación hasta que cumpla todas las condiciones - establecidas por lo que aquí sólo se exponen - las bases. Un diseño preliminar podría ser el - siguiente.

Las posiciones AB señalarían la estructura geométrica de la parte. Las posiciones CD indicarían los materiales empleados en la parte. Las posiciones EFGH informarían sobre los procesos de fabricación y las células de fabricación -- por las que pasa.

Las posiciones IJK manifestarían el modelo o tipo de la parte, finalmente las posiciones --- LMNO serían el número de partes.

Por supuesto que este diseño es perfectible, sin embargo, puede partirse de este prototipo para llegar al modelo óptimo a través de las pruebas mencionadas en los párrafos precedentes

E.- Facilidades para la introducción de la Tecnología de Grupos en la Empresa.

En la trayectoria del avance Científico y Tecnológico se ha evidenciado la resistencia al cambio por parte de la sociedad para aprovechar los beneficios de este avance, también se ha visto que finalmente este avance termina introduciéndose en nuestra civilización y formando parte de ella, sin embargo, en el caso específico de cada industria, no debe pensarse que la introducción del avance Científico y Tecnológico es resultado de la inercia, pues es necesario evaluar las ventajas y desventajas de --

introducir nuevas técnicas para que éstas se integren en el momento oportuno a la actividad empresarial.

En la empresa que nos ocupa es necesario evaluar factores de gran peso en la introducción de la Tecnología de Grupos tales como:

- . Saber si es el momento oportuno
- . Si lo desea la dirección
- . Si reporta mas ventajas que desventajas
- . Si es rentable

Para nuestra empresa resultaría beneficioso -- en este momento emplear la Tecnología de Grupos independientemente de un análisis mas exhaustivo, pues no conlleva una inversión fuerte en este momento, pues sólo requiere que un analista con conocimiento de la Tecnología de Grupos lo desarrolle, y las ventajas, que ya se han mencionado, superan en gran medida el esfuerzo requerido para su implantación. El primer paso sería trabajar con la dirección de la empresa en el sentido de hacerla conciente de: qué es, para qué sirve, cómo se emplea, quién se beneficia, etc., con la Tecnología de Grupos, es decir, que tenga una semblanza general de ventajas y desventajas de la Tecnología de Grupos -- así como de sus bases de operación y requerimientos indispensables.

De hecho la introducción de la Tecnología de Grupos en la empresa dependería de una conciencia de los beneficios potenciales por parte de los niveles superiores de la administración.

F.- Qué se espera de la Tecnología de Grupos -  
en la Empresa.

Como se ha señalado, vivimos en una época de -  
severa adversidad económica, los efectos de es  
ta situación, se han hecho patentes en todas -  
las empresas, algunas de las cuales han sobre-  
vivido, debido en parte, a su solidez económi-  
ca y a la demanda de sus productos, pero ha si  
do decisiva una administración racional y el -  
empleo de Técnicas modernas, para elevar la --  
productividad, sin menoscabo del resto de los-  
elementos constitutivos de la empresa, princi-  
palmente el humano.

Estas condiciones, favorecen el empleo de la -  
Tecnología de Grupos, pues motivan a las empre-  
sas a buscar nuevas maneras de elevar la pro--  
ductividad, en todos los aspectos de la opera-  
ción, con el objetivo primordial de mantenerse  
como empresa competitiva y rentable.



DIAGRAMAS CAUSA - EFECTO (ISHIKAWA)

A.- INTRODUCCION

La Ingeniería Industrial y la Administración, actualmente tiene una gama multifacética de herramientas para hacer frente a los intrincados problemas del ambiente empresarial, e inclusive, han traspasado las fronteras empresariales para tener una posición sobresaliente en todas las ramas de la actividad humana. Evidentemente las herramientas constituyen los medios de que se vale el analista de sistemas para solucionar problemas, o bien, optimizar los sistemas de que se sirve el hombre, a este respecto, la investigación de operaciones constituye un avance sobresaliente de las matemáticas aplicadas, la investigación de operaciones tiene un campo ilimitado de acción. No obstante el vasto repertorio de técnicas de que se vale el analista de sistemas, su problema básico no es conocer y aplicar esas técnicas, sino que consiste en identificar el problema y con base en el conocimiento de éste, determinar la técnica atinada que se debe aplicar para resolver la problemática que se le ha encomendado, una vez identificado el problema y vislumbrada la técnica a emplear, se presenta otro problema al analista de sistemas, no menos importante, que consiste en establecer el alcance de su análisis, ya que generalmente cuando no se establece éste, se resuelven los problemas que no estaban previstos en el proyecto. Este hueco en el análisis de sistemas vienen a llenarlo los Diagramas -

de Ishikawa o Causa - Efecto cuya simplicidad no disminuye la gran ayuda que brinda.

#### B.- LOS DIAGRAMAS CAUSA - EFECTO

Los Diagramas Causa - Efecto fueron desarrollados en Japón bajo el nombre de Tokusei - Yoin Hyo o Diagramas de Ishikawa en honor del profesor Kaoru Ishikawa de la Universidad de Tokyo, quien vislumbró esta forma de análisis en 1953, mientras hacía una consultoría de control de calidad para la compañía Kawasaki.

La realización de los proyectos es una actividad que requiere la integración de muchos factores, siendo fundamental la conceptualización de las ideas acerca de lo que se está analizando, y comunmente se obtienen grandes resultados en esta etapa de conceptualización utilizando ayudas visuales, que van desde simples garabatos, hasta elaborados diagramas a color, la selección del tipo de ayuda visual usualmente obedece a la metodología de análisis de cada analista en particular, sin embargo, la formalización de estas ayudas como lo son los diagramas de Ishikawa, facilitan en gran medida el esfuerzo de análisis pues resumen el sistema que se está analizando y permite transmitirlo más fácilmente a terceras personas y sobre todo, inducen la abstracción acerca del sistema, que frecuentemente es difícil de lograr sin el apoyo sistemático de ayudas visuales.

Los principios de causalidad han interesado a filósofos y científicos por centurias. El famoso filósofo griego Aristóteles, (384-322 -- A.C.) enseñó que todas las ciencias fueron investigadas por sus causas.

Un modelo común empleado como ayuda visual en el análisis de sistemas, es el de la caja negra, que con regularidad se asocia al análisis insumo - producto. En el modelo de la caja negra se distinguen tres elementos principales- que son:

- . Una entrada al sistema (conectada a la caja)
- . Una transformación que tiene lugar en la-  
caja.
- . Una salida del sistema (conectada a la -  
caja) ver figura 1.

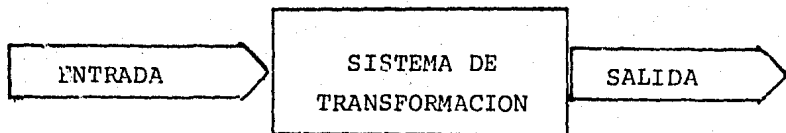


Figura 1 El empleo de la caja negra ha sido -- muy difundido en el análisis de sistemas como auxiliar en la identificación de entradas y - salidas.

Los Diagramas Causa - Efecto son una extensión natural del modelo de la caja negra. La caja de transformación del modelo de caja negra es reemplazada por un símbolo hexagonal - en el que se identifica el problema en los Diagramas Causa - Efecto; (ver figura 2) la flecha principal en la izquierda, indica las causas principales y a la derecha los efectos principales. Las flechas pequeñas que están dirigidas a los factores causantes principales y las flechas pequeñas que salen de las ramas principales en los efectos proporcionan el detalle acerca de las causas y los efectos que tienen lugar en el sistema. Estas características de los Diagramas Causa - Efecto permiten que el analista centre su atención en el problema espinal sin verse desviada su atención a problemas derivados o adyacentes.

#### C.- BASES DE LOS DIAGRAMAS CAUSA - EFECTO

Se ha mencionado que en los Diagramas Causa - Efecto, se puede identificar a las causas a través de flechas a la izquierda, que denotan causas básicas, y llegan a esta flecha, unas más pequeñas que simbolizan el detalle de las causas; con los efectos sucede lo mismo, tenemos flechas a la derecha que representan los efectos primordiales causados por los factores, y salen de las flechas básicas unas menores - que se asocian con el detalle de los efectos, el enlace entre las causas y los efectos es a través de una caja hexagonal donde se encuentra identificado el problema (ver figura 2).-

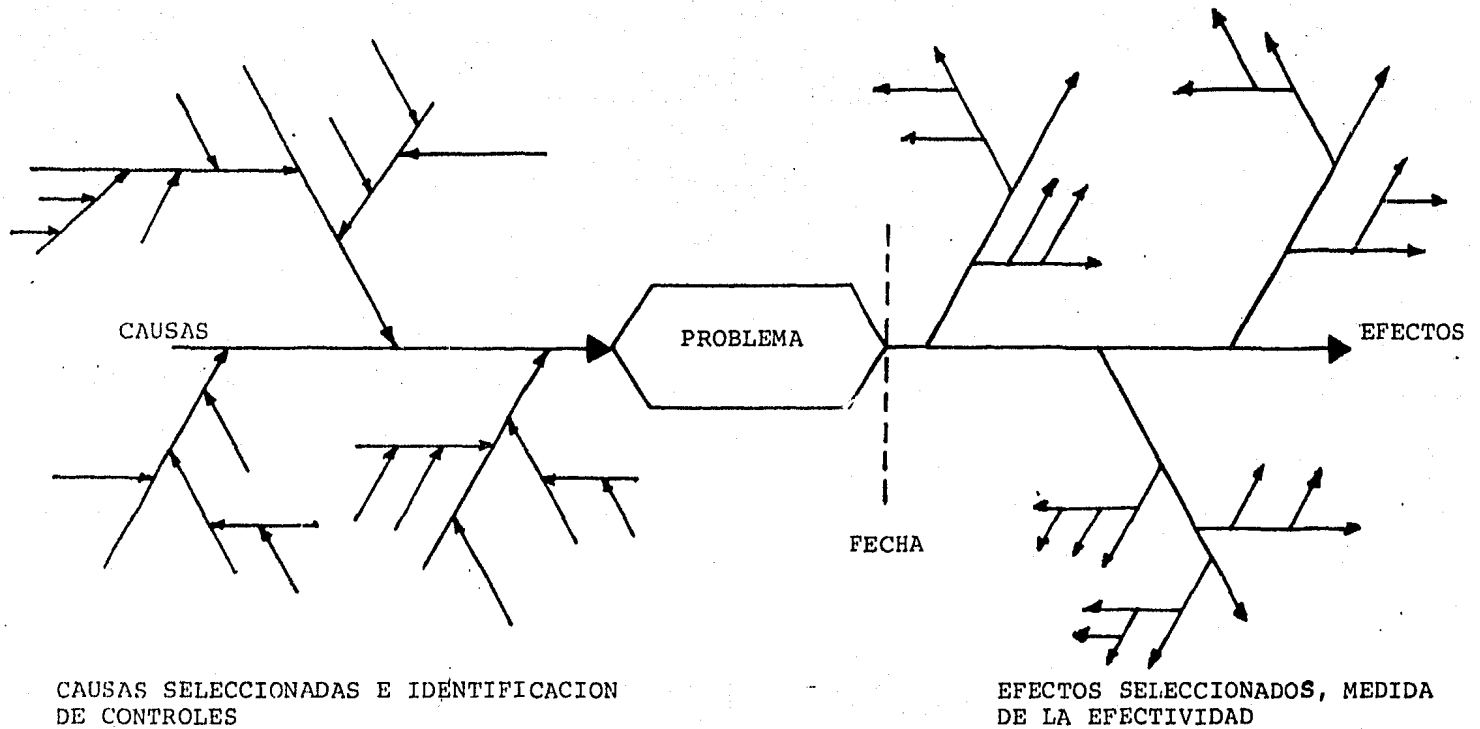


Figura 2.- El diagrama Causa - Efecto concentra su atención en el problema a resolver mostrando en detalle sus causas y los efectos.

Estas causas y efectos principales deben tener un tratamiento común, pues los tipos y rangos de controles que entran como causas son medidos en las mismas unidades que los efectos. -- Para la construcción de los Diagramas Causa - Efecto existe un procedimiento de ocho pasos - desarrollado por J.L.Riggs y M.S. Inoue y que a continuación se detalla:

1.- Identificación del problema. Existen muchos problemas enredosos que desafían a todos - los tomadores de decisiones algunos son rutinarios y triviales y deben ser delegados a un asistente o a un procedimiento mecanizado; otros son filosóficos y no relevan--tes a la administración. La mayoría de los problemas resultan de una serie de necesidades que satisfacer, con un número limitado de recursos. Un problema es candidato para investigación cuando existe una solución - que es posible (factible), que existe una mejor solución que puede distinguirse de - una inferior (medible) y que se tiene la - certeza que el costo de solucionar el problema, será superado por los beneficios generados de la solución

2.- Proponer la solución ideal.- Es requeri---miento proponer una solución idealizada sobre los problemas que aquejan al sistema, - de esta manera se evita el tener que investigar todas las soluciones potenciales. Hay típicamente una solución ideal (y generalmente no factible) al problema, mientras - que hay muchas soluciones factibles pero -

no óptimas, por lo que nuestra solución - ideal debe ser, o acercarse a la solución óptima y ser factible.

- 3.- Especificación de la fecha del hexágono.- El tiempo es el criterio que separa las - posibles causas de los efectos. Si bien - es verdad que no todo lo que precede a un fenómeno es una causa, es lógicamente ver- dad que el efecto no puede preceder la -- causa. Identificando el hexágono o fecha- límite evita confusiones en la estructura de la duración del análisis, ésto es, nin- gun factor siguiente a la fecha puede ser considerado una causa, y ningún fenómeno- observado previamente a la fecha límite - puede ser considerado como efecto.
- 4.- Identificación de los factores de mayor - evaluación.- Es frecuentemente fácil con- siderar primero los efectos más que las - causas asociadas con la solución, por lo- que el diferenciar los factores de mayor- trascendencia no es cosa fácil, éstos se - encuentran del lado de los efectos.
- 5.- Identificación de los factores de mayor - control.- Son aquellos que se van a consi- derar del lado de las causas y son decisi- vos en el estado actual del sistema pues- forman parte de los elementos que conducen a resolver el problema, sin embargo, no - siempre es posible destinar recursos a to- dos los factores, es labor del analista - conciliar los intereses para llegar a una solución factible y óptima o cercano al - estado óptimo.

- 6.- Identificación de los tipos y rangos de -  
Controles.- Se muestran como subflechas -  
de las líneas principales y proporcionan  
el detalle de los factores tomados en las  
Causas.
- 7.- Identificación de medidas y unidades de -  
medición de los Efectos.- Evidentemente -  
el incluir el detalle de los efectos como  
subflechas facilita el análisis del sistem  
a en estudio, y la identificación de las  
unidades, es de gran importancia para evit  
tar confusiones en los parámetros que se  
están incluyendo. Se consideran del lado de  
los efectos.
- 8.- Identificación de una solución factible.-  
El diagrama Causa - Efecto completado de-  
be revelar todos los factores que el ana-  
lista pudo visualizar, en el análisis de-  
éste se evidenciarán desalentadoras limitaci  
ones o promisorias posibilidades. Se debe  
procurar relacionar las necesidades a-  
los recursos disponibles. Cuando la solu-  
ción deseada es no factible debido a res-  
tricciones de recursos, deberá tomarse --  
una solución que satisfaga en menor grado  
las necesidades o encontrar caminos alterna  
tivos para librar las limitaciones de -  
recursos. Si una solución óptima y facti-  
ble, es identificada, ésta reemplaza a la  
solución ideal pero no factible. Sin embargo  
en la mayoría de los casos, los diagram  
as Causa - Efecto son usados como una her  
ramienta que ayuda a organizar la busqueda  
de una solución y no debe esperarse que  
proporcione una solución óptima.



El paso final es estudiar el diagrama completado con la intención de identificar soluciones alternativas factibles, y este paso de meditación final junto con el inicial sobre las reflexiones acerca de los factores a considerar conforman el cuerpo básico del análisis - Causa - Efecto.

#### D.- EL Diagrama Causa - Efecto en la Empresa

El empleo de los diagramas Causa - Efecto en grupos de trabajo han dado buenos resultados - pues queda registrado el material que se ha discutido de una manera sintetizada sin perder detalles importantes. De aquí que el empleo de esta técnica no deba hacerse en estudios aislados, sino como una actividad continuada realizada por un grupo constituido por una unidad Staff o bien la administración misma de los departamentos afectados.

Para nuestro análisis seguiremos la metodología de los ocho pasos anotada en las líneas precedentes.

1.- Identificación del Problema.- Este es el punto capital para el desarrollo de la técnica y consecuentemente la solución del problema. Para nuestro caso el problema es una Baja Productividad pues para llegar a los objetivos de la empresa enunciado en el capítulo dos como sistema idealizado se requiere un nivel de productividad más elevado (ver figura 3)

- 2.- Proposición de la Solución Ideal.- La solución al problema propuesto en el punto anterior debe hacerse en un marco sistémico y consiste en mejorar el desempeño de cada uno de los componentes citados en el capítulo dos, sin embargo, de estos factores los más importantes son: Producción - Ventas y Recursos Humanos, y es a los que debe prestarse mayor atención para incrementar su productividad.
  
- 3.- Especificación de la fecha del hexágono.- La fecha podemos tomarla de la fecha de análisis en que separamos causas de efectos y es Enero de 1984.
  
- 4.- Identificación de los Factores de Mayor Evaluación.- Ya se ha dicho que los factores de mayor impacto son: Producción, Venta, y Recursos Humanos pues de hecho son casi todas las causas que marcan el derrotero que ha de tomar la empresa y los que tomaremos para nuestro estudio.
  
- 5.- Identificación de los Factores de Mayor Control.- Puesto que son resultados directos de las causas que se consideran, estos factores son:  
  
Utilidades, Crecimiento Empresarial y Desarrollo de Recursos Humanos.
  
- 6.- Identificación de los Tipos y rangos de Controles.- Son el detalle asociado a las causas representadas por flechas pequeñas unidas a las principales; se muestran en la figura 3.

7.- Identificación de medidas y unidades de medición de los efectos. Como se ha dicho están asociados a los efectos y es importante identificar sus unidades para facilitar el análisis (ver figura 3).

8.- Identificación de una solución factible.-  
En el diagrama de la figura 3 se encuentran reflejadas las principales variables que intervienen en la actuación del sistema que de manera resumida es la identificación del problema, las principales causas y los principales efectos, estos factores coinciden con el análisis de sistemas del capítulo dos y de hecho, de estos factores debe desprenderse la solución factible y óptima si es posible.

En relación a Producción debemos ejercer mayor control en Compra y Manejo de Materiales de tal manera que se compre el material al precio mas bajo, con la calidad requerida, en el tiempo requerido, de acuerdo al programa de producción y en condiciones de pago que no debiliten la liquidez de la empresa. Debe cuidarse el empleo del equipo a fin de reducir los tiempos muertos, de estar renovando la tecnología básica o revisar los procedimientos de fabricación conservando la versatilidad para cambios de diseño y midiendo la productividad para conservarla dentro de un rango aceptable, el grado de automatización debe revisarse y considerar que en México hay gran disponibilidad de mano de obra pero que generalmente hay que capacitar. El Programa de Producción debe considerar los turnos de producción para cumplir con la cuota fijada por la administración

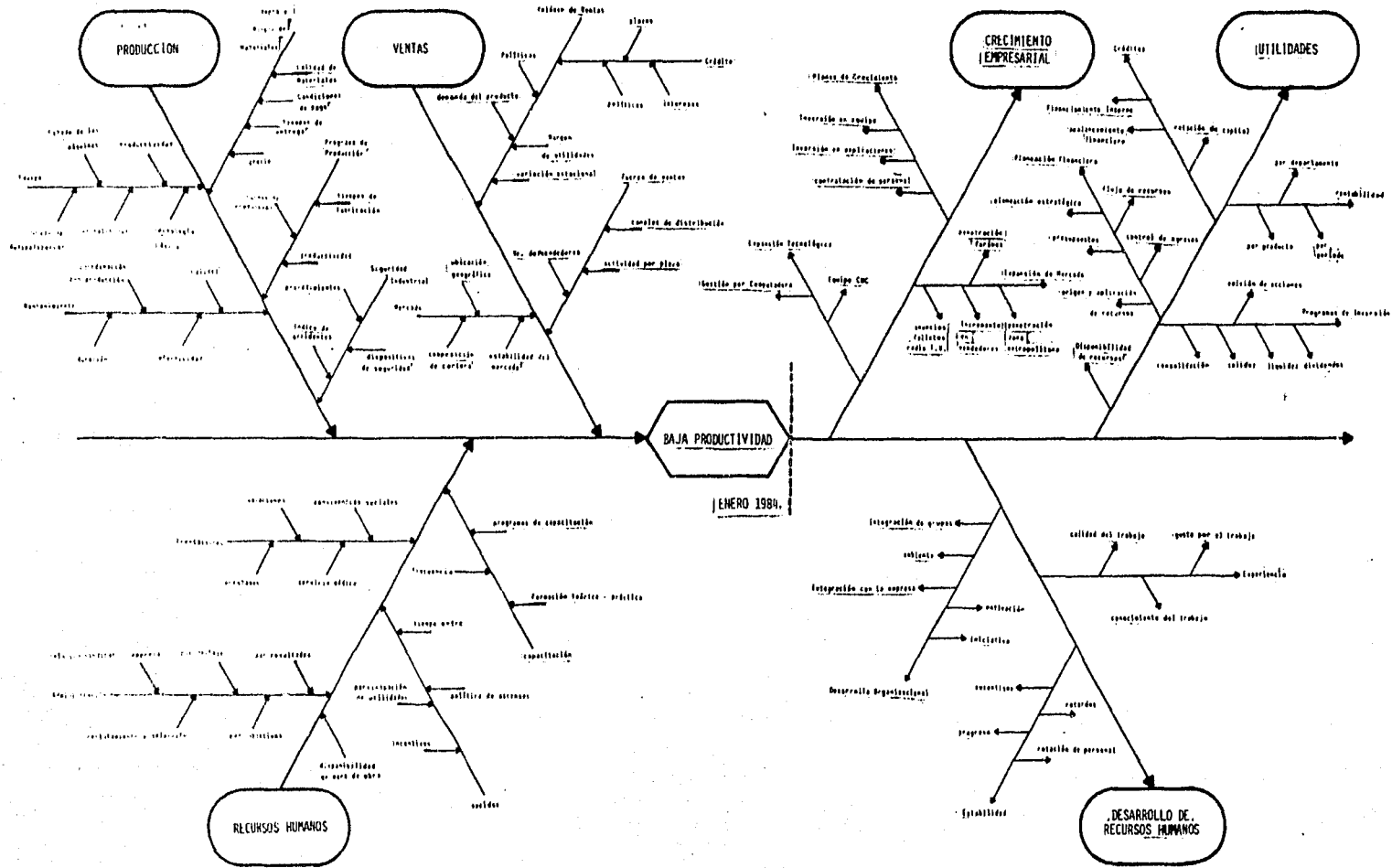


FIGURA 3.- DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LA EMPRESA DE ESTUDIO

de la empresa, cuidando de rotar al personal que labora dos turnos o más; considerar los tiempos de fabricación reales para una programación adecuada (ver capítulo 3) de forma -- tal que se obtengan índices elevados de productividad. El mantenimiento debe realizarse -- coordinado con el programa de producción tratando de reducirse al mínimo de tiempo, sin perder efectividad ni reducir la calidad del mantenimiento, ésto a través de un procedimiento adecuado. Para mantener una Seguridad Industrial satisfactoria es necesario establecer los procedimientos de seguridad adecuados, instalar los dispositivos requeridos e investigar las causas de los accidentes para reducir su índice.

En lo relativo a Recursos Humanos debe considerarse la Disponibilidad de la mano de obra para la formación de recursos, los sueldos son un factor importantísimo y debe de cuidarse de dar incentivos justos, pagar la participación de utilidades indicándole al trabajador que es esfuerzo de él y de todos los trabajadores, debe tratar de reducirse el -- tiempo extra al mínimo posible y siempre que se trabaje debe pagarse, cuidando de no formar hábito en el trabajador. La política de ascensos debe aplicarse invariablemente y hacerse del conocimiento del trabajador para que siempre ponga gran empeño en sus actividades cotidianas. La Administración de Personal debe manejarse con gran habilidad pues desde el reclutamiento y selección de recursos debe hacerse adecuadamente con una solicitud, con entrevistas, con pruebas psicométricas y de habilidad para el puesto que va a desempeñar, una investigación de sus antecedentes, su exámen-

médico y finalmente su contratación y filia--  
ción. Una vez contratada la persona debe inte--  
grarse a la empresa, de ser posible, deberá -  
implementarse un programa de integración a la  
empresa a través de juntas o reuniones periód--  
icas, y guarda gran importancia la supervi--  
sión que se lleve a cabo ya sea por destajo,--  
por resultados o por objetivos o una combina--  
ción de éstos, puesto que es la base para ob--  
tener los resultados esperados, su aplicación  
es función de cada caso. Las prestaciones de--  
ben ser también del conocimiento de todo el -  
personal ya que ayudan a reducir la movilidad  
de la plantilla organizacional, pues propor--  
cionan un bienestar adicional, las prestacio--  
nes deben tratar de incrementarse, sin sacri--  
ficar a la empresa o ponerla en situaciones -  
críticas. La capacitación constituye la prin--  
cipal herramienta para formar recursos, aumen--  
tan la calidad, la productividad, etc., Gene--  
ralmente la empresa tiene la disyuntiva de --  
formar sus recursos, o bien, contratarlos ya--  
formados, el formar recursos es más recomenda--  
ble pues estos recursos guardan más lealtad -  
a la empresa y tienen mayor conocimiento de -  
ella por lo que resulta más ventajoso. Final--  
mente en ventas debe conocerse el volúmen de--  
ventas para generar políticas acordes, estimar  
la demanda para formular los programas de pro--  
ducción y organizarse con las ventas, debe vi--  
gilarse continuamente el margen de utilidades  
buscando obtener ganancias razonables y mante--  
niéndose en un buen nivel de competencia. La--  
importancia de conocer la variación estacional  
radica en coordinar programas de producción,--  
mantenimiento, cursos de capacitación, etc. -  
El manejo de crédito a clientes tiene gran im--  
pacto en una época de crisis y de carestía de  
recursos por lo que debe controlarse con - - -

políticas muy cuidadosas, estar vigilando las tas a que se otorga el crédito y las plazas en que se tiene y a que clientes, para no sacrificar la liquidez de la empresa y de no tener cuentas-incobrables. La fuerza de ventas es el poder o recursos de que dispone la empresa para comercializar sus productos, de aquí el deber de cuidar el contar con un número de vendedores adecuados, con una preparación adecuada y ubicados en plazas estratégicas, se debe también preparar las actividades que debe desarrollar cada vendedor en cada plaza y de cuidar el empleo de canales de distribución eficiente y adecuados. El mercado es la fuente de ingresos de la empresa, por lo que el conocerlo resulta indispensable para poderlo explotar, es necesario identificar su --ubicación geográfica, cómo está conformado y que estabilidad tiene el mercado de la empresa, esta información permite orientar acertadamente los esfuerzos para incrementar la penetración de la empresa.

Este modelo de solución es factible y proporciona grandes beneficios que evidentemente superan los costos necesarios para implantarla, sin embargo, no es la solución óptima y una forma de acercarse a ésta, como se ha dicho, es a través de una actividad continua de análisis, por lo que estos diagramas deben emplearse siempre que se tengan problemas, debido a que sirven para estudiar toda clase de dificultades.

## CAPITULO V

### INDICES DE PRODUCTIVIDAD

#### A.- Aspectos Generales

La productividad ha sido un tema de gran interés en todo el mundo, inclusive se ha mencionado que es el Termómetro que mide la salud de la economía de una nación y de hecho, es una condición necesaria para que las empresas sean rentables y competitivas.

El concepto de productividad tradicional como tal, proporciona poca información al tomador de decisiones, ya que tan sólo se toma como la relación de productos obtenidos entre insumos consumidos y que comunmente se aplica a producción y a finanzas, como una relación de productos manufacturados entre materia -- prima consumida, y utilidades obtenidas entre capital invertido, conocido como rentabilidad. Estos dos porcentajes ampliamente difundidos, aunque útiles, no revelan información suficiente para tomar medidas correctivas, pues sólo perfilan un estado de la em-- presa y no señalan una productividad de todos los elementos determinantes en ésta, por esta razón, cuando medimos el rendimiento de - la empresa con un enfoque sistémico, es decir, incluyendo todos los factores -o la mayoría- que la forman, tenemos parámetros más exactos y que además muestran sintetizadamente el desempño de cada factor, de forma tal, que el tomador de decisiones puede ejercer un con-- trol más efectivo y tiene los elementos necesarios para aumentar y estabilizar la productividad.



Los métodos actuales de medición de productividad son muy variados, algunos de los sobresalientes son el Análisis Factorial, el Diagnóstico Industrial, así como técnicas clásicas de Ingeniería Industrial, de éstos, el Análisis Factorial y el Diagnóstico Industrial han sido pensados con una mayor tendencia al enfoque sistémico, lo que señala las grandes posibilidades de desarrollo por este camino, lo que dá la oportunidad de cambiar la imágen de "expertos en eficiencia" por el de analista de sistemas.

La finalidad de conocer la productividad no es sólo de saber el nivel de efectividad -- con que labora la compañía, sino que sirve, de retroalimentación al tomador de decisiones para ejercer un buen control de la misma. Esta razón justifica el esfuerzo requerido para preparar información exacta y precisa que permita una actuación acertada del tomador de decisiones

Los análisis de productividad generalmente conducen -de acuerdo a los resultados- a - que se lleven a cabo proyectos, orientados al aumento de la misma, debido a ésto, los métodos empleados para medirla antes y después del proyecto deben ser eficaces, sencillos y de rápida elaboración, y uno de los métodos que cumple con estos requerimientos son los Indices de Productividad.

## B.- LOS INDICES DE PRODUCTIVIDAD.

Los números índice como se les conoce en -- Estadística, son ampliamente conocidos, por su aplicación para el cálculo de Índice de Precios al consumidor, así como otros cálculos, principalmente desarrollados por el gobierno, para empleo en la economía nacional, tales como índices de producción, índice de salarios, índice de consumo, índice de desempleo, etc., Estos índices también se emplean con propósitos de predicción en el campo de los negocios.

Un número índice es una medida estadística diseñada para mostrar los cambios en una variable o un grupo de variables relacionadas con respecto al tiempo, situación geográfica u otra característica. En nuestro caso la variable se relaciona consigo misma de tal forma que se obtiene el rendimiento.

Los índices que vamos a emplear en este análisis son:

- . Índice de Laspeyres o métodos del año base
- . Índice de Paasche o métodos del año dado.
- . Índice ideal de Fisher
- . Índice de Marshall - Edgeworth.

El Índice de Laspeyres es un índice de agregación ponderada con pesos de las cantidades del año base.

$$L = \frac{\sum p_n q_0}{\sum p_0 q_0}$$

El Índice de Paasche es un índice de agregación ponderada con pesos de las cantidades del año dado.

$$P = \frac{\sum p_n q_n}{\sum p_o q_n}$$

El Índice ideal de Fisher es la media geométrica de los números índice de Laspeyres y de Paasche, y se dice que es ideal porque satisface las pruebas del tiempo inverso y del factor inverso

$$F = \sqrt{\left(\frac{\sum p_n q_o}{\sum p_o q_o}\right) \left(\frac{\sum p_n q_n}{\sum p_o q_n}\right)}$$

El Índice de Marshall -Edgeworth emplea el método de agregación ponderada en un año - tipo, donde los pesos se toman como la media aritmética de las cantidades del año - base y del año dado.

$$ME = \frac{\sum p_n (q_o + q_n)}{\sum p_o (q_o + q_n)}$$

#### C.- LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA.

Los factores que hemos tomado para el cálculo de la productividad están íntimamente ligados a los resultados del análisis de sistemas del capítulo dos y a los diagramas -- causa -efecto del capítulo cuatro y son los siguientes:

- . Días - Hombre
- . Ventas
- . Producción

DIAS - HOMBRE

La empresa cuenta con 90 trabajadores en producción por turno, lo que dá una disponibilidad de 180 días - hombre.

En el cuadro uno se resume el detalle de días - hombre.

Denotemos: Dn como los días de ausentismo.

qn. como los días - hombre disponibles del período dado.

qo. la media aritmética de los -- días - hombre disponible.

Tenemos como ejemplo el mes de Diciembre 1983, y como período base los meses de Enero a Noviembre de 1983, del cuadro 1 tenemos:

TURNO	DIAS DE AUSENTISMO (Dn)	PROMEDIO DIAS DISPONIBLES (qo)	DIAS - HOMBRE DEL PERIODO (qn)	$\frac{\%}{\frac{Dn}{qo}}$
TUMO 1	15	2282.7	2430	0.66
TUMO 2	30	2282.7	2430	1.31
TOTAL				1.97

La última columna representa los días ausentes relativos, tomemos su media aritmética.

$$\sum \frac{Dn}{\frac{q_0}{N}} = \frac{1.97}{2} = 0.99$$

Calculemos ahora la media geométrica

$$\sqrt{(0.66) (1.31)} = 0.93$$

Calculemos ahora los índices de Paasche y Laspeyres que son empleando agregación ponderada.

Índice de Paasche.

$$P = \frac{\sum Dn q_n}{\sum q_0 q_n} = \frac{(15) (2430) + (30) (2430)}{(2282.7) (2430) + (2292.7) (2430)} = \frac{109350}{1109392} = 0.99\%$$

Período analizado: Diciembre 1983.

Período base: Los meses de Enero a Noviembre 1983.

Índice de Laspeyres

$$L = \frac{\sum Dn q_0}{\sum q_0 q_0} = \frac{(15) (228217) + 30 (2282.7)}{(2282.7) (2282.7)} = \frac{102721.5}{5210719.29} = 1.97\%$$

El índice de Paasche, en este caso, sirve -- para medir el índice de ausentismo del mes -- de Diciembre (período dado), considerando los días - hombre disponibles del período base - (Enero a Noviembre de 1983), ponderado por el período dado

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
DIAS LABORABLES		25	23	25	24	26	26	26	27	25	26	26	27	306
TURNO 1	DIAS HOMBRE	2250	2070	2250	2160	2340	2340	2340	2430	2250	2340	2340	2340	27540
TURNO 2	DIAS DE AUSENCIA	22	30	27	5	24	15	14	27	15	21	18	15	233
	DIAS HOMBRE	2250	2070	2250	2160	2340	2340	2340	2340	2250	2340	2340	2340	27540
TOTAL	DIAS DE AUSENCIA	23	38	11	51	60	35	65	80	50	40	60	30	543
	DIAS HOMBRE	4500	4140	4500	4320	4680	4680	4680	4680	4500	4680	4680	4860	55080
	DIAS DE AUSENCIA	45	68	38	56	84	50	79	107	65	61	78	45	776
DIAS TRABAJADORES		4455	4072	4462	4264	4596	4630	4601	4753	4435	4619	4602	4815	54304

Cuadro 1.- Resumen de Días - Hombre 1983.

El empleo de datos actuales de este índice -- exige mayor esfuerzo en la recopilación de -- información.

El índice de Laspeyres sirve para medir el índice de acentuación del período dado (Diciembre 1983) considerando el período base (Enero a - Noviembre 1983).

Por esta razón que no emplea ponderación del período dado requiere menor labor en la investigación de datos.

Índice Ideal de Fisher.

Este índice está representado por la media -- geométrica de los índices de Paasche y de Laspeyres, por lo que:

$$F = \sqrt{LP} \quad F = \sqrt{\left(\frac{\sum D_n q_0}{\sum q_0 q_0}\right) \left(\frac{\sum D_n q_n}{\sum q_0 q_n}\right)}$$

$$F = \sqrt{(0.99) (1.97)} = 1.40\%$$

Puede verse que este índice está entre el índice de Laspeyres y Paasche. Una buena aproximación al índice de Ideal de Fisher, cuando L y P son aproximadamente iguales es  $1/2 (L+P)$ , y en el caso de  $L = P$  entonces  $L=P=F$ .

Índice de Marshal - Edgeworth.

Este índice, como se ha mencionado emplea el método de agregación ponderada en un año tipo, donde los pesos se toman como la media aritmética de las cantidades del año base y del año dado es decir  $q = \frac{1}{2} (q_0 + q_n)$  y tenemos:

$$ME = \frac{\sum D_n (q_o + q_n)}{\sum q_o (q_o + q_n)}$$

Sustituyendo

$$ME = \frac{15 (2282.7 + 30 (2282.7 + 2430))}{2282.7 (2282.7 + 2430) + 2282.7 (2282.7 + 2430)} = \frac{21207.5}{21515360.6}$$

$$ME = 0.99\%$$

Este índice también se encuentra entre los índices de Laspeyres y de Paasche, existe inclusive la demostración matemática que -- prueba esta afirmación.

Resumiendo tenemos

Indice	%
Paasche	0.99
Laspeyres	1.97
Ideal de Fisher	1.40
Marshall-Edgeworth	0.99

La elección del índice apropiado es función del empleo que se le vaya a dar, pues se han explicado los métodos de obtención. Para nuestro caso, tomaremos la media aritmética de estos índices.

$$\text{Indice de Ausentismo} = 1.34\%$$



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
VENTAS REALES	4'473,284	7'934,697	8'070,178	8'751,718	6'768,445	17'536,225	12'993,536	12'467,550	12'192,395	8'807,579	14'763,202	14'205,037
META	12'000,000	12'000,000	12'000,000	12'000,000	12'000,000	12'000,000	12'000,000	12'000,000	12'000,000	12'000,000	12'000,000	12'000,000
DIFERENCIA	(-) 7'526,716	(-) 4'065,303	(-) 3'929,822	(-) 3'248,282	(-) 5'231,555	5'536,225	993,536	467,550	192,395	(-) 3'192,421	2,763,202	2'205,037

Cuadro 7.- Resumen de Ventas 1983.

La interpretación sería que, cada mes 1.34% de los días - hombre disponibles se pierden por ausentismo.

VENTAS

En esta sección procederemos a calcular los índices para ventas considerando las ventas-reales y las metas de ventas de la empresa.-

Definamos las siguientes variables.

Vo. - Media Aritmética del presupuesto de --  
Ventas de Enero a Noviembre (período -  
base) de 1983.

qn. - Ventas reales del período dado (Diciem-  
bre 1983)

qo. - Media aritmética de las ventas reales-  
del período base.

Vn. - Presupuesto de ventas del período dado

Concepto	Ventas reales del período - dado. qn	Promedio de ventas rea- les perío- base. qo	Promedio de presupuesto ventas Vo	$\frac{qn}{vo}$ (%)
Ventas	14'205,037	10'432,619	12'000,000	118.38

En este caso no tiene sentido tomar media aritmética ni media geométrica de las ventas relativas (última columna).

Calculemos el Índice de Paasche

$$P = \frac{\sum q_n V_n}{\sum q_0 q_n} = \frac{(14'205,037) (12'000,000)}{(10'432,619) (14'205,037)} = 115.02\%$$

Este índice nos indica que las ventas reales del período analizado (diciembre) en relación al presupuesto de ventas, es mayor en un 15.02% y es menor que el porcentaje de ventas relativas pues este índice considera un promedio del período base ponderado por el período dado.

Calculemos el Índice de Laspeyres.

$$L = \frac{\sum q_n q_0}{\sum q_0 q_0} = \frac{14'205,037 (10'432,619)}{(10'432,619)} = 136.10\%$$

Este índice nos indica que las ventas reales del período analizado (diciembre 1983) en relación al promedio de ventas del período base (enero a noviembre 1983), es mayor en un 36.15%. Puede verse que el porcentaje de ventas relativas está entre los Índices de Paasche y Laspeyres

Calculemos el Índice Ideal de Fisher.

Como ya se ha dicho este índice se calcula como.

$$F = \sqrt{LP}$$

$$F = \sqrt{(115.02) (136.10)} = 125.12\%$$

Es evidente que el Índice Ideal de Fisher está entre el Índice de Paasche y el de Laspeyres, debido a que es la media geométrica de estos dos índices.

Calculemos el Índice de Marshall- Edgeworth

$$ME = \frac{\sum q_n (q_0 + q_n)}{\sum q_0 (q_0 + q_n)}$$

$$ME = \frac{14'205,037 (10'432,619 + 14'205,037)}{10'432,619 (10'432,619 + 14'205,037)} = 136.16\%$$

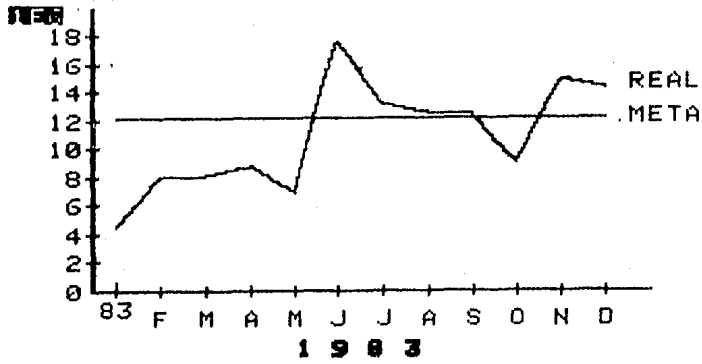
Como se ha mencionado este índice se encuentra entre el de Laspeyres y Paasche y se pondera con la media aritmética del período dado y el período base.

Resumiendo Tenemos.

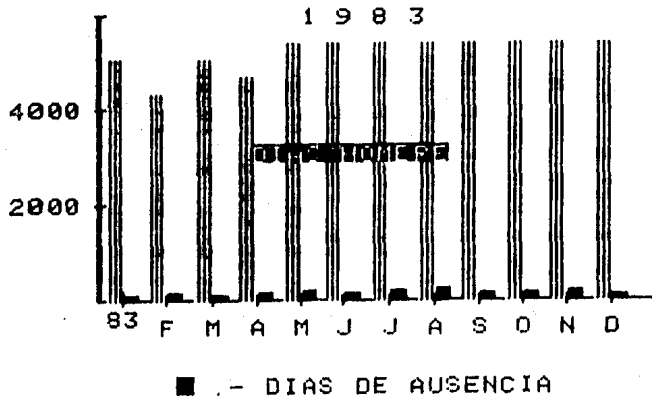
Índice	%
Paasche	115.02
Laspeyres	136.16
Índice Ideal de Fisher	125.12
Marshall- Edgeworth	136.16

Como se ha dicho la elección del índice --- apropiado es función del uso que se le va a dar, sin embargo, un criterio puede ser el tomar el Índice Ideal de Fisher o el de Marshall-Edgeworth, en virtud de encontrarse entre los índices de Laspeyres y de Paasche - que un caso considera el período base y otro el período dado.

### RESUMEN DE UENTAS



### RESUMEN DE DIAS HOMBRE



La media aritmética de los cuatro índices -  
es: 128.12%

La interpretación de este porcentaje es que  
el presupuesto de ventas se cumple en un --  
128.12%.

Puede deducirse que esta interpretación no-  
es válida para todo el ejercicio, pues sería  
una recomendación elaborar el presupuesto -  
de ventas con base en los datos históricos-  
disponibles, y considerando la variación es-  
tacional que se presenta. Del cuadro 2 se -  
tiene en realidad que no se cumplieron las-  
metas de ventas totales anuales, existiendo  
un déficit de:  $144'000,000 - 128'963,846 = ---$   
 $15'036,154$  pesos.

#### PRODUCCION

Este es el último factor del que calculare-  
mos sus índices para lo cual tomaremos la -  
producción real mensual contra la capacidad  
productiva de la planta, la cual fue deter-  
minada por la Gerencia de Producción de la  
planta con base en los tiempos estandar por  
producto obtenidos por la citada Gerencia.

Definamos nuestras variables.

Po.- Media aritmética de la capacidad pro-  
ductiva de la planta, mensualmente de -  
enero a noviembre (período base) de 1983.

qn.- Producción real mensual del período da-  
do (junio 1983)

qo.- Media aritmética de la producción real-  
mensual del período base (enero a no --  
viembre de 1983).

Los productos a analizar se señalan a conti-  
nuación:

<u>PRODUCTO</u>	<u>PRODUCCION SEMANAL ESTANDAR</u>
Horquilla Delantera	1,000
Horquilla Trasera	1,000
Manubrio de Turismo	2,400
Tijeras AX	1,000
Juego de Frenos	2,000
Cuadro Cromolux	400
Tijera de Media Carrera	450
Cuadro Texas	1,000
Cambio de Velocidad	1,500
Columnos de Freno	1,500
Discos Salvarrayo	1,000
Discos Cubrecadena	1,250
Cuadro Bicicleta de Ejercicio	500
Tijeras de Turismo.	3,750

Para el cálculo de las capacidades de la plan-  
ta consideremos cincuenta semanas, en virtud-  
de que dos semanas al año se emplean para man-  
tenimiento, en el siguiente cuadro se muestran  
los estandares de producción mensuales y anua-  
les.

PRODUCTO	PRODUCCION ANUAL	PRODUCCION MENSUAL
Horquilla Delantera	50,000	4,167
Horquilla Trasera	50,000	4,167
Manubrio de Turismo	120,000	10,000
Tijeras AX	50,000	4,167
Juego de Frenos	100,000	8,333
Cuadro Cromolux	20,000	1,667
Tijer de Media Carrera	22,500	1,875
Cuadro Texas	50,000	4,167
Cambios de Velocidad	75,000	6,250
Columpios de Freno	75,000	6,250
Discos Salva-Rayo	50,000	4,167
Discos Cubrecadena	62,500	5,208
Cuadro Bicicleta de Ejercicio	25,000	2,083
Tijeras de Turismo	187,500	15,625

Para este análisis consideraremos el mes de junio puesto que en ese período tuvimos producción de los artículos considerados .

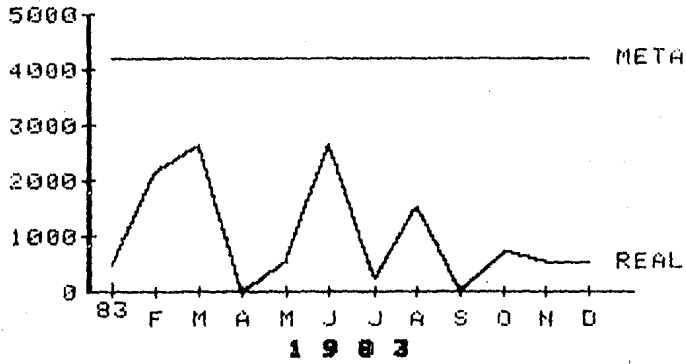


PRODUCCION REAL

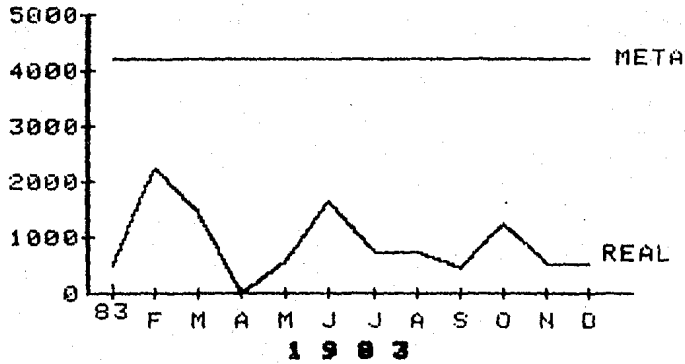
PRODUCTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC.	TOTAL
Tijeras AX	793	991	600	750	850	2850	1105	1450	-	775	725	610	11499
Manubrio Yucatán	313	1225	876	850	300	650	-	-	-	-	-	-	4214
Manubrio Turismo	1801	2050	1600	651	550	2225	605	500	425	425	850	1100	12782
Cuadro C/Tijera Cromolux	1273	1901	1656	886	66	985	90	15	910	685	1317	1444	11228
Juego de Frenos	2001	2250	1900	451	650	1750	310	900	600	500	800	1700	13812
Borquilla Delantera	450	2150	2600	-	544	2600	210	1500	-	700	500	500	11754
Borquilla Trasera	450	2200	1400	-	544	1600	710	700	400	1200	500	500	10204
Timbre de Rayo	350	200	100	100	600	450	500	300	600	625	-	-	3825
Manubrio Cross	775	150	1100	475	75	500	-	200	-	-	300	400	3975
Cambio de Velocidad	1301	2950	3250	1700	2093	4950	2705	2800	4000	500	10263	501	37013
Disco Cubrecadena	902	1250	551	600	250	6001	-	5000	-	-	-	-	14554
Disco Salvarrayo	500	1550	500	-	600	500	300	5300	-	251	600	-	10101
Columpio de Freno	350	300	500	200	600	1250	710	300	400	450	200	500	5760
Tijera de Turismo	2950	4648	4500	2201	1300	2900	710	2100	550	1200	-	2500	25559
Tijera de Media Carrera	700	600	750	450	400	900	2500	1000	2100	825	-	200	10425
Portabulto	480	615	504	-	-	100	-	400	10	100	-	-	2209
Manubrio Turismo Alto	442	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	442
Cuadro con Tijera Metálica	-	-	-	2115	-	1176	1601	400	901	1000	1485	860	9538
Cuadro Cross	-	-	-	2050	-	-	800	650	-	-	400	1600	5500
Manubrio de Carrera	-	-	-	-	1329	2886	1355	5300	800	675	2220	575	15140
Cuadro de Ejercicio	-	-	-	-	1300	2236	1161	-	-	-	750	565	6012
Cuadro Texas	-	-	-	-	-	400	1600	3000	4500	3150	2900	3500	19050
Manubrio Triciclo	-	-	-	-	-	-	7330	10495	3500	960	-	-	22285
Cambio de Velocidad Nuevo	-	-	-	-	-	-	-	2050	-	-	300	400	2750

CONCEPTO	PRODUCCION REAL PERIODO DADO qn	POMEDIO DE PRODUCCION REAL PERIO DO BASE qo	CAPACIDAD PRODUCTIVA DE LA PLAN TA po.	$\frac{qn}{po}$ %
Horquilla Delantera	2,600	1,023	4,167	62.40
Horquilla Trasera	1,600	882	4,167	38.40
Manubrio de Turismo	2,225	1,062	10,000	22.25
Tijeras AX.	2,850	990	4,167	68.39
Juego de Frenos	1,750	1,101	8,333	21.00
Cuadros Cromolux	985	889	1,667	59.09
Tijera de Media Carrera	900	930	1,875	48.00
Cuadro Texas	400	1,415	4,167	9.60
Cambios de Velocidad	4,950	3,319	6,250	79.20
Columpio de Freno	1,250	478	6,250	20.00
Discos Salva-Rayo	500	918	4,167	12.00
Discos Cubrecadena	6,001	1,325	5,208	115.23
Cuadro Bicicleta de Ejec.	2,236	495	2,083	107.35
Tijeras de Turismo	2,900	2,096	15,625	18.56

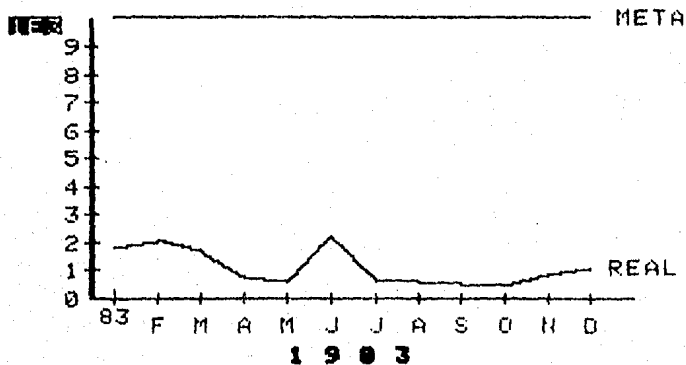
### HORQUILLA DELANTERA



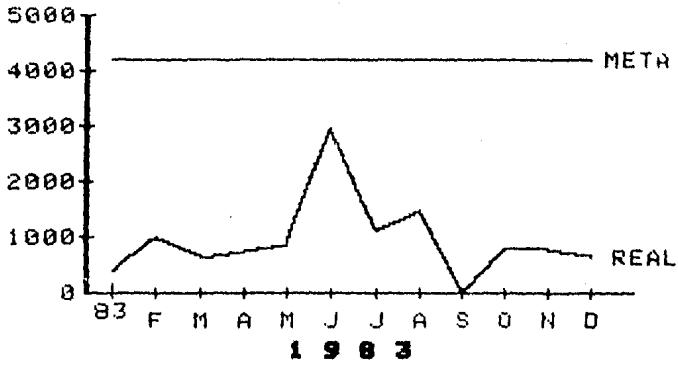
### HORQUILLA TRABERA



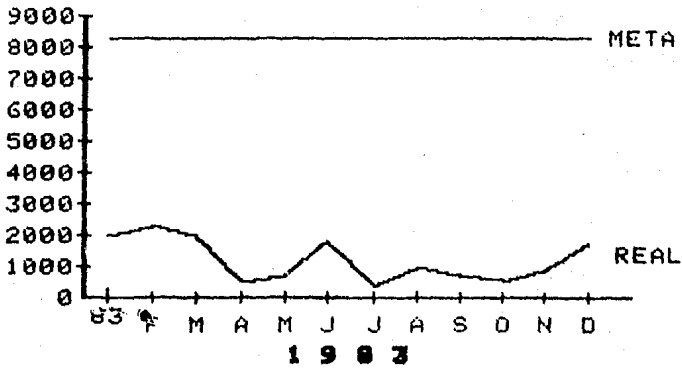
### MANUBRIO DE TURISMO



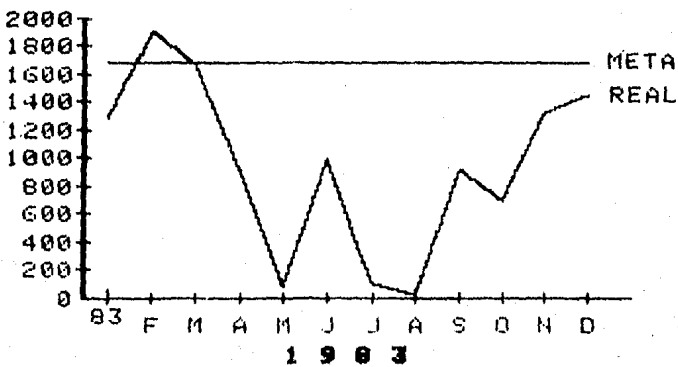
### TIJERAS AX



### JUEGO DE FRENOS



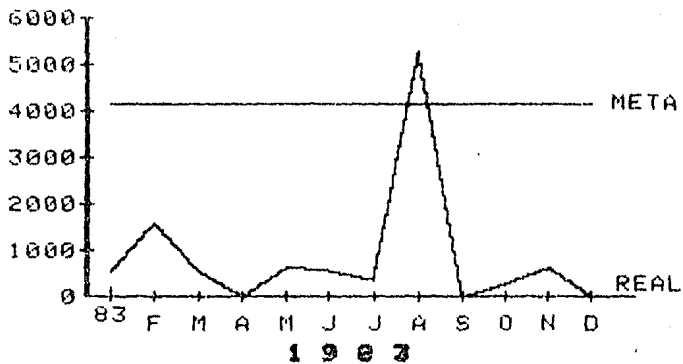
### CUADRO CROMOLUX



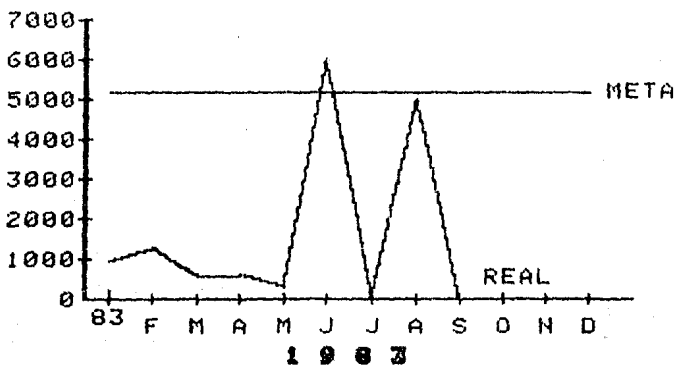
### TIJERA DE MEDIA CARRERA



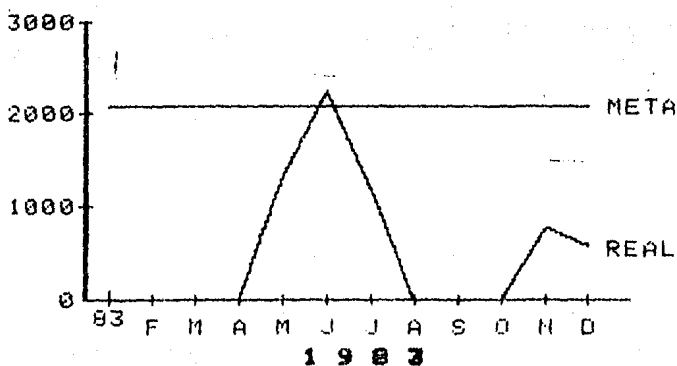
### DISCOS SALUA-DAYO



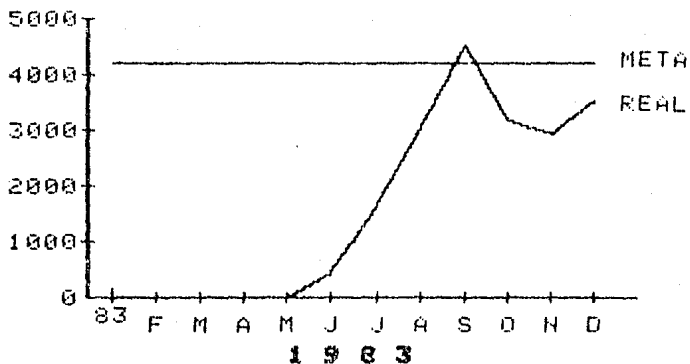
### DISCOS CUBRECADENA



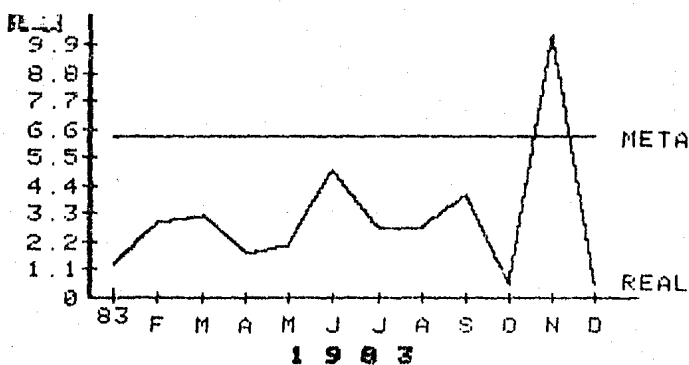
### CUADRO BICICLETA DE EJERCICIO



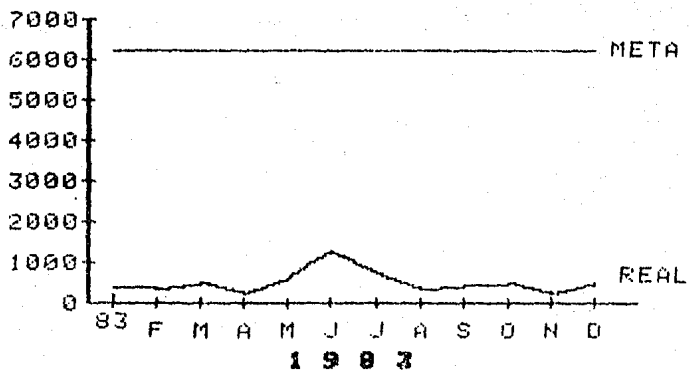
### CUADRO TEXAS



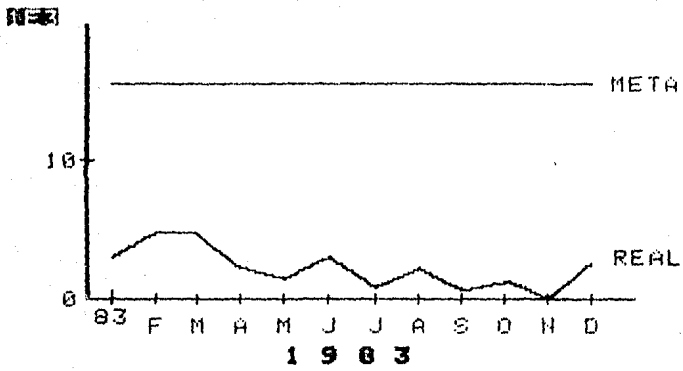
### CAMBIOS DE VELOCIDAD



### COLUMPIOS DE FRENO



# TIJERAS DE TURISMO





Obtendremos el rendimiento de producción relativo representado por la media aritmética de los parámetros a la derecha.

$$\sum \frac{q_n}{p_o} = 48.68$$

Calculemos la media geométrica

$$MG = 37.03$$

Calculemos el Índice de Paasche

$$P = \frac{\sum q_n p_n}{\sum p_o q_n} = \frac{\sum q_n q_n}{\sum p_o q_n} = \frac{103\ 132\ 547}{193\ 263\ 191} = 0.5336 = 53.36\%$$

Calculemos el Índice de Laspeyres

$$L = \frac{\sum q_n q_o}{\sum p_o q_o} = \frac{46\ 070\ 958}{109\ 207\ 941} = 0.4219 = 42.19\%$$

Calculemos el Índice de Fisher

$$F = \sqrt{LP}$$

$$F = \sqrt{(53.36) (42.19)} = 47.45\%$$

Calculemos el Índice de Marshall-Edgeworth

$$M.E. = \frac{\sum q_n (q_o + q_n)}{\sum p_o (q_o + q_n)} = \frac{149\ 203\ 505}{298\ 311\ 152} = 50.02\%$$

De los resultados vemos nuevamente que el Índice Ideal de Fisher se encuentra entre el Índice de Laspeyres y de Paasche. Y el Índice de Marshall-Edgeworth también se encuentra entre los índices de Laspeyres y de Paasche - el cual se pondera con la media aritmética del período dado y el período base.

Resumiendo tenemos:

INDICE	%
Paasche	53.36
Laspeyres	42.19
Ideal de Fisher	47.45
Marshall-Edgeworth	50.02

Al igual que en los factores anteriores -- obtendremos la media aritmética de estos -- índices. La elección de un índice en particular dependerá del uso que pretenda dársele, estos índices permiten obtener datos -- orientados a una aplicación específica.

La media aritmética es: 48.26%

Que se interpreta como el nivel de utilización de la capacidad productiva de la planta, es decir, las instalaciones de la planta se utilizaron en un 48.26%

#### D.- CONCLUSIONES.

En apartados anteriores se ha subrayado la importancia de la información, esta importancia se destaca aun más, cuando se trata de información elaborada o procesada, como es el caso de los números índice, en los -- que pueden obtenerse valores distintos sobre un mismo concepto, la elección del porcentaje a emplear debe hacerse cuidadosamente y considerando la aplicación que se le va a dar, además de señalar el método a

través del cual se obtuvo ésto, para referencia de personas que llevan la información y para referencias futuras.

En este capítulo se calculó el rendimiento de tres factores importantes de la empresa, los cuales se indican a continuación:

FACTOR	PORCENTAJE %
Indice de Ausentismo	1.34
Rendimiento de Ventas	128.12
Rendimiento en Producción	48.26

En relación al primer punto puede decirse que siempre es posible reducir el nivel de ausentismo a través de conocidas técnicas de Administración de Personal y para este caso en específico debe mencionarse que es necesario conocer oportunamente la información sobre los niveles de ausentismo a fin de controlarse debidamente puesto que las acciones correctivas fuera de oportunidad no siempre tienen el efecto deseado.

El rendimiento de ventas nos indica que se superó en un 28.12%, que por sí solo, es un dato muy relativo y que debe revisarse con datos históricos, ya que si comunmente se rebasan las metas de ventas, se debe, generalmente, a que están subestimadas o no se han considerado los efectos inflacionarios que tanto impactan este tipo de información, por el contrario, si se han calculado sobre bases sólidas, indica un gran esfuerzo de la empresa.

Las metas deben establecerse de tal manera que sean alcanzables, que muestren un crecimiento real, independiente de la inflación y que sean un reto al personal dedicado a esta actividad. Para el caso de nuestra empresa es muy conveniente ponderar -- las metas con variación estacional, de --- acuerdo al comportamiento histórico y a -- través de alguna de las técnicas de pronosticos, de tal manera que se asemejen más - al comportamiento del mercado y constituyan en verdad un valor alcanzable y no un simple dato teórico, ésto para mantener el estímulo en la fuerza de ventas de la empresa.

Finalmente se analizó el rendimiento de la actividad productiva de la planta, puesto que esta función es la parte medular de una industria, debe ponerse especial atención en esta clase de datos, así como de compararse continuamente con datos históricos, - no por basar el desarrollo de la empresa - en un análisis retrospectivo, sino por el contrario, de tratar de superarlo continuamente para tender al 100%.

Se ha mencionado en este trabajo y en el - ámbito industrial, la gran necesidad de -- emplear los recursos racionalmente, a este respecto debemos hacer un alto y reflexionar sobre dos puntos primordiales relativos a éstos: el primero es el costo asociado - al no emplear un recurso eficientemente, - este costo, es el dejar de ganar por no -- aprovechar la capacidad total y que se suma con un efecto de mayor costo de producción, ya que al producirse menor número - de artículos, con recursos que podrían aprovecharse mejor, ésto los encarece; el -----

segundo punto - y más importante - es el - hecho de que los recursos son limitados y - el empleo ineficiente de estos revierte en nosotros mismos. En conclusión el primer - punto afecta directamente en un proceso in - flacionario, al sumarse estas condiciones - de un sinnúmero de empresas, pues el consu - midor se ve imposibilitado a comprar el -- producto y la empresa se ve afectada al -- disminuir la demanda de sus productos. El - segundo punto impacta de manera decisiva - no sólo en el ambiente empresarial, sino - en el contexto nacional, los síntomas de - este efecto no se hacen evidentes de inme - diato sin embargo su crecimiento es inexo - rable y devastador.

Todo lo anterior nos hace patente la respon - sabilidad social de la empresa, no sólo co - mo una fuente de empleo, o como productor - de un bien de cierta calidad, sino como una entidad cuya obligación con la sociedad es evidente y muy importante. Por esta razón, el interés de una compañía, por mantener - niveles elevados de productividad, no debe estar tan sólo en función de las mayores - utilidades posibles, sino del gran impac - to que afecta a toda la sociedad empezando por la propia empresa.

El rendimiento de producción de la empresa que nos ocupa es del 48.26%, los resultados de este rendimiento por las consideraciones anteriores son obvios.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

Este trabajo proporciona un enfoque fundamental sobre tópicos de actualidad de Ingeniería Industrial, integrándolos en el ambiente de un estudio aplicado a una industria metal mecánica fabricante de bicicletas.

El análisis se inicia aplicando la teoría de Sistemas, de este estudio se desprende que el problema fundamental es de información, y se diseña un sistema de información considerando los siguiente siete componentes:

- Administración General
- Administración de Ventas
- Administración de Personal
- Compra y Manejo de Materiales
- Mantenimiento
- Producción
- Control de Calidad

El objetivo de este sistema de información es provocar la coordinación de los componentes y del sistema total de tal forma que sirva la información para los propósitos de cada componente y para los propósitos del sistema que forman parte de la empresa.

Se destaca la importancia de la información para el funcionamiento del sistema y se muestra la utilidad del emplear el Enfoque de Sistemas.

El trabajo continúa con un análisis acerca de una poderosa herramienta de la Ingeniería Industrial: La Tecnología de Grupos, de la que se da una introducción de su teoría, y se dan las bases para la introducción en la empresa; así como los beneficios que se esperarían del empleo de una técnica de esta naturaleza.

La Tecnología de Grupos es una herramienta de gran ayuda para incrementar los niveles de productividad de la empresa y permite el desarrollo futuro de la empresa para la introducción de equipos controlados numéricamente CN; así como equipos con un mayor nivel de integración y de automatización, que son los controlados numéricamente por computadora -- CNC y en el futuro la Tecnología de Grupos revertirá su propio avance en la expansión empresarial al permitir el empleo de sistemas de manufactura flexible (FMS) cuyo nivel de integración sustenta el empleo de una serie de máquinas herramienta bajo el control de una computadora realizando un número de operaciones sobre diferentes piezas sin la intervención humana para alterar programas y colocaciones. Estos sistemas serán resultado del avance del manejo automático de fábrica, tecnología de sensores, notablemente en la robótica y al creciente poder de los controladores de procesos y los CNC.

Con estas expectativas y de un vistazo al futuro, se puede suponer que se verá reducida la demanda en máquinas - herramientas, sobre todo de aquellas manufacturadas por compañías pequeñas, de capital modesto, puesto que los

sistemas de Manufactura Flexible serán producidos por grandes firmas industriales. Sin embargo, se verán estimulados los servicios de ingeniería en gran cantidad de áreas como son: Instrumentación, Control, Sistemas, Cibernética, Electrónica, etc. Las inversiones para la generación de sistemas de Manufactura Flexible irán destinadas, en gran parte, a la investigación en el área de computación, tanto de Hardware como de Software, para mantener las altas tasas de desarrollo en este campo.

En el siguiente apartado se analiza la empresa empleando los diagramas Causa - Efecto o diagramas de Ishikawa, las causas principales que se consideran más relevantes son:

- Producción
- Ventas
- Recursos Humanos

La importancia de estos factores está directamente relacionada con el problema a resolver.

Los efectos principales que se tomaron son:

- Utilidades
- Crecimiento Empresarial
- Desarrollo de Recursos Humanos

La solución factible que se propuso, fue considerando la interdependencia que se da al alterar alguna de las variables del sistema, de tal suerte que los efectos converjan a los resultados esperados.



Se hace hincapié en el valiosísimo auxilio de las ayudas visuales, que permiten representar un problema, que podría considerarse como un modelo abstracto del mismo, pues permite valorar las soluciones que se plantean hasta encontrar una solución factible, que resuelva el problema, esta solución deberá intentarse que sea la óptima o lo más cercana posible a la óptima.

Estos diagramas constituyen parte de la documentación de más valor en los proyectos de análisis de sistemas, ya que resumen el problema, los factores analizados, la fecha y la solución factible. Si se construyen los diagramas, con la metodología de los ocho pasos expuesta en este trabajo, facilita la recuperación de la información e indica la secuencia que se llevó a cabo, la construcción y solución del problema con la misma sencillez que se estructura un diagrama Causa - Efecto, conduce al analista a realizar su labor de análisis, sin idealizaciones irreales de la situación, pero si con una simplificación manejable, donde solo se incluyen los factores que desea controlar y permite que con una breve explicación, sea comprendido por terceras personas, que a menudo son quienes toman las decisiones. El nacimiento de estas técnicas ha sido resultado de consultorías a grandes firmas industriales, no obstante, tienen la bondad de aplicarse a pequeñas empresas como la de este trabajo.

El trabajo concluye con un análisis de la productividad, empleando los Números Índice que se habían empleado tradicionalmente en

Economía. Este enfoque para la medición de la productividad, permite obtener valores -- considerando ponderaciones de un período elegido por el analista, de tal forma, que se puede conocer el rendimiento de la empresa -- bajo alguna circunstancia específica, o en -- relación a un período dado, cuya versatilidad facilita su uso en muy diversos análisis. Y -- al aplicarlo a varios factores, proporciona -- una medida de la productividad más general, -- más sistémica. La técnica para obtener la -- productividad con estos números, es más es -- tructurada, más elaborada que la relación -- clásica de productos obtenidos a insumos invertidos.

Con esta metodología tenemos una semblanza -- más cercana a la realidad del rendimiento de la empresa dando elementos mas valederos para la acción de control al tomador de decisiones.

Los estudios acerca del campo empresarial han sido muchos, con este trabajo se pretende dar un punto de vista renovador al analista de sistemas, al integrar Tópicos Modernos de Ingeniería Industrial en un sólo trabajo, proporcionando una guía práctica y asequible para su empleo. Las técnicas expuestas no son todas las existentes a este momento, por tanto, el camino por delante es largo y pesado -- aunque no por ésto deja de ser retador e interesante, aun quedan infinidad de técnicas por desarrollar, estudios que elaborar, trabajos que editar, problemas que reflexionar, para mejorar el mundo en que convivimos.

La plataforma que nos brinda el Enfoque de -  
Sistemas nos pone en una posición de vanguar  
dia para hacer frente a la dinámica actual.-  
Debemos ser agentes del cambio, para ser los  
catalizadores del mismo, y no las víctimas -  
de un incontrolable y explosivo avance Cien-  
tífico y Tecnológico. En este esquema, el In  
geniero Industrial tiene un papel destacado-  
que debe desempeñar.

BIBLIOGRAFIA.

- El Enfoque de Sistemas, C. West Churchman  
Editorial DIANA.
- Rediseñando el Futuro, Russell L. Ackoff  
Editorial LIMUSA.
- Introduction To Operations Research And -  
Management Science, James L. Riggs Michael  
S. Inoue.  
Editorial MC. GRAWW HILL
- Teoría General de los Sistemas, Ludwing Von  
Bertalanffy.  
Editorial FCE.
- Metodología para el análisis de Productividad  
bajo Enfoque Moderno aplicados a una Industria  
de Transformación Rubén Vázquez Rosas; Tesis-  
Profesional UNAM, Facultad de Ingeniería 1984.
- Aplicación de la Tecnología de Grupos al Con-  
trol de los Inventarios Arenzana, Navarro, Ar-  
guelles; Tesis Profesional UNAM, Facultad de-  
Ingeniería 1984.
- Cibernética y Sociedad, Norbert Wiener  
Editorial CONACYT.
- Métodos y Modelos de Investigación de Operacio-  
nes Vol. 1, Juan Prawda Witenberg.  
Editorial LIMUSA.
- Introducción a la Cibernética, J. Rose  
Editorial FCE.
- Administración de Personal, Tomo I y II, Agus-  
tín Reyes Ponce.  
Editorial LIMUSA.

- Excelsior, Sección Financiera y Cultural  
Sabado 31 de diciembre de 1983.
  
- Estadística, Spiegel  
serie Schaum's  
Editorial MC. GRAW HILL
  
- Estadística, Taro Yamane  
Editorial HARLA