

870117

5

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA



**Determinación de los Niveles de Inventarios de un Almacén  
de Sub-Ensamblés.**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA INDUSTRIAL

P R E S E N T A

**CECILIA GUTIERREZ RICHAUD**

GUADALAJARA, JALISCO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**2002**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

"ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA"

Guadalajara, Jal. Enero 10 de 1985.

Al Pasante de  
Ingeniero Mecánico Electricista  
Area: Industrial  
Srta. Cecilia Gutiérrez Richaud  
Presente.

En contestación a su solicitud de fecha 10 de Enero del presente año, me es grato informarle que la Comisión de Tesis que me honro en presidir, aprobó como tema que usted deberá desarrollar para su examen de Ingeniero Mecánico Electricista, el que a continuación transcribo:

"DETERMINACION DE LOS NIVELES DE INVENTARIOS DE UN ALMACEN DE SUB-ENSAMBLABLES"

- INTRODUCCION  
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN LOS RACKS  
DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION  
DESCRIPCION DE LOS SUB-ENSAMBLABLES UTILIZADOS  
DETERMINACION DEL MODELO A UTILIZAR  
DETERMINACION DE LOS COSTOS INVOLUCRADOS  
PRONOSTICO DE VENTA DE RACKS PARA LOS PROXIMOS 6 MESES  
DETERMINACION DE LAS VARIABLES DE LOS INVENTARIOS ADECUADOS.  
CONCLUSIONES  
BIBLIOGRAFIA.

Ruego a usted tomar nota de la copia fotografiada del presente oficio, deberá ser incluida en los preliminares de todo examen de su Tesis.

Atentamente  
"CIENCIA Y LIBERTAD"

Ing. Manuel Uriarte Razo  
Director  
Esc. de Ing. Mec. Elec.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**A mis padres**

Con todo mi cariño, por  
haber sido mi sostén,  
mi aliento, mi alegría  
y mi guía.  
Gracias por formarme  
y darme una profesión.

**A mi esposo**

Con todo mi amor  
por su apoyo que  
me brindó.

**A mis hermanas**

Cristina, Gabriela,  
Lourdes y Leticia.

**A mi Alma Mater.**

**A la Escuela de Ingeniería.**

**A mis maestros y  
compañeros.**

# I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
Descripción de los elementos que forman los Racks.	8
CAPITULO II	
Descripción del proceso de Producción.	12
CAPITULO III	
Descripción de los sub-ensambles utilizados	15
CAPITULO IV.	
Determinación del modelo a utilizar	18
CAPITULO V.	
Determinación de los costos involucrados	22
CAPITULO VI.	
Pronóstico de venta de Racks para los próximos 6 meses	31

CAPITULO VII

Análisis de las variables de los inventarios 40

CONCLUSIONES. 43

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## I N T R O D U C C I O N

### BREVE HISTORIA DE LA EMPRESA

Estral nació como sociedad en Octubre de 1980, como resultado de una co-inversión entre un grupo de inversionistas españoles y un grupo de inversionistas mexicanos.

Durante todo 1981 y el primer semestre de 1982 fué el tiempo pre-operativo, comenzando a fabricar en Julio de -- 1982.

El capital de la empresa está estructurado de la siguiente forma:

Grupo Sideg 51%: Grupo empresarial tapatío cuya principal empresa es Siderúrgica de Guadalajara, el cual ha tenido crecimiento muy rápido principalmente en empresas con relación con el acero.

Esmena 49%: Grupo empresarial asturiano que aportó -- tecnología para la nueva empresa y que a la fecha cuenta con 27 años de experiencia en estructuras de almacenaje, siendo líder en España en el segmento de estructuras de almacenaje a gran altura.

**ESTRAL** está en el mercado de estructuras de almacenaje con una capacidad de producción instalada de 600 Tons. mensuales en un turno, siendo la empresa la segunda en capacidad, del país; los productos que fabrica son los siguientes:



## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2

- Racks para cargas medias y pesadas.
- Anaquelera ligera de ángulo ranurado.
- Soportes metálicos para cables telefónicos en instalaciones industriales.
- Polín estructural tipo Mon-Tén.
- Contenedores metálicos para uso industrial.
- ESTRAL-FACIAL, estantería de ángulo ranurado para uso doméstico.

La empresa cuenta con una planta ubicada en el corredor Industrial de El Salto, Jal. con un tamaño de 14,400 - M<sup>2</sup>, de los cuales 10,000 M<sup>2</sup> están construidos en tres grandes naves; cuenta con maquinaria especializada y con el diseño más avanzado y funcional que existe en el mercado.

La estructura financiera de la empresa a la fecha escrita, pues cuenta con un total de activos de \$ 617'000,- 000.00 y capital de solo 85'000,000.00, sin embargo, su pertenencia a Grupo Sideg la asegura de problemas de solvencia o liquidez.

Sus funciones de financiamiento son diversas, cuentan con préstamos de fondos oficiales, línea de crédito con bancos privados, financiamiento del mismo Grupo Sideg, buena cartera con proveedores y un préstamo en dólares con el Banco Nacional de Comercio Exterior que a su vez lo obtuvo del Banco Exterior de España para financiar la compra del equipo de producción.

### ANALISIS DEL MACRO AMBIENTE.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.- Antes de realizar la inversión los accionistas, realizaron varios estudios de -

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

3

factibilidad en el país durante los años 1979 y 1980, encontrando que existía una necesidad muy grande de la empresa en México, la demanda superaba con mucho a la oferta.

En base a estas conclusiones, se decidió crear la empresa con una gran capacidad de producción, aprovechando el financiamiento tan atractivo que ofrecía el Banco Exterior de España que era una tasa fija del -- 9.15% anual en dólares con 2 años de gracia y amortizaciones semestrales de 5 años.

**CAMBIO ECONOMICO DEL PAIS.-** Desgraciadamente México - estaba viviendo una economía ficción cuando realizaron estudios y cuando comenzó operaciones la empresa, el medio ambiente general de México, había dado un giro de 180° con notables repercusiones para la empresa. Las principales variables que cambiaron fueron -- las siguientes:

**POLITICO:** Se expropiaron las instituciones de crédito privadas, lo que significó cambios en las fuentes de financiamiento del país, se devaluó grandemente la moneda.

**CULTURAL:** Como consecuencia de la expropiación bancaria y del conocimiento de la crisis económica, se --- efectuó un cambio en la cultura de la población, traducándose en desconfianza hacia el gobierno, manifestándose esto en dos acciones: sacar dinero del país - y completa negación a la inversión.

**ECONOMICO:** Como resultado del derroche de recursos de los años anteriores y agravado más por los cambios po

lítico y cultural que describimos anteriormente, el país se vió sumido en una gran crisis económica con las siguientes Características.

Freno total de la inversión, de crecimiento del P.I.- B. superior al 5%, se pasó a decremento.

Ausencia de nuevos financiamientos y presiones para el pago de los actuales.

Empresas que de repente quintuplicaron su deuda sin que modificaran el nivel de inversiones.

En general las consecuencias de todos estos cambios, han sido la nula inversión y una sociedad con gran desconfianza, lo que afecta grandemente a las empresas que venden bienes de capital.

SITUACION DE EMPRESAS CON PRESTAMOS EN DOLAR.- Debido a la facilidad y a lo atractivo de los financiamientos en moneda extranjera, varias empresas habian financiado su crecimiento en este tipo de financiamiento; al venir la devaluación quedaron con una situación financiera comprometida, esto afecta a ESTRAL de dos formas: por un lado muchas empresas que pudieran ser sus clientes no tienen recursos y no invierten; por otro lado debilitó bastante su estructura financiera ya que sus financiamientos más grandes son en dólares.

#### EVOLUCION DE LA EMPRESA

De Julio de 1982 a la fecha, el mercado ha estado ---

fuertemente contraído, debido fundamentalmente a dos aspectos:

- No existe todavía plena conciencia en el país de la necesidad de los racks.
- Son bienes de capital; al haberse estancado la inversión, el mercado se transformó de tal forma que la oferta supera ampliamente a la demanda.

Esto hizo que se comenzara una guerra de precios y -- servicios en donde cerraron algunas empresas, otras, que -- lo podían hacer, se dedicaron a fabricar otros artículos y las restantes se disputaban entre sí los pocos pedidos --- existentes.

La empresa ha podido subsistir durante este período -- debido a la seguridad financiera que como ya lo dijimos an -- teriormente, le dá el hecho de pertenecer a uno de los gru -- pos industriales más sanos del país.

Durante esta etapa, el objetivo fundamental de la em-- presa era lograr ventas a como diera lugar, a fin de lo--- -- grar la sobrevivencia.

Actualmente ya ha logrado un nivel de ventas que si -- bien todavía no llega a cumplir las expectativas, ya hace -- indispensable el contar con sistemas adecuados de programa -- ción y control de producción, para poder consolidar una -- imágen de seriedad y servicio que es indispensable para -- que la empresa logre sus objetivos.

## DEFINICION DEL PROBLEMA

PARA PODER LOGRAR LAS METAS QUE TIENE LA EMPRESA, ES-INDISPENSABLE QUE SE POSICIONE COMO UNA EMPRESA A --PRECIO ACCESIBLE QUE DA EL SERVICIO QUE NECESITA EL -CLIENTE, PARA LO CUAL DEBE DE TENER CAPACIDAD DE FA--BRICAR PEDIDOS URGENTES CONTINUAMENTE, AFECTANDO LO -MENOS POSIBLE LOS PEDIDOS YA PROGRAMADOS, PARA ESTO -ES INDISPENSABLE OPTIMIZAR LA UTILIZACION DE LA PERFILADORA.

## O B J E T I V O S

OBJETIVO GENERAL: DETERMINAR LOS NIVELES DE INVENTA--RIOS DE SUB-ENSAMBLES QUE FORMEN PARTE DE UN SISTEMA--DE PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION QUE MINIMICE COSTOS PARA ESTRAL, PERMITIENDO QUE SE LOGREN LAS--METAS DE MERCADO QUE SE TIENEN FIJADAS.

OBJETIVOS ESPECIFICOS: DICHO NIVEL DE INVENTARIOS DE--BE ESTAR DETERMINADO DE TAL FORMA QUE:

1. ELIMINE EL CUELLO DE BOTELLA QUE ES LA PERFILADORA
2. PERMITA A LA EMPRESA RESPONDER ACTUALMENTE A LOS PE--DIDOS URGENTES.
3. MINIMICE COSTOS, TOMANDO EN CUENTA LOS COSTOS DE -OPORTUNIDAD.
- 4.- PERMITA LA MAYOR CAPACIDAD DE PRODUCCION.

ALCANCE DEL PROYECTO

LA DETERMINACION DEL NIVEL OPTIMO DE INVENTARIOS, ES-SOLO SI SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS QUE INTERVINIERON EN EL ANALISIS: POR LO QUE MAS QUE UNA REGLA FIJA ES UNA AYUDA PARA LA ADMINISTRACION.

SUPUESTOS:

- LOS COSTOS INVOLUCRADOS ESTAN CORRECTAMENTE DETERMINADOS Y SON FIJOS.
- SE CUMPLE CON EL PRESUPUESTO DE VENTAS INDICADO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## C A P I T U L O I

## DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN LOS RACKS.

1.1 Breve descripción de los Racks.

Las estructuras de acero para almacenaje medio y pesado (Racks) son los herederos de las antiguas estanterías - de madera, con más ventajas que éstas en cuanto a funcionalidad y seguridad.

Las utilizan las empresas como una herramienta para poder controlar mejor sus inventarios.

Como se puede apreciar en la figura No. 1 de una de las instalaciones de la empresa: constan fundamentalmente de 2 tipos de elementos.

Estructuras verticales (Marcos); Estructuras Horizontales (Vigas).

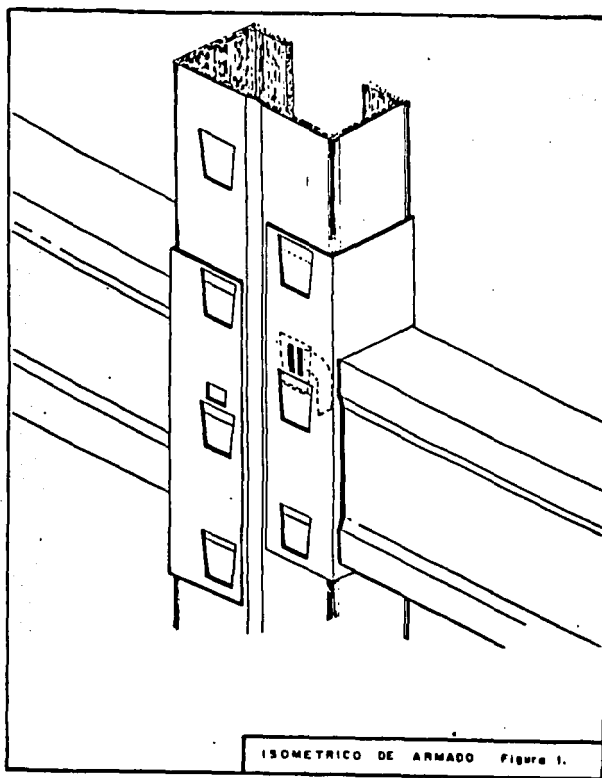
## 1.2 Marcos:

Los marcos como dijimos anteriormente son las Estructuras verticales, como se aprecia en la figura No. 2; están perforados, a fin de permitir funcionalidad en cuanto a variar alturas de localización de las mercancías.

Cuentan con elementos auxiliares (Diagonales y Travesaños) a fin de poder soportar las cargas para las cuales están diseñadas.

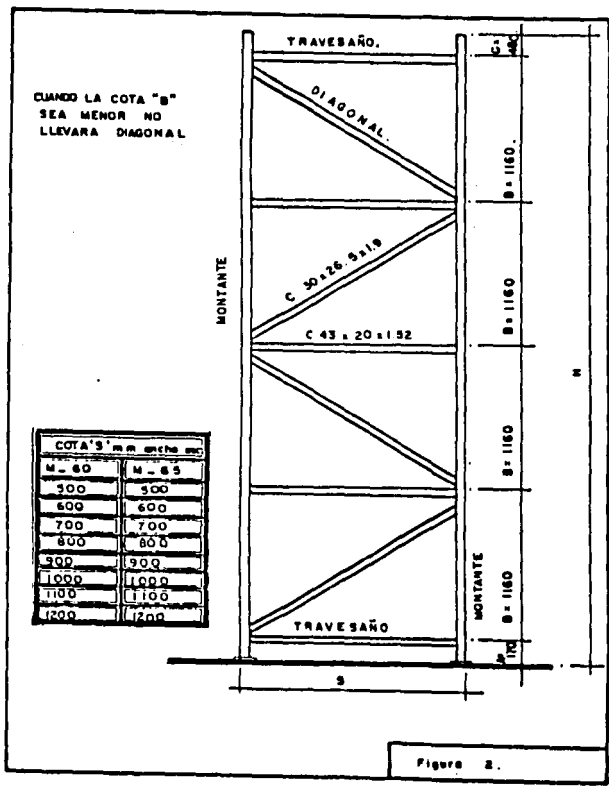
En su base cuentan con una placa que cumple dos funciones: repartir la carga a un área más grande del piso y-

8-A



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

proporcionar un elemento de fijación (anclaje) al piso, a fin de poder soportar cargas elevadas.

Existen dos tipos de marcos el M-65 y el M-80; la diferencia entre los dos es solamente en cuanto a su capacidad de carga. El M-80 está diseñado para soportar 12 Tons. de carga estática y el M-65 para 8 Tons.

Todos los marcos se pueden fabricar a diferentes alturas, pudiendo ser de una sola pieza hasta 14 M y ensamblados para alturas más grandes, la altura del marco depende de las necesidades del cliente.

También los marcos se fabrican en anchos que varían de 500 mm. a 1,200 mm. De acuerdo a como conviene más para que el cliente optimice la utilización de sus recursos.

### 1.3 Vigas.

El elemento horizontal de las estructuras son las vigas.

Están diseñadas de tal forma que optimicen la utilización del material, constan de dos partes; el cuerpo y las orejas.

El cuerpo está formado por dos perfiles soldados en caja a los cuales se les sueldan orejan en los extremos, que tienen la función de unir las vigas a los marcos y transmitir las cargas de los mismos.

Existen 5 tipos de vigas que también varían entre sí - solo por la capacidad de carga que resisten, sin embargo a los 5 tipos de vigas se les pone el mismo tipo de oreja a -

fin de simplificar control de las mismas y evitarse gasto--  
excesivo en troqueles ya que los troqueles de fabricación -  
de las orejas son muy complicados y en consecuencia signifi-  
can una inversión muy fuerte.

Las vigas se fabrican de diferentes longitudes, de ---  
acuerdo a las necesidades del cliente.

#### 1.4 Ménsulas y Vigas paleta:

Existe un sistema de almacenaje que ahorra espacio al-  
reducirse la cantidad de pasillos necesarios, su nombre es-  
el sistema Drive-In, pero solo es utilizable cuando la mer-  
cancia cumple con ciertas características.

Este sistema modifica el diseño de las vigas, utilizán-  
dolas en otro sentido y creando otro elemento de unión de -  
las vigas con los marcos que son las Ménsulas.

Dicho cambio es con el fin de que el montacargas pueda  
transitar por el espacio destinado al almacenaje cuando no-  
hay mercancía.

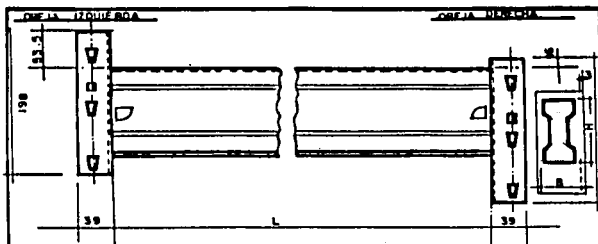
Las ménsulas también tienen orejas, que son las mismas  
de las vigas y su diseño se puede apreciar en la figura No.  
3.

Las vigas paleta son las vigas que ahora corren en el-  
otro sentido (hacia la profundidad) y están sujetas median-  
te tornillos a las ménsulas.

#### 1.5 Accesorios.

A fin de cubrir todas las necesidades de almacenaje, -

10-A



CARGA EN KG. POR PAR DE VIGAS.

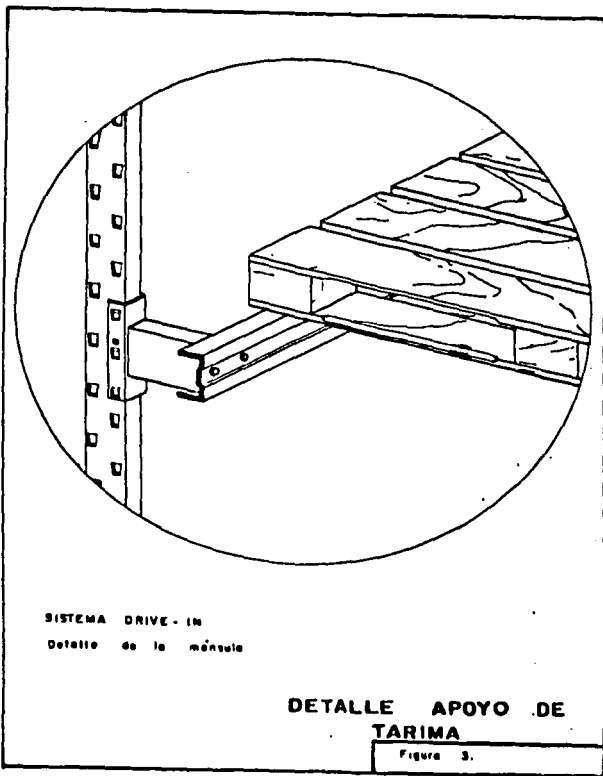
CLARO m.m.	SECCION DE LA VIGA m.m.					
	45 x 25	70 x 30	95 x 35	100 x 40	110 x 40	120 x 50
3900			680	1000	1300	1660
3660			800	1170	1520	2130
3350			960	1400	1720	2340
3054			1180	1630	1900	2530
2740		370	1300	1830	2100	2685
2440		780	1490	2060	2380	3225
2280	240	840	1600	2220	2580	3480
2080	280	970	1770	2480	2830	3825
1930	380	1108	2000	2770	3190	4310
1820	580	1338	2400	3340	3830	5190
1220	750	1670	3000	4170	4800	6470

FLECHA = L / 250

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

los Racks, cuentan con una serie de accesorios cuya finalidad es la de resolver problemas específicos, dichos accesorios son:

- Defensas protectoras para los marcos contra golpes de montacargas.
- Distanciadores entre marco y marco.
- Travesaños para poder colocar mercancías con dimensiones menores a los estándares.
- Travesaños porta-tambos para el almacenaje de tambos.
- Páneles metálicos para la utilización de los Racks en el almacenaje manual (sin tarimas).



SISTEMA DRIVE-IN  
Detalle de la ménsula

DETALLE APOYO DE  
TARIMA

Figura 3.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## C A P I T U L O    I I

## DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION

## 2.1 Explicación del proceso:

La materia prima que se recibe en rollos de acero y hojas de acero, directamente del fabricante.

Como se puede ver en los diagramas que anexamos, cada elemento inicia paralelamente hasta llegar al área de soldaduras que es donde se realiza el ensamble.

Los elementos que tienen un conformado continuo, inician mediante un corte longitudinal a medida específica y de ahí pasan a la perfiladora en donde se les dá forma, se troquelan los que se necesite y se cortan a medidas determinadas, para de ahí pasar a esperar el ensamble.

Los otros elementos de dimensiones más pequeñas, comienzan el corte en las cizallas y de ahí pasan a las troqueladoras y dobladoras que les dan la forma necesaria pasando después al almacén de sub-ensambles a esperar el ensamble.

Una vez que se tienen todos los elementos listos se pasan a las mesas de soldadura, especialmente diseñadas para facilitar el trabajo; en donde se ensamblan las piezas y quedan listas para pasar al tren de pintura, el cual trabaja por medio de un transportador automático, y que cuenta con tres pasos: tratamientos, pintado, y secado.

Al material se le hace pasar por baños químicos de desengrasado, fosfatado y pasivado a fin de prepararlo para garantizar la calidad de la pintura, es pintado en cabina y posteriormente secado al horno a temperatura de 150°C.

Después de estos pasos, el material recibe la inspección final y es pasado al almacén de producto terminado, en donde se fleja y se manda al lugar de la instalación.

Durante todo el proceso existen estaciones de inspección a fin de detectar desviaciones en cuanto ocurran.

## 2.2 Importancia de la perfiladora.:

La perfiladora es la máquina que dicta la capacidad de la planta, pues es única y es fundamental para todas las líneas de productos.

De las 6 líneas de productos que maneja la empresa, solo los soportes metálicos para cables no pasan por la perfiladora, pero dichos soportes representan un porcentaje muy bajo de la facturación total.

La línea que se tuvo que incluir para poder lograr más facturación en lo más agudo de la crisis (el polín estructural tipo Mon-Tén) lleva el 80% de su proceso en esta máquina.

La ventaja competitiva que tiene ESTRAL, es precisamente el contar con esta máquina, pues así optimiza la forma de los perfiles, otorgando la misma capacidad de carga con menor cantidad de material.



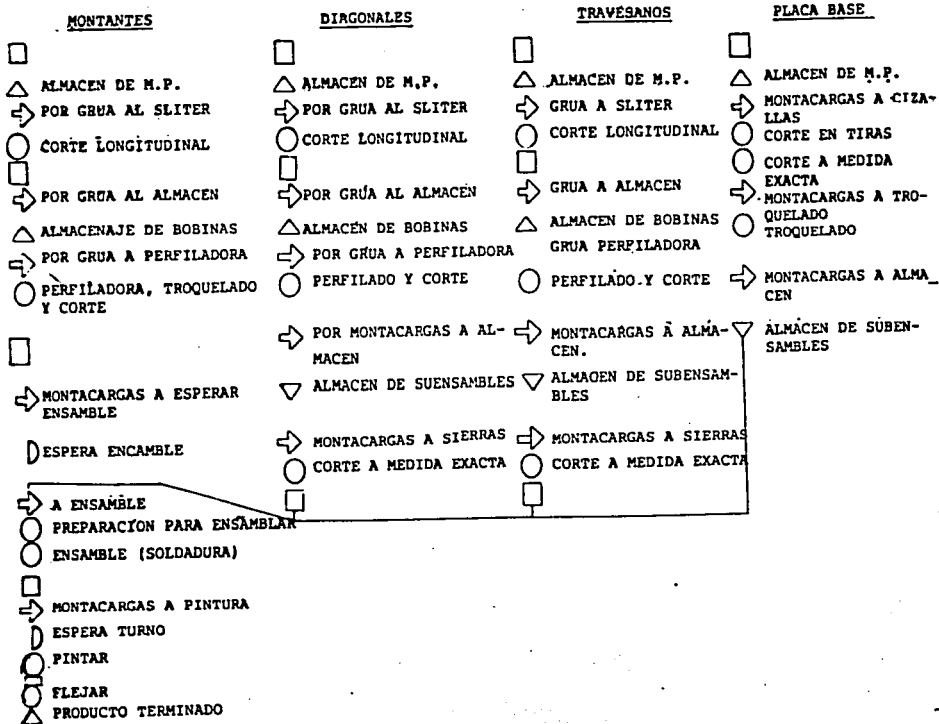
Esta máquina representa un cuello de botella y en la actualidad se ha resuelto dicho cuello, trabajándola 2 turnos y en ocasiones hasta 3; sin embargo esta solución es -- bastante cara y consideramos que este problema se podría eliminar con una programación adecuada de esta máquina.

La máquina es totalmente automática y una vez que está a punto, saca mucha producción en periodos cortos de tiempo, pero el calibrarla para perfilar un producto diferentes bastante tardado, el menor tiempo que se ha podido tener para un cambio de producto es de medio turno; sin embargo - si hay complicaciones, con frecuencia se tarda el turno completo y se pierde bastante material en las pruebas.

Es por lo cual indispensable el contar con un inventario adecuado en el almacén de sub-ensambles, para reducir-- al máximo los cambios de producto en la perfiladora.

De igual forma el proceso de cambio de troqueles y defugas en las cizallas, troqueladoras y dobladoras es bastante tardado, aún cuando estas máquinas no representen cuellos de botella para la empresa.

DIAGRAMAS DE FLUJO M A R C O S



TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN



## C A P I T U L O   I I I

## DESCRIPCION DE LOS SUB-ENSAMBLES UTILIZADOS.

- 1.- Placa Base
- 2.- Diagonales
- 3.- Travesaños
- 4.- Orejas.

## 3.1. Placa base:

La placa base, como su nombre lo indica, funciona como base del marco y se une a los montantes mediante soldadura.

Se fabrica en plancha nivelada de un espesor de 3/8 de pulgada tanto para marcos M-80 como para M-65. Las dimensiones son: para M-80 115 x 115 mm. y un peso de 1. 0 Kg.; para un M-65 la medida es de 80 x 115 mm. y pesa 0.7 kgs., ambas -- placas llevan una perforación de 18 mm. de diámetro, por -- donde se pasa un taquete para fijar el marco al piso.

## 3.2 Diagonales.

Las diagonales son perfiles de lámina negra que forman parte del marco y que se colocan en forma diagonal entre -- montantes y travesaños.

Se fabrican en lámina de lra. rolada en caliente en ca libre 14 (espesor 1.9 mm. ).

El fleje a partir del cual se hace el conformado en máquina perfiladora, puede ser de dos medidas, de acuerdo al marco para el que se debe fabricar, para M-80 el fleje es de 75 mm., que nos da un perfil tipo "C" de las medidas de 43 mm. de ancho por 20 mm. de peralte; el perfil para diagonales de M-65 es de 30 mm. de ancho por 26 mm. de peralte y también el fleje es de 75 mm.

Estas características en dimensiones están calculadas para las capacidades de carga que tienen estos dos tipos de marcos.

Las longitudes de las diagonales van en función del ancho del marco.

El número de diagonales están en función de la altura del marco.

### 3.3 Travesaños

Los travesaños, junto con los montantes completan la lista de elementos que forman un marco. Al igual que las diagonales, los travesaños son perfiles de lámina negra de rolada en caliente y en calibre 14.

Los travesaños se colocan en forma perpendicular a los montantes, dando la separación entre éstos que requiere el ancho del marco.

Los perfiles utilizados como travesaños son : Para M-80 perfil de 68 mm. de ancho por 25 mm. de peralte, fabricado de un fleje de 111.0 mm; para M\_65 se utiliza perfil de 43mm de ancho por 20 mm. de peralte, a partir de un fleje de 75 mm.

La longitud del travesaño esta en función del mismo -- del marco y, el número de travesaños por marco en función de la altura de éste.

#### 3.4 Orejas.

Las orejas son el complemento de los perfiles ensamblados en la conformación de una viga.

Su función es la de unir las estructuras horizontales a las verticales, mediante tres resagues llamados uñas y -- que entran en las perforaciones del montaje.

Se fabrican en lámina negra de lra. nivelada en calibre 9 ( espesor = 3.8 mm ).

Las dimensiones de la oreja son las siguientes: 50 x - 38 en sus lados y una longitud de 198 mm. y un peso de 0.53 1 Kgs./Pza.

Se tiene un solo tipo de oreja, que es funcional para todos los tamaños de vigas que se manejan.

Cada viga lleva dos orejas.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## C A P I T U L O   I V

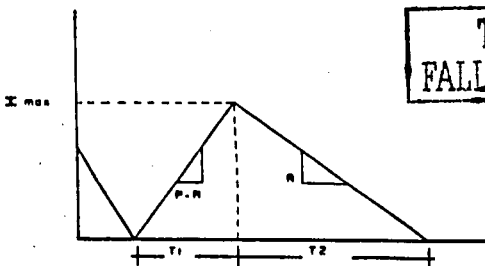
## DETERMINACION DEL MODELO A UTILIZAR.

Una vez descrito el problema y detallado su ambiente - y partes que lo conforman, procederemos a modelar tal situación problemática, como primer paso para solucionar el problema.

Considerando que el sistema de inventario de sub-ensambles cuenta con las siguientes características:

- Se tiene una razón de producción de sub-ensambles la cual consiste en transformar materia prima del proceso de producción global en sub-ensambles de ese mismo proceso (la razón de producción está en sub-ensambles/Unidad de tiempo).
- Se cuenta con una razón de consumo de sub-ensambles, o sea esto viene siendo la tasa de retorno (sub-ensambles / Unidad de tiempo) de los sub-ensambles de la línea de producción.
- Existe un costo de mantener el inventario de sub-ensambles en la planta; como puede suponerse, la base para la determinación de este costo, es el valor acumulado de los sub-ensambles hasta esa etapa del proceso productivo.
- Por lo que podríamos decir que nuestro costo de mantener inventarios es un porcentaje de este valor (esta en \$/U-año).

- Hay un costo en el que se incurre cuando se decide producir determinado tipo de sub-ensamble, el cual tiene como parte medular los costos incurridos en configurar parte del sistema productivo para la realización de tal sub-ensamble (esta en \$/orden).
- El sub-ensamble tiene un costo.
- Debe considerarse que una vez que se determine el inventario de sub-ensambles no habrá acumulación de requerimientos de producción de sub-ensambles a ser satisfechos, esto se debe a que al no haber inventario de los mismos, éstos se producirán conforme a las órdenes de producción lo vayan demandando, tal cosa elevaría el costo de producción y alargaría el tiempo de fabricación.
- Basándose en las características del inventario de sub-ensambles se determinó que su conceptualización es la siguiente:



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Donde:

R = Razón de demanda (Unidad/Tiempo)

P = Razón de producción (Unidad/Tiempo)

T1 = Tiempo de producción

T2 = Tiempo en que se consume el inventario máximo.

Imax = Inventario máximo

Para poder crear el modelo matemático del inventario, tomaremos como medida de desempeño del mismo, su costo total.

$$K = \frac{SD}{Q} + CD + IC \frac{Imax}{2} \quad I \max = \frac{Q}{P} (P-D)$$

$$K = \frac{SD}{Q} + CD + \frac{ICQ}{2} \frac{(1-D)}{P} = Q \frac{(1-D)}{P}$$

$$\frac{DK}{DQ} = \frac{-SD}{Q^2} + \frac{IC}{2} \frac{(1-D)}{P} = 0$$

$$\frac{SD}{Q^2} = \frac{IC}{2} \frac{(1-D)}{P}$$

$$Q = \frac{2SD}{IC (1-D)}$$

- S = Costo fijo de ordenar (\$/orden)
- Q = Tamaño del lote o pedido (unidad de sub-ensamble)
- I = Poniendo el costo unitario del artículo asignable al costo de llevar el inventario (\$/Unidad de --- tiempo)
- C = Costos o valor unitario del artículo (\$/Unidad de sub-ensamble)
- Q = Tamaño del lote o pedido óptimo (Unidades de sub-ensamble)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## C A P I T U L O V

## DETERMINACION DE LOS COSTOS INVOLUCRADOS.

Una vez seleccionado el modelo de inventario a seguir, es necesario determinar los costos involucrados, a fin de poder establecer los valores que han de ser manejados en dicho modelo.

A continuación se presenta el detalle de los costos -- que habrán de influir en el nivel de inventarios óptimo que se requiere.

Costo a cambio de Producto ( por Máquina ).

En base a recientes estudios efectuados por el Departamento Técnico de ESTRAL, los costos involucrados en los cambios de producto así como los tiempos requeridos por estos cambios, en cada una de las máquinas que intervienen en la fabricación de las piezas para los Racks, son los siguientes:

## PERFILADORA:

(Utilizada en la elaboración de los diagonales y travesaños)

Costo total por hora	\$ 13,216.52
Costo de material desperdiciado en cada cambio de producto.	673.88
Tiempo requerido para efectuar un cambio de producto.	4 horas.

Costo de cambio de producto = (13,216.52) (4) + 673.88  
 = \$ 53,539.96.

**CIZALLA:**

(utilizada en la elaboración de las Orejas y Placa Base).

Costo total por hora	\$ 1,712.20
Costo de material desperdiciado en cada cambio de producto.	0.00
Tiempo requerido para efectuar un cambio de producto.	10 min
Costo de cambio de producto = (1,712.20) (1/6)	---
= \$ 285.37	

**TROQUELADORA:**

(utilizada en la elaboración de las Orejas y Placas Base)

Costo total por hora	\$ 1,131.17
Costo de material desperdiciado en cada cambio de producto	0.00
Tiempo requerido para efectuar un cambio de producto.	1 hora
Costo de cambio de producto	= 1,131.17

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## PLEGADORA:

( Utilizada en la elaboración de las Orejas ).

Costo total por hora	\$ 1,137.64
Costo de material desperdiciado en cada cambio de producción.	0.00
Tiempo requerido para efectuar un cambio de producto.	1 hora.
Costo de cambio de producto.	= \$ 1,137.64

Es conveniente mencionar que en los costos por hora de cada máquina, fueron considerados los costos de mano de obra, mantenimiento, depreciación (equipo y maquinaria), gastos de Administración y ventas y energía eléctrica.

5.1 COSTO ADMINISTRATIVO DE ORDENAR.

El costo administrativo de ordenas fué determinado en base a tiempo y salarios integrados, requeridos por el personal involucrado en la atención de cada orden de trabajo, quedando conformado este costo de la siguiente forma:

- a) Tiempo de preparación de cada orden (Programación) -- (sueldo integrado por hora de jefe de programación, programador y controlador):

$$30 \text{ minutos/orden} = 0.5 (473.50 + 311.48 + 203.48) = \$ 494.23$$

- b) Tiempo para entrega de material (almacén) (sueldo - integrado por hora de almacenista) 15 minutos/orden = 0.25 (251.81) = 62.83

- c) Tiempo de supervisión (producción) (sueldo integrado por hora de supervisor de producción)

$$10 \text{ minutos/orden} = 1/6 (303.00) = 50.50$$

- d) Papelería.

$$\begin{array}{rcl} \text{(estimado del costo de la papelería requerida por -} \\ \text{orden)} & = & 80.00 \end{array}$$

- e) Proceso de papelería (Contabilidad) (Sueldo integrado por hora del jefe de Costos y 2 auxiliares)

$$\begin{array}{rcl} 60 \text{ minutos/orden} & = & (292.84 + 251.31 + 251.31) - \\ & = & 795.46 \end{array}$$

$$\text{COSTO TOTAL POR ORDEN} = 1,483.02$$

### Costo Financiero

En base a las tasas de interés y los créditos vigentes, el departamento de finanzas de ESTRAL tiene fijado actualmente un costo financiero del 4.4% mensual.

### 5.2 Costo de Almacenamiento

- a) Costo de área de almacenamiento. Para este costo se tomó en cuenta el costo proporcional de la nave de la planta (depreciación) y del costo financiero -- del metro cuadrado (4,180.00 X 0.044) del área donde se ubica la fábrica.

<u>PZA</u>	<u>TIPO DE PERFIL</u>	<u>COSTO POR AREA - DE ALMACENAMIENTO X MT. LINEAL- O PZA./BIMESTRE.</u>
Travesaño M-80	68 X 25	1.9822 /Mt. Lineal
Diagonal M-80	43 X 20	1.6725 /Mt. Lineal
Travesaño M-65	43 X 20	1.6725 /Mt. Lineal
Diagonal M-65	30 X 26	1.4517 /Mt. Lineal
Placa Base M-80	115 X 115	0.0451 /Pza.
Placa Base M-65	80 X 115	0.0422 /Pza.
Orejas	50 X 38 X 198	0.0486 /Pza.

b) Costo del equipo de almacenamiento. A fin de determinar este costo se parti6 del costo financiero de estos equipos (Eslever 200.000 X 0.044 y contenedor 35.000 X 0.044) prorrasteando entre el n6mero de piezas que puedan almacenar.

<u>PZA</u>	<u>TIPO DE PERFIL</u>	<u>COSTO DE EQUIPO DE ALMACENAMIENTO POR MT. LINEAL O PZA./BIMESTRE.</u>
------------	-----------------------	--

En Eslever

Travesaño M-80	68 X 25	\$ 1.6454 / Mt. Lineal
Diagonal M-80	43 X 20	1.1120 / Mt. Lineal
Travesaño M-65	43 X 20	1.1120 / Mt. Lineal
Diagonal M-65	30 X 26	1.1120 / Mt. Lineal

## En Contenedor:

Placa Base M-80	115 X 115	1.2032 / Pza.
Placa Base M-65	80 X 115	0.8020 / Pza.
Oreja	50 X 38 X 198	1.6426 / Pza.

c) Costo financiero. Este costo se refiere al costo financiero del material que se tiene en inventario, - es decir, es el de 4.4% del costo unitario de cada-pieza que se mantenga bimestralmente en el almacén.

<u>PIEZA.</u>	<u>TIPO DE PERFIL</u>	<u>PESO UNITARIO</u> ( Kg/Mt <sup>2</sup> )
Travesaño M-80	68 X 25	1.653
Diagonal M-80	43 X 20	1.117
Travesaño M-65	43 X 20	1.117
Diagonal M-65	30 X 26	1.117
Placa Base	115 X 115	0.9876
Placa Base	80 X 115	0.6871
Orejas	50 X 38 X 198	0.5317

COSTO X KG.                      COSTO FINANCIERO X METRO LINEAL O -  
PIEZA (BIMESTRE)

92.06	\$	13.3924
92.06		9.0491
92.06		9.0491
92.06		9.0491
92.06		8.0001
92.06		5.5668
92.06		4.3074

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Ejemplo: 0.5317 X 92.06 X 0.044 X 2 = 4.3074



- d) Costos Control de Almacén: A efectos de la determinación de este costo se tuvieron dos supuesto: 1) - dado que la persona que controla este almacén controla tres almacenes más (Materia Prima, materiales y desperdicios) se estimó un 25% de su sueldo integrado como Base; 2) Se prorrateó este costo sobre un promedio de 25.000 piezas mensuales, dado los -- promedios de piezas pronosticados.

$$\text{Costos control de Almacén mensual} = 0.25 (38,145.-- \\ .36) / 25,000 = 0.3814$$

$$\text{Costo control de Almacén bimestral} = 0.3814 \times 2 = \\ 0.7628$$

### 5.3 Costo de Oportunidad

Este costo se consideró como el representativo de mantener al departamento de soldadura ocioso, en virtud de contar con sub-ensambles para trabajar.

El departamento técnico de ESTRAL, en base a sus estudios señaló el siguiente costo.

$$\text{Costo de Dpto. de Soldadura} = 3.007.32 / \text{Hora.}$$

Cabe mencionar que aquí se considera mano de obra, mantenimiento, administración, venta etc. del departamento

Basados en los datos anteriormente mencionados, llegamos a determinar los valores necesarios para la aplicación-

del modelo de inventario seleccionado para cada uno de los materiales utilizados.

1	Perfil	58 X 25	mm
2	Perfil	43 X 20	mm
3	Perfil	30 X 26	mm
4	Placa Base	115 X 115	mm
5	Placa Base	80 X 115	mm
6	Orejas	50 X 38 X 198	mm

P	Razón de Producción (piezas/Bimestre)
R	Razón de demanda (Piezas/Bimestre)
S	costo de ordenar (\$ / orden)
CI	Costo de mantener inventario

P = Capacidad de producción (obtenida de los datos de la Gerencia técnica.

P1 =	179,045
P2 =	179,045
P3 =	179,045
P4 =	36,288
P5 =	36,288
P6 =	80,680

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

R = Demanda de Noviembre + Demanda de Diciembre.

R1 =	2,361	+	2,702	=	5,063
R2 =	3,589	+	4,108	=	7,697
R3 =	2,414	+	1,330	=	2,492

R4 =	1,162	+	1,330	=	2,492
R5 =	1,295	+	1,480	=	2,774
R6 =	13,584	+	15,544	=	29,128

S = Costo de puesta en operación + Costo Administrativo de ordenar.

S1 =		53,539.96	+	1,483.02	=	\$ 55,023.00		
S2 =		53,539.96	+	1,483.02	=	55,023.00		
S3 =		53,539.96	+	1,483.02	=	55,023.00		
S4 =	285.37	+	1,131.17	+	1,483.02	= 2,900.00		
S5 =	285.37	+	1,131.17	+	1,483.02	= 2,900.00		
S6 =	285.37	+	1,131.17	+	1,137.64	+	1,483.02	= 4,037.00

CI	=	AREA	+	EQUIPO	+
CI1	=	1.9822	+	1.6454	+
CI2	=	1.6725	+	1.1120	+
CI3	=	1.4517	+	1.1120	+
CI4	=	0.0451	+	1.2032	+
CI5	=	0.0422	+	0.8020	+
CI6	=	0.0486	+	1.6426	+

ADMVO.	+	FINANCIERO
0.7628	+	13.3914 = \$ 17.7818
0.7628	+	9.0491 = 12.5964
0.7628	+	9.0491 = 12.3756
0.7628	+	8.0001 = 10.0120
0.7628	+	5.5668 = 7.1738
0.7628	+	4.3074 = 6.7614

## C A P I T U L O VI

PRONOSTICO DE VENTA DE RACKS PARA LOS PROXIMOS  
6 MESES

ESTRAL tiene como objeto general de mercado posicionarse como la empresa que dá más servicio a precios accesibles y lograr consolidarse en 1985 como la segunda empresa en -- venta de Racks en el país.

El servicio consiste en:

- Auxiliar adecuadamente al cliente en el diseño de su almacén.
- Fabricar en el tiempo que lo requiere el cliente.
- Instalar de acuerdo a la mejor utilización del espacio y causando, el mínimo de problemas a la operac---ción normal del cliente.

En cuanto al precio accesible, la estrategia, es estar más abajo del líder (caprefasa).

Como se observa en la gráfica, el ritmo de crecimiento de venta de Racks ha sido grandísimo en lo que va del año, - esto se debe fundamentalmente a:

- La participación inicial de ESTRAL en el mercado era mínima, por lo que eran factibles incrementos muy -- grandes.

- Hasta este año se integraron los recursos necesarios para poder lograr las metas propuestas (fundamentalmente gente capacitada que asesorará a los distribuidores y representantes).
- El mercado se reactivó paulatinamente durante todo-- 1984.

Según nuestras apreciaciones, el medio ambiente nos va a permitir seguir con este ritmo de crecimiento, para lo -- que resta del año, sin embargo para 1985 aún cuando proyectamos seguir creciendo, lo haremos a un ritmo muy diferente debido a que el medio ambiente va a tener otras características.

Las principales razones por las que proyectamos un ritmo diferente para 1985 son las siguientes:

- En 1984 se concluye la etapa del crecimiento inicial acelerado para la empresa, pues podríamos decir que ya casi llegó al dominio relativo del mercado que le tiene que corresponder, de aquí en adelante le va a ser mucho más difícil ganar dominio del mercado.
- Para 1985, aún cuando consideramos que el mercado va a continuar reactivándose, pensamos que lo hará a un ritmo más lento.
- Al ya no tener tanta capacidad, disponible, la empresa se verá en dificultades para dar el servicio necesario, por lo que su crecimiento tendrá que ser más lento.

Paralelamente a estas consideraciones, realizamos un sondeo entre el personal de mercadotecnia que para que nos dieran sus pronósticos para los próximos 6 meses, en base a negocios que están cotizando y apreciaciones que tengan del mercado.

Todos éstos datos nos dieron la pauta el valor que le tenemos que dar a los datos históricos.

Analizamos los datos históricos mediante varias técnicas de pronóstico, utilizamos promedios móviles dobles y análisis de tendencias con los siguientes tipos de ecuaciones:

Ecuación Lineal  $y = ax + b$

Ecuación Exponencial  $y = aebx$

Ecuación Polinomial cuadrática

$$Y = a + bx + cx^2$$

Ecuación Polinomial cúbica

$$Y = a+bs+cx^2+ dx^3$$

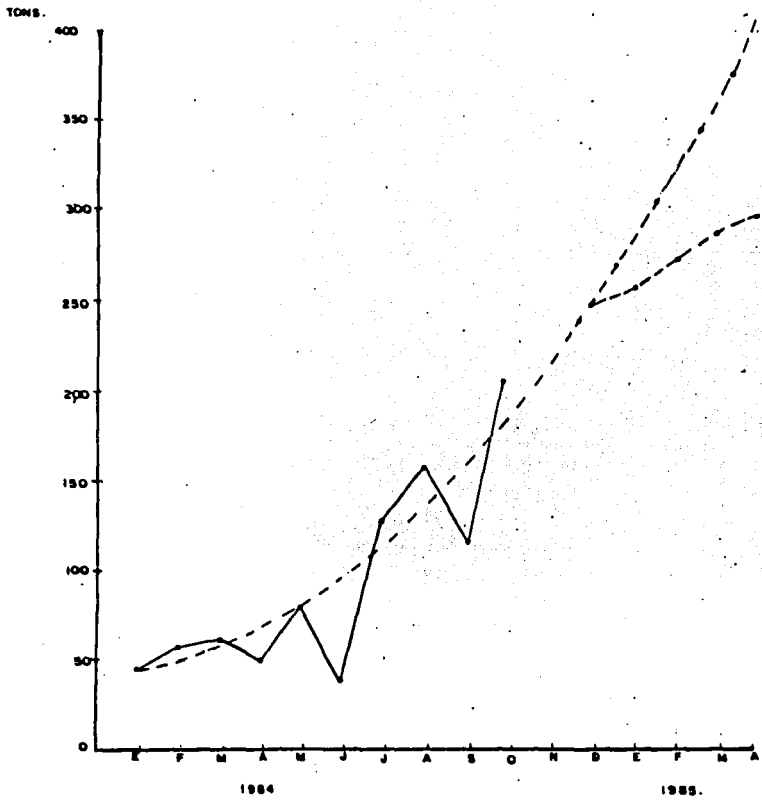
Y encontramos que los datos históricos se acercaban más al último tipo de ecuación, en donde tenemos los siguientes datos:

$$R^2 = 0.87 \quad y = 47.65 - 1.58x + 1.78x^2 - 0.02x^3$$

Para llegar a esta ecuación, eliminamos el dato del mes de Julio que fué extraordinario, debido a una crisis del personal de ventas de la empresa.

Ya con ésta ecuación y analizando los datos obtenidos del medio ambiente, realizamos nuestro pronóstico, el cual se muestra en la hoja anexa.

34-A



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



ESTRAL, S.A. DE C.V.  
 PROYECTO DE VENTAS NOV. 1984-ABRIL 1985  
 (Datos en Toneladas)

<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Yc</u>	<u>CREDITOS DE</u> <u>AJUSTE.</u>	<u>VENTAS AJUSTA</u> <u>DAS Yc</u>
1	46	47.82		48
2	57	51.45		51
3	63	58.41		58
4	52	68.61		69
5	82	81.85		82
6	38	98.31		98
7	131	117.60		118
8	162	139.70		140
9	119	164.52		165
10	210	191.94		192
11		221.88 x	1.00	= 222
12		254.21 x	1.00	= 254
13		288.84 x	0.90	= 260
14		326.66 x	0.85	= 277
15		364.56 x	0.80	= 292
16		405.45 x	0.75	= 304

Ecuación Polinomial  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Donde:

$$\begin{aligned} a &= 47.65 \\ b &= 1.58 \\ c &= 1.78 \\ d &= 0.02 \\ R^2 &= 0.87 \end{aligned}$$

NOTA: Para efectos de encontrar la ecuación de proyección se eliminó el dato Núm. 6

En vista de la imposibilidad de hacer un pronóstico -- exacto de qué unidades se van a vender, pues los Racks son " un traje a la medida ", pero basándonos en que se puede estandarizar en "unidades tipo" sin perder validez el pronóstico y basándonos en la experiencia de la empresa y la apreciación del medio ambiente por sus funcionarios, presu- puestamos con la siguiente mezcla de ventas.

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO UNITARIO</u> <u>( KGS )</u>	<u>8</u>
Marcos M-80 de 900 x5,500	64.1	10
Marcos M-80 de 800 x3,300	37.8	4
Marcos M-65 de 900 x5,500	50.4	6
Marcos M-65 de 600 x3,300	29.0	5
Vigas 120 x 50 x 2,400	18.4	13
Vigas 110 x 40 x 2,400	16.0	11
Vigas 100 x 40 x 2,400	15.0	13
Vigas 95 x 35 x 2,400	12.0	4

Vigas 70 x 30 x 2,400	9.2	1
Ménsulas Drive-In	1.4	1
Otros accesorios	-	32

Lo que nos dá los siguientes pronósticos en unidades -  
físicas:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

38

CONVERSION DE TONELADAS PRONOSTICADO A UNIDADES FISICAS

P I E Z A	PESO UNIT	Q	NOV		DIC		ENERO		FEB.		MARZO		ABR.	
			TON.	PZS.	TON.	PZS.	TON.	PZS.	TON.	PZS.	TON.	PZS.	TON.	PZS.
Marco M-80 900 x 5,500	64.1	10	22.20	346	25.40	396	26.00	406	27.70	234	29.20	456	30.40	474
Marco M-80 800 x 3,300	37.8	4	8.88	235	10.16	369	10.40	275	11.08	293	11.68	309	12.16	322
Marco M-65 800 x 5,500	50.4	6	13.32	246	15.24	302	15.60	310	16.62	330	17.52	348	18.24	362
Marco M-65 600 x 3,300	29.0	5	11.10	383	12.70	438	13.00	448	13.85	478	14.60	503	15.20	5524
Viga 120 x 50 x 2,400	18.4	13	28.86	1568	33.02	1795	33.80	1837	36.01	1957	37.96	2063	39.52	2148
Viga 110 x 40 x 2,400	16.0	11	24.42	1526	27.94	1746	28.60	1788	30.47	1904	32.12	2008	33.44	2090
Viga 100 x 40 x 2,400	15.0	13	28.86	1924	33.02	2201	33.80	2253	36.01	2400	37.96	2531	39.52	2653
Viga 95 x 35 x 2,400	12.0	4	8.88	740	10.16	847	10.40	867	11.08	923	11.68	973	12.16	1013
Viga 70 x 30 x 2,400	9.2	1	2.22	241	2.54	276	2.60	283	2.77	301	2.92	317	3.04	330
McSulas	1.4	1	2.22	1586	2.54	1814	2.60	1857	2.77	1979	2.92	2086	3.04	2171
Otros	----	32	71.04		81.28		83.20		88.64		93.44		97.28	
T O T A L	----	100	222		254		260		270		292		304	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

29

CONVERSION DE LAS UNIDADES FISICAS PRONOSTICADAS A CANTIDADES DE MATERIA PRIMA REQUERIDA

PIEZA	SUB-ENSAMBLES	DIMENSIONES	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	UNIDAD
Marco M-80 900 x 5,500	travesaño	68 x 25	1690	1934	1983	2110	2227	2315	METROS LINEALES.
	Diagonal	43 x 20	1924	2202	2257	2402	2535	2635	M.LINEALES.
	Placa Base	115 x 115	692	792	812	864	912	948	PIEZAS
Marco M-80 800 x 3,300	Travesaño	68 x 25	671	768	785	837	883	920	M.LINEALES.
	Diagonal	43 x 20	627	718	734	782	825	860	M.LINEALES.
	Placa Base	115 x 115	470	538	550	586	618	644	PIEZAS.
Marco M-65 900 x 5,500	Travesaño	43 x 20	220	252	259	275	290	302	M.LINEALES.
	Diagonal	30 x 26	1468	1695	1724	1835	1935	2013	M.LINEALES.
	Placa Base	80 x 115	528	604	620	660	696	724	PIEZAS.
Marco M-05 600 x 3,300	Travesaño	43 x 20	818	936	957	1021	1074	1119	M.LINEALES.
	Diagonal	30 x 26	946	1082	1106	1181	1242	1294	M.LINEALES.
	Placa Baja	80 x 115	766	876	896	956	1006	1048	PIEZAS
Total de vigas	Orejas	50x38x198	11,998	13,730	14,056	14,970	15,784	16,432	PIEZAS
Total de ménsulas	Orejas	50x30x198	1,586	1,814	1,857	1,974	2,086	1,171	PIEZAS
T O T A L E S	Perfil	68 x 25	2,361	2,702	2,768	2,947	3,110	3,135	M.LINEALES
	Perfil	43 x 20	3,589	4,108	4,204	4,480	4,724	4,916	M.LINEALES.
	Perfil	30 x 26	2,414	2,761	2,830	3,016	3,177	3,307	M.LINEALES
	Placa Base	115 x 115	1,162	1,162	1,330	1,362	1,450	1,592	M.LINEALES
	Placa Base	80 x 115	1,294	1,480	1,510	1,616	1,702	1,772	PIEZAS
	Orejas	50x38x178	13,584	15,544	15,913	16,949	17,890	18,603	PIEZAS
Bobinas requeridas	Perfil	68 x 25	8	9	9	10	10	11	BOBINAS
Bobinas requeridas	Perfil	43 x 20	12	13	14	14	15	16	BOBINAS
Bobinas requeridas	Perfil	30 x 26	8	9	9	10	10	11	BOBINAS
Planchas requeridas	Placa base	115 x 115	5.6	6.4	6.5	7.0	7.4	7.5	PLANCHAS.
Planchas requeridas	Placa base	80 x 115	4.4	5.0	5.1	5.5	5.7	6.0	PLANCHAS.
Láminas requeridas	Orejas.	50x38x08	906	103.6	106.1	113.0	1191	194	LAMINAS

• EN MILIMETROS

## C A P I T U L O VII

## ANALISIS DE LAS VARIABLES DE LOS INVENTARIOS.

A continuación procederemos al análisis de las variables del inventario para cada uno de los sub-ensambles del mismo.

Los valores de cada variable para cada sub-ensamble -- (6) son los siguientes:

RAZON DE DEMANDA

R1 = 5,068 Unidades / Bimestre  
R2 = 7.697  
R3 = 5,175  
R4 = 2,492  
R5 = 2,774  
R6 = 29,128

COSTOS DE ORDEN

S1 = 55,023 \$ / Ord.  
S2 = 55,023 \$ / Ord.  
S3 = 55,023 \$ / Ord.  
S4 = 2,900 \$ / Ord.  
S5 = 2,900 \$ / Ord.  
S6 = 2,900 \$ / Ord.

COSTOS DE MANTENER INVENTARIO

CI1 = 17,7818 \$ /Unid-bimestre  
 CI2 = 12,5964 \$ /Unid-bimestre  
 CI3 = 12,3756 \$ /Unid-bimestre  
 CI4 = 10,012 \$ /Unid-bimestre  
 CI5 = 7,1738 \$ /Unid-bimestre  
 CI6 = 6,774 \$ /Unid-bimestre

RAZON DE PRODUCCION (Se obtuvo en base a la capacidad -  
 teórica de la planta haciendo es-  
 te solo producto durante 2 meses)

P1 = 179,045 Unid/Bimestre  
 P2 = 179,045 Unid/Bimestre  
 P3 = 179,045 Unid/Bimestre  
 P4 = 36,288 Unid/Bimestre  
 P5 = 36,288 Unid/Bimestre  
 P6 = 80,640 Unid/Bimestre

TAMAÑO DE LOTE OPTIMO

Q'1 = 5.678 Unidades.

Las variables que más afectaron el valor de Q' fueron -  
 el alto costo de orden, lo cual provoca que tienda a elevar  
 se el tamaño del lote, pero por otro lado este tamaño de --  
 lote no es más grande debido que si el costo de mantenimien-  
 to de inventarios (IC) fué más alto de todos los sub-ensam-  
 bles lo cual hace que tiendan a disminuir el tamaño del lo-  
 te.

$$Q'2 = 7,026 \text{ U. } Q'3 = 6,884 \text{ U.}$$

Estos dos sub-ensambles su Q' se configura de forma -- muy parecida debido a que ambos tienen un alto valor de costo de ordenar (comparativamente) la cual es la variable más relevante para la determinación de su Q'.

$$Q'4 = 1,245 \text{ U. } Q'5 = 7,372 \text{ U.}$$

Comparativamente éstos dos ensambles tienen un tamaño de lote pequeño, lo cual se debe principalmente a lo bajo de su demanda.

$$Q'6 = 7,372 \text{ U.}$$

Este ensamble cuenta con el tamaño de lote más grande-- debido a su alta razón de demanda, o sea se dá porque una - demanda alta del sub-ensamble demanda inventarios altos para soportarla



## CONCLUSIONES

Actualmente la empresa fabrica lotes de producción de sub-ensambles para un consumo variable que fluctúa entre 8 y 30 días de demanda; esto motivado por la premisa de que en tiempos inflacionarios, mientras menor inventario se tenga, es más productivo para la empresa.

Pero, como explicamos anteriormente, la empresa tiene que trabajar 2 y hasta 3 turnos en ocasiones la perfilado--ra, no estando esto previsto en los estudios iniciales.

Como definimos en el alcance del proyecto, el tamaño del lote óptimo de producción no es ni puede ser una receta de cocina, debido a lo inflexible que es en cuanto a fluctuación de las variables, probablemente es el modelo de investigación de operaciones más problemático para llevarlo a la práctica, sin embargo sí provee al administrador de un buen marco de referencia sobre el cual tiene que tomar su decisión.

En el caso particular de nuestro trabajo, concluimos que la empresa está siguiendo una política equivocada.

Debido al alto costo del cambio de rodillos, a la empresa le conviene establecer lotes de producción más altos, no importando el costo financiero de mantener altos Stock del inventario de sub-ensambles.

Definitivamente no recomendamos que los lotes de producción sean exactamente de las cantidades que concluimos, pero sí que cambien su política a producir lotes más grandes y más espaciados.

También recomendamos que fijen el punto de reorden variable, de acuerdo a sus necesidades de producción, pero -- siempre de tal forma que puedan tener un "colchón" que est ría fijado de acuerdo a su experiencia particular y que per mita flexibilidad a la perfiladora; sin que paren las otras áreas.

## B i b l i o g r a f í a

- Control de la Producción.  
Sistemas y Decisiones.  
James H. Greene.  
Ed. Diana.
  
- Control de Inventarios.  
Teoría y Práctica.  
Starr y Miller.  
Ed. Diana.
  
- Metodos Cuantitativos para la  
toma de Decisiones en Administración.  
Charles A. Gallagher.  
Hugh J. Watson.  
Ed. Mc.Graw-Hill.
  
- Administración de la Producción  
y las operaciones.  
Everett E. Adam, Jr.  
Ronald J. Ebert.  
Ed. Prentice/Hall Internacional.

