



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---



FACULTAD DE INGENIERÍA

## **Propuesta de un plan de compras para una empresa metalmeccánica**

**TESINA**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

FERNANDO VALENTÍN CALLEJA CALDERÓN

Asesor: M. A. Víctor Manuel Vázquez Huarota

## **Agradecimientos.**

*A mis padres, quienes depositaron su confianza en mí y me permitieron cumplir este sueño, a mis hermanos Edith y Juan Carlos gracias por su cariño y apoyo, si volviera a nacer pediría que ustedes fueran otra vez mis hermanos, los amo. A mis abuelos donde quiera que estén saben que los llevo en el corazón.*

*A mis seres queridos, a mis abuelitas, primos, tíos, en especial a mi tía Imelda, a mi madrina Jovita, a Mariluz y a todos aquellos que me acompañaron durante todos estos años, con cariño y respeto para ustedes.*

*Sarai no tengo como agradecer tanta ayuda, Jorge (chiquitín) en las buenas y en las malas nunca me dejaste solo, Pp. (consagrado) eres mi ejemplo a seguir me ensañaste que para lograr algo en la vida hay que darlo todo, Pedro (papurin) cuantas ocurrencias las tuyas, Fanny gracias por estos 20 años de amistad sabes que te quiero mucho, Yami (rata) sabes que te quiero a ti y a tu familia gracias por tu amistad, Adriana (sisterna) la vida no me va alcanzar para pagarte todo tu apoyo, gracias por creer en mí. Ustedes saben que más que mis mejores amigos, son como mis hermanos, mi segunda familia. Cuando me necesiten ahí estaré para brindarles todo mi apoyo, es una promesa.*

*Raquel, no me bastan mil palabras para decirte lo que guardo para ti en mi corazón, llegaste cuando más solo me sentía. Tú me diste ese plus que necesitaba para cumplir este objetivo, la vida me mando contigo todo aquello en lo que deje de creer. Todo el apoyo que me diste, esa exigencia y esos regaños sirvieron para que cerrara este ciclo. Sin lugar a dudas eres tú lo más lindo que me paso.*

*A mis amigos de toda la vida de la Sec-39 con quienes crecí, a ustedes amigos de la Prepa 8 que saben lo que es ser orgullo azul y oro, a los fotogénicos (que divertido fue hacer arte en blanco y negro con ustedes), a mis amigos y compañeros ingenieros que en cada aula y laboratorio de la facultad, dejamos el alma para lograr este ansiado momento que marca el inicio de una nueva vida, a mis maestros de cada etapa de mi vida por impulsarme a seguir este camino. Gracias a todos porque de cada uno aprendí infinidad de cosas, de ustedes me llevo lo mejor.*

*Pero sobre todo gracias a Dios, por todo lo bueno que me ha dado, por cada logro, por la hermosa y maravillosa vida que me ha regalado, soy muy feliz.*

*Con mucho cariño para ustedes, que dios les bendiga a todos!!!...*

*Agradezco a Aceros Perforados y Mallas la oportunidad que me dieron de formar parte de esta gran familia. Gracias por todo lo que me enseñaron, por mostrarme una forma distinta de ver la vida, aprendí mucho de ustedes. Es por eso que este trabajo es una muestra de mi gratitud hacia ustedes.*

*Las cosas pasan por algo y tal vez ya estaba destinado que las cosas fueran así, pero de mi parte siempre tendrán mi admiración y respeto, ustedes son la muestra de que cuando se quiere se puede, les deseo el mejor de los éxitos y que sigan creciendo como lo han hecho hasta ahora.*

*I's:*

*La vida da muchas vueltas y a veces no encontramos el por qué de muchas cosas, pero con el paso del tiempo encontramos esas respuestas. Yo ya encontré algunas, espero que tú también ya las hayas encontrado. No me resta más que darte las gracias por todo lo que me ayudaste, por la confianza y el cariño que me brindaste, eso siempre me lo llevare en el corazón. Mucha suerte, espero goces de esa paz que tanto buscabas y como te lo prometí cuando hablo de ti siempre digo "si no la hubiera conocido, mi vida hubiera sido tan aburrida..." Dios te bendiga...*

# Contenido

I. Introducción.....	1
I.I Objetivo del proyecto.....	1
I.II Alcance.....	1
I.III Metodología aplicada.....	2
I.IV Contribución.....	2
Capitulo 1 Origen y datos de la empresa.....	3
1.1 Historia.....	3
1.2 Objetivo de la empresa.....	3
1.3 Misión.....	3
1.4 Visión.....	3
1.5 Organización.....	4
Capitulo 2: Situación actual de la empresa y problemática de la misma.....	6
2.1 Función del Departamento de Ventas.....	6
2.1.1 Compras.....	6
2.1.2 Funciones dentro de compras.....	6
2.2 Relación entre ventas, compras, almacén y producción.....	7
2.3 Situación actual del almacén.....	8
2.3.1 Áreas de oportunidad.....	8
2.4 Problemática para la lámina de acero inoxidable.....	9
Capitulo 3 Aplicación de los métodos de demanda y requerimiento de material.....	10
3.1 Concepto de inventario.....	10
3.2 Determinación de la demanda.....	10
3.2.1 Pronósticos.....	10
3.2.2 Modelos de pronósticos (Promedio Simple, Promedio Ponderado, Suavizado Exponencial y Doble Suavizado Exponencial).....	11
3.3 Modelos de inventarios.....	20
3.3.1 Determinación del lote óptimo de compra con y sin faltante (EOQ).....	21
3.3.2 Determinación del tamaño lote optimo de producción con y sin faltante (EPQ) ..	23
3.3.3 Determinación del tamaño de lote considerando descuentos por cantidad.....	24
3.3.4 Determinación del lote de producción con restricción de recursos.....	26
3.3.5 Determinación del punto de reorden.....	27

3.3.6 Inventarios de seguridad y nivel de servicio (Q/R) .....	28
3.4 Modelos de tamaño de lote dinámico .....	30
3.4.1 Reglas simple lote por lote (L x L) .....	31
3.4.2 Decisiones de una sola vez. (Modelo del periodiquero).....	32
Capitulo 4: Propuesta de mejora con base a los resultados obtenidos .....	34
4.1 Plan maestro de producción (PMP) .....	34
4.2 Planeación agregada.....	36
4.2.1 Influencia de la demanda, aspectos de la planeación agregada (capacidad, unidades agregadas, costos) .....	36
Conclusiones .....	39
Bibliografía.....	40
Mesografía.....	40
Anexos .....	41

# **I. Introducción**

Este trabajo surge de la necesidad de pequeñas y medianas empresas del ramo metalmeccánico de contar con un mejor control de sus inventarios; así como de los costos que éstos les representan o les puedan generar en determinados casos.

Es importante mencionar que el Almacén, para muchas empresas, es parte fundamental de las operaciones de la misma, pues en esta área se destacan actividades de vital importancia como:

- a) Mantener la materia prima en condiciones óptimas para que no sufra daños, robo y/o deterioros.
- b) Tener control de las personas que acceden al lugar para el ingreso o retiro de material.
- c) Mantener comunicación con el departamento de compras, sobre la existencia real de la materia prima.
- d) Llevar un control estricto de las materias primas (entradas y salidas).
- e) Vigilar que no existan faltantes en los inventarios (máximos y mínimos).
- f) Monitorear y reportar el retraso en el abastecimiento de materiales.
- g) Evitar en la medida de lo posible abastecimientos parciales.
- h) Supervisar que las órdenes de producción y/o las requisiciones de compra sean en cantidades óptimas.
- i) El procedimiento para la recepción y entrega de materiales debe ser el mismo, tanto para proveedores como para producción u otros departamentos.
- j) Inspeccionar que el material a ingresar esté en buenas condiciones, cumpliendo con las especificaciones de la requisición de compra y de garantizar estas condiciones al momento de entregar el material a los departamentos involucrados.

## **I.I Objetivo del proyecto**

Crear un plan de compras, con base en los datos históricos obtenidos del Sistema Administrativo Empresarial (SAE).

## **I.II Alcance.**

- 1. Reducir los costos que se generan por tener material detenido en el almacén.
- 2. Evitar faltante o exceso en los inventarios, procurando la rotación del material almacenado.

3. Hacer requisiciones de material justificado, adecuado y económico, ya que en determinados casos las compras se harán conforme al precio, calidad y disponibilidad del material.
4. Contar con una cartera sólida de proveedores.

### **I.III Metodología aplicada**

La metodología a emplear está basada en el Plan de Estudios de la asignatura de Planeación y Control de la Producción, empezando por métodos de pronósticos para poder calcular la demanda (cuantitativos, causales o cualitativos) y, después se emplearán métodos para cálculo de los requerimientos del material tomando en cuenta todos los factores como: tiempos de entrega, disponibilidad de material, precio del producto, costo de mantener en inventario; así como de espacio y capacidad del almacén.

### **I.IV Contribución.**

Lograr que exista un suavamiento en las operaciones, mantener una economía de escala y sobre todo mejorar la atención al cliente.

De ser efectivo este plan, al momento de ponerlo en práctica fomentará que éste tipo de metodología sea aplicada a cada uno de los distintos materiales, o en su caso, a los principales productos que se manejan dentro del mismo.

Una mejor comunicación entre el Área de Almacén, el Departamento de Ventas y el Departamento de Producción. Pues en éstos se centraliza más del 50% de la actividad de la empresa, contribuyendo a que la información que se tenga del Almacén al momento de realizar pedidos sea real y confiable.

De aquí la importancia de tener al SAE como base de datos pues en este se deposita toda la información de compras y facturación y, que a su vez, se ve reflejado en el módulo de inventarios, de donde se puede filtrar la información necesaria del material.

# Capítulo 1 Origen y datos de la empresa

## 1.1 Historia

Aceros Perforados y Mallas S.A de C.V es una empresa mexicana constituida el 12 de diciembre de 2000. Surge ante la necesidad de que en el mercado existiera un proveedor que fuese capaz de surtir lámina perforada de calidad, sustituyendo las de importación.

El ingeniero Álvaro Chávez Aguilar y su esposa Maricela Lara Manrique fundan la compañía dentro de su casa. En sus inicios, esta empresa se dedicó a la compra, venta y distribución de productos de acero al carbono, acero inoxidable (430, 304 y 316), acero galvanizado y aluminio, tales como: lámina perforada, alambre, tela metálica, perfiles, tubería, entre otros productos en acero y en distintos calibres. En poco tiempo adquieren su primera máquina punzonadora de control numérico, dando un gran salto a la tecnología de punta que revolucionaría al mismo mercado, las expectativas del cliente y, por ende, obligando a la competencia a innovarse.

Actualmente, se encuentran ubicados en la calle de Michoacán # 61, Col. Santo Tomas, Delegación Azcapotzalco, y cuentan con más de 3000 metros cuadrados de planta y oficinas, de los cuales 2/3 partes están dedicadas al área de Almacén, apoyados a través de cuatro máquinas punzonadoras, una cortadora de lámina, una dobladora, una metalera, y además de adquirir recientemente una cortadora laser. Cuenta con red de logística y transporte para la entrega y recepción de materiales dentro del D.F. y Área Metropolitana, pero esto no es impedimento para llegar a otras partes del país donde tienen una amplia cartera de clientes. Cuenta con más **50 personas trabajando dentro de sus instalaciones** (incluye áreas administrativas y operativas) y una visión sólida del futuro.

## 1.2 Objetivo de la empresa

Adoptar una estructura organizacional que permita impulsar el potencial del capital humano, estandarizar los procedimientos y establecer bases sólidas para esta empresa con el fin de crecer día con día en todos los aspectos, con el propósito de brindar a los clientes los mejores productos con la satisfacción de los mismos.

## 1.3 Misión

Fabricar y distribuir una amplia variedad de productos, brindándole al cliente una excelente calidad, con el mejor tiempo de entrega y con un precio competitivo que promueva la rentabilidad de la empresa, para ser capaces de sustentar el crecimiento de ésta y un salario justo a sus trabajadores, fomentando tanto su desarrollo personal como profesional.

## 1.4 Visión

Se creó una Red de Distribuidores ubicados de manera estratégica en el país para captar el mercado mexicano y parte del extranjero, consolidándose como una

empresa líder en México y esto lográndolo con la satisfacción total de los clientes a través de una extensa variedad de productos y servicios.

## 1.5 Organización

La empresa Aceros Perforados y Mallas S.A. de C.V. se encuentra conformada por 7 departamentos dentro de los cuales se encuentran:

1.- Dirección General: Ing. Álvaro Chávez Aguilar

- Subdirección: Sra. Maricela Lara Manrique

2.- Depto. Finanzas: Lic. Lic. Ivonne E. Chávez Lara

- Contabilidad: C. P. José Luis Ruíz Vargas
- Crédito y Cobranza: Sr. Isidro Flores Morales
- Compras: Fernando Calleja Calderón (actualmente Lic.: Sorany Aldana)

3.- Depto. Ventas: Srta. Araceli Cruz Soledad

- Facturación: Srta. Liza Viridiana Aguirre López

4.- Depto. Producción: Sr. Víctor Martínez Torres

- Ingeniería y desarrollo: Ing. Jorge Villalos Gutiérrez
- Punzonado: Sr. Ricardo Alvarado
- Corte y Doble: Sr. Miguel Ángel Flores Olvera
- Soldadura: Sr. Bonifacio Hernández Hernández

5.- Almacén: C. P. Adriana Jiménez Ramírez

6.- Embarques: Sr. Oscar Figueroa Gonzales

7.- R. H.: Lic. Saúl Ocampo Campero

De estas, solo en tres personas recae la responsabilidad en la toma de decisiones para la empresa:

1. Ing. Álvaro Chávez Aguilar
2. Sra. Maricela Lara Manrique
3. Lic. Ivonne E. Chávez Lara

Con base en esto, en la siguiente imagen se muestra el organigrama de la empresa (fig.1):

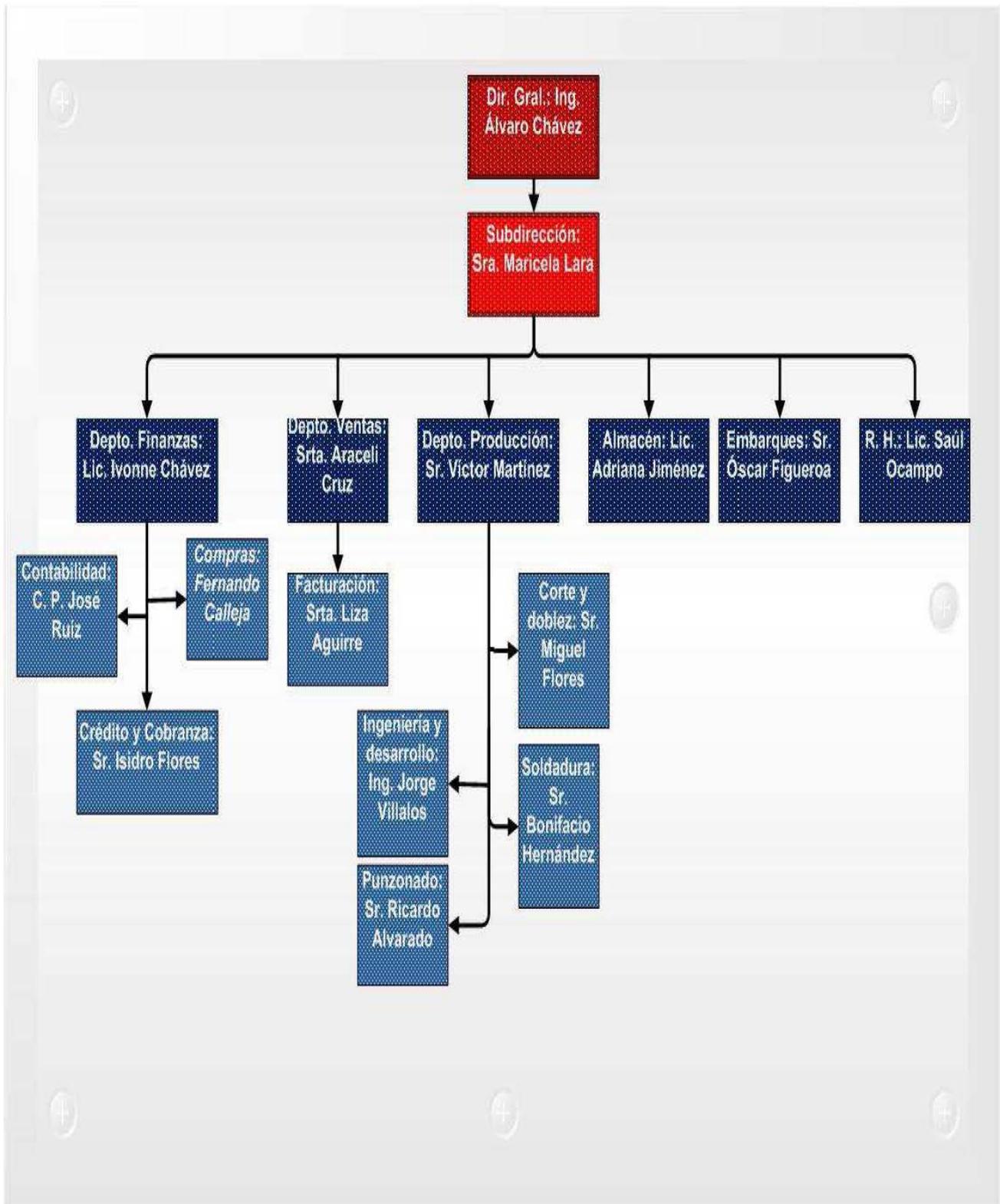


Fig. 1 Organigrama de la Empresa

## **Capitulo 2: Situación actual de la empresa y problemática de la misma**

### **2.1 Función del Departamento de Ventas**

Como se muestra en el organigrama (fig.1), el Departamento de Ventas se encuentra integrado por otra dependencia que es Facturación.

La importancia del Departamento de Ventas es primordial, pues a través de éste la empresa puede proporcionar la atención y el servicio que necesitan sus clientes; así poder atender y resolver las necesidades de los mismos. Por lo mismo, este Departamento necesita del total apoyo de las instancias que forman la empresa para dar una pronta respuesta a los clientes y con ello brindar el servicio en tiempo y forma.

Para esto, la facturación tiene una gran responsabilidad, debido a que lleva el control de todos los movimientos que se realizan al momento de realizar un pedido. Ya que en la factura se describe toda la información necesaria, por ejemplo: los datos del cliente, material vendido, precio, condiciones de pago y entrega.

La facturación depende de la información que proporcionan compras y almacén con respecto a los tiempos de entrega de los materiales solicitados, ya que no se puede realizar ninguna factura si no se conoce la situación en la que se encuentra el material.

#### **2.1.1 Compras**

Tiene la responsabilidad de proveer el material faltante a las distintas áreas o Departamentos que existen dentro de la empresa. Su ubicación dentro de la empresa tiene como finalidad darle prioridad a las requisiciones de material que hacen Ventas, Almacén y Producción.

Es importante que la información que maneje compras deba ser real y confiable, pues la capacidad de respuesta tiene que ser inmediata y con un alto nivel de responsabilidad. Esto se debe a que los materiales, en ocasiones, no se encuentran disponibles o, en su caso, tienen un periodo de entrega para su manufactura.

Así mismo, asume el compromiso de ver por los faltantes o necesidades que pueda tener el almacén. Esto es, ir un paso adelante dentro de sus actividades, pero siempre tomando en cuenta que lo que se llega a solicitar es importante o por lo menos de mayor consumo.

#### **2.1.2 Funciones dentro de compras**

Mis actividades dentro de este Departamento eran darle atención y seguimiento a las requisiciones de compra que solicitaran otras Áreas y Departamentos dentro de la empresa; así como, ingresar al sistema las requisiciones de compra y mantener

contacto con los proveedores sobre la condiciones de entrega, tiempo de entrega y forma de pago para los materiales solicitados.

Realizaba cotizaciones de materiales, procurando dejar en claro que los pedidos se harían conforme al precio y servicio. Además, buscaba nuevos proveedores con el objetivo de tener una cartera más extensa y así tener un mejor panorama durante la toma de decisiones.

Tenía libertad para participar en las decisiones del almacén, pues como la información que se me manejaba no estaba actualizada, nos encontrábamos en la necesidad de acudir al almacén a corroborar dicha información.

## 2.2 Relación entre ventas, compras, almacén y producción



*Fig.2 Ciclo de proceso entre ventas, producción, compras y almacén*

## **2.3 Situación actual del almacén**

En la actualidad, el área de almacén está integrada por un encargado y dos ayudantes, quienes son responsables de llevar a cabo todos los trámites necesarios para la disposición de los materiales dentro del almacén.

Sus actividades son:

1. Revisar la documentación, debidamente autorizada, que acredite la solicitud del material, tanto en cantidad como en precio.
2. Revisar e inspeccionar las condiciones de entrega de material, así como de reportar la cantidad de material a ingresar, ya que en caso de faltantes, éste se reportará al Área de Compras o al Departamento de Producción, según sea el caso.
3. Ingresar a SAE la cantidad de material entregado y, de igual manera, se le asigna un lugar.
4. Una vez ingresada la información al SAE, es responsabilidad del Almacén entregar la factura original del material al área de contabilidad; así como una copia de la factura, una ficha de recepción y una copia de la orden de compra al Departamento de Finanzas para su posterior pago, según sea el caso.
5. Dentro del Almacén se cuentan con la autorización para realizar los cambios necesarios, esto es con la finalidad de tener una mejor distribución de los materiales generando espacio para un mejor tránsito dentro del mismo, logrando una mayor capacidad de respuesta.

Hoy en día, el Almacén se encuentra en expansión pues con la adquisición de una segunda nave se pretende tener mayor capacidad de almacenamiento, puesto que muchos de los materiales que se manejan llegan a tener grandes dimensiones lo cual reduce, en cierta forma, el espacio para otros productos.

### **2.3.1 Áreas de oportunidad**

Una vez que se ha analizado la situación actual de todas las áreas que intervienen en el almacén, se han detectado distintas áreas de oportunidad que se tienen dentro del almacén, de las cuales, inicialmente, se hará una propuesta de un plan de compras, para aquel material que tenga la mayor cantidad de problemas.

Por lo que esta propuesta se enfocará al análisis de las láminas de acero inoxidable, pues es un material al que se le tiene que prestar la mayor atención posible, esto es con base a los datos históricos que se tienen del SAE y a las exigencias de los clientes que solicitan este tipo de material.

Esta situación se debe en gran parte al alto costo del material, lo delicado que puede ser el manejo de éste; así como de los tiempos de entrega del mismo, ya que en ocasiones, cuando no hay existencias, puede tardar alrededor de un mes para ser surtido.

## 2.4 Problemática para la lámina de acero inoxidable

La empresa Aceros Perforados y Mallas, al no tener un control total en su inventario, corría con muchos riesgos al momento de necesitar este tipo de material.

Muchos de los problemas tienen origen desde que se hace el pedido del material, por no tener un stock de este tipo de acero. Por lo general, un día antes por la tarde, el encargado de embarques arma las rutas para las distintas unidades, ya sea para entrega o recolección de material del siguiente día. El conflicto surge cuando el vendedor entrega una requisición de material de última hora, cuando la ruta ya quedó establecida y/o cuando la unidad ya salió de la planta.

En otros casos los clientes para confirmar un pedido, lo hacen por lo general entre las 2:00 pm y 3:00 pm que es el horario de la comida, aquí es cuando los problemas son más críticos. Pues son varias las ocasiones en las que los choferes reportan que han recogido el material solicitado con anterioridad, teniendo que comunicarse con el chofer nuevamente para que regrese a recoger el pedido que surgió, curiosamente termina regresando por el mismo material que recibió con anterioridad.

Si a esta situación le agregamos, que la unidad no sólo trae lámina inoxidable sino que también transporta otros materiales, estas corren el riesgo de sufrir daños como golpes, rayones, dobleces, etc., esto hace que la situación del material ya no sea bien vista por el cliente, ya que muchos de ellos utilizan este tipo de acero para vista o decorado de oficinas, laboratorios, etc.

Por otro lado, a SAE se le considera un ERP (Enterprise resource planning) enfocado a las pequeñas y medianas empresas (PYMES), ya que es un sistema que no requiere de una gran inversión, es fácil de usar y no necesita de un equipo y/o personal especializado para su implementación como SAP u ORACLE, por ejemplo. Pero como tal, hay que hacer mención que es un sistema muy limitado en sus operaciones, ya que no tiene la capacidad de llevar un control total de todas las áreas que integra una empresa, por lo cual carece de ciertas funciones.

Profundizando un poco más en esta situación, SAE en su módulo de KARDEX<sup>1</sup> se menciona un stock mínimo y máximo que debe de tener el material. Para SAE esta es una consideración administrativa que se toma para el tiempo de espera del producto dentro del almacén y el costo que esto mismo produce. SAE considera que un stock mínimo es aquél que señala el tiempo para efectuar la siguiente compra, para que el almacén no se quede sin un producto de demanda y en el stock máximo se considera aquel que se toma en consideración para el proceso de venta y que el mismo no afecte las finanzas de la empresa.

---

<sup>1</sup> Registro de manera organizada de los productos que se tiene en una bodega. En una tarjeta de kardex se registra el nombre del producto, el código del producto, la cantidad existente, unidad de medida, el valor unitario y el valor total, todas las salidas y entradas del producto

# Capítulo 3 Aplicación de los métodos de demanda y requerimiento de material

## 3.1 Concepto de inventario

El inventario se usa en la mayor parte de las actividades de la manufactura, servicio, distribución y venta, donde puede resaltar la rentabilidad y la competitividad<sup>2</sup>.

El proceso de “Inventarios” inicia con la necesidad de generar la revisión de inventario físico contra el inventario teórico. Toda la información que una empresa necesita para gestionar un material se almacena en un registro denominado maestro de materiales, clasificado según diferentes criterios.

Los datos en un registro maestro de materiales se pueden dividir en dos clases:

- Datos de naturaleza puramente descriptiva.- Éstos son los datos que contienen información como: la denominación, el tamaño y la dimensión.
- Datos que el sistema utiliza para ejecutar una función de control.- La característica de planificación de necesidades y el control de precio son ejemplos de este tipo de datos.

Como los diferentes departamentos de una empresa trabajan con el mismo material, pero cada departamento utiliza información diferente sobre ese material, los datos de un registro maestro de materiales están subdivididos en función del área de especialización<sup>3</sup>.

## 3.2 Determinación de la demanda

La demanda es la cantidad de bienes y/o servicios que los compradores o consumidores están dispuestos a adquirir para satisfacer sus necesidades o deseos, quienes además, tienen la capacidad de pago para realizar la transacción a un precio determinado y en un lugar establecido.

En un negocio la determinación de la demanda está dada por la solicitud del público para decidir adquirir uno u otro producto.

### 3.2.1 Pronósticos

Los pronósticos son el primer paso dentro del proceso de planificación y control de la producción; estos sirven como punto de partida no sólo para la elaboración de los planes estratégicos, sino además para el diseño de los planes a mediano y

---

<sup>2</sup> Apuntes PCP DIMEI

<sup>3</sup> SAP Best Practice Baseline Package.

corto plazo. Esto permite a las organizaciones, visualizar de manera aproximada los acontecimientos futuros y eliminar en gran parte la incertidumbre para reaccionar con rapidez a las condiciones cambiantes con algún grado de precisión.

Los pronósticos pueden hacerse a corto, mediano o largo plazo. Con nuevos productos, nuevas tecnologías y estrategias, es conveniente realizar pronósticos a largo plazo; para inventarios, compras, scheduling<sup>4</sup> y transporte se recomienda pronósticos a corto o mediano plazo.

### 3.2.2 Modelos de pronósticos (Promedio Simple, Promedio Ponderado, Suavizado Exponencial y Doble Suavizado Exponencial)

Para poder pronosticar con los métodos mencionados en esta sección, antes que nada se mostrara cual fue el criterio que se utilizo para la selección de datos.

SAE a través de su KARDEX, tiene la opción de poder exportar sus datos a otros medios (block de notas o PDF). En la fig. 3 y 4 se muestran cómo es que a partir de los registros de material, se pueden exportar a un archivo PDF o block de notas para su mejor análisis.

Fecha	Docto	Folio	Tipo de movimiento	Alm.	Entradas	Salidas	Cantidad por costear Promedio	Existencia	Costo unitario	Capas Promedio
11/May/11	A472	16240	Ventas	1	0.00	2.00	0.00	8.00	1,311.28881	0.00000
14/Mar/11	4188	2584	Compras	1	4.00	0.00	0.00	10.00	1,345.11000	0.00000
16/Mar/11	11652	2132	Ventas	1	0.00	4.00	0.00	6.00	1,288.74135	0.00000
14/Mar/11	11628	1880	Ventas	1	0.00	1.00	0.00	10.00	1,288.74135	0.00000
23/Feb/11	4060	1594	Compras	1	6.00	0.00	0.00	11.00	1,306.85000	0.00000
23/Feb/11	11455	1502	Ventas	1	0.00	6.00	0.00	5.00	1,267.01097	0.00000
16/Feb/11	4027	1467	Compras	1	5.00	0.00	0.00	11.00	1,307.28000	0.00000
17/Feb/11	11381	1436	Ventas	1	0.00	5.00	0.00	6.00	1,233.45344	0.00000
9/Feb/11	11302	1338	Ventas	1	0.00	1.00	0.00	11.00	1,233.45344	0.00000
2/Feb/11	11205	1032	Canc. fac	1	1.00	0.00	0.00	12.00	1,233.45344	0.00000
1/Feb/11	11233	1027	Ventas	1	0.00	1.00	0.00	11.00	1,233.45344	0.00000
31/Ene/11	11205	999	Ventas	1	0.00	1.00	0.00	12.00	1,233.45344	0.00000
15/Ene/11	11091	824	Ventas	1	0.00	1.00	0.00	13.00	1,233.45344	0.00000
5/Ene/11	3734	769	Compras	1	5.00	0.00	0.00	14.00	1,144.00000	0.00000
6/Ene/11	10988	744	Ventas	1	0.00	5.00	0.00	9.00	1,283.14980	0.00000

Fig. 3 Datos históricos en PDF.

<sup>4</sup> Determinar cuándo una actividad debe comenzar o terminar, dependiendo de su (1) la duración, (2) la actividad predecesora (o actividades), (3) las relaciones predecesoras, (4) la disponibilidad de recursos, y (5) fecha de terminación del proyecto.

KARDEX LAM INOX: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

ACEROS PERFORADOS Y MALLAS SA DE CV  
Página : 24  
kardex

Clave Producto : 1022-0024 LAM INOX T-304 C-18 2B DE 4' X10'  
Unidad : pz Stock mínimo : 0.00  
Control almacén : Stock máximo : 0.00  
Fecha últ. compra : 26/Ene/11 Existencia : 7.00  
Tipo de costeo : Promedio

Fecha	Docto	Folio	Tipo de movimiento	Alm.	Entradas	Salidas	Cantidad por costear	Promedio	Existencia	Costo unitario	Capas	Promedio
14/Jun/11	A764	16955	Ventas	1	0.00	1.00	0.00		50.00	1,963.28826		0.00000
4/Feb/11	11262	1069	Ventas	1	0.00	1.00	0.00		51.00	1,963.28826		0.00000
19/Ene/11	3866	966	Compras	1	2.00	0.00	0.00		52.00	1,887.00000		0.00000
25/Ene/11	11165	926	Ventas	1	0.00	2.00	0.00		50.00	1,966.33979		0.00000
22/Ene/11	11147	897	Ventas	1	0.00	1.00	0.00		52.00	1,966.33979		0.00000
23/Dic/10	10968	689	Ventas	1	0.00	1.00	0.00		53.00	1,966.33979		0.00000
8/Oct/10	3221		Compras	1	44.00	0.00	0.00		54.00	1,987.16841		0.00000
8/Oct/10	10238		Ventas	1	0.00	1.00	0.00		10.00	1,874.69389		0.00000
7/Oct/10	10222		Ventas	1	0.00	1.00	0.00		11.00	1,874.69389		0.00000
5/Oct/10	3201		Compras	1	5.00	0.00	0.00		12.00	1,815.84200		0.00000
9/Sep/10	3051		Compras	1	6.00	0.00	0.00		7.00	1,905.30000		0.00000
30/Ago/10	9883		Ventas	1	0.00	2.00	0.00		1.00	1,985.31667		0.00000
25/Ago/10	2956		Compras	1	2.00	0.00	0.00		3.00	1,952.17000		0.00000
24/Jun/10	2658		Compras	1	1.00	0.00	0.00		1.00	2,051.61000		0.00000
16/Mar/10	SM A30001		Sal. x Aj	1	0.00	25.00	0.00		0.00	1,323.25871		0.00000
20/Ene/10	1802		Compras	1	1.00	0.00	0.00		25.00	1,572.07000		0.00000
20/Oct/09	1324		Compras	1	1.00	0.00	0.00		24.00	1,769.86000		0.00000
9/Sep/09	1104		Compras	1	2.00	0.00	0.00		23.00	1,624.56000		0.00000
30/Jul/09	887		Compras	1	3.00	0.00	0.00		21.00	1,364.31923		0.00000
2/Jul/09	732		Compras	1	1.00	0.00	0.00		18.00	1,225.19000		0.00000
30/Jun/09	721		Compras	1	1.00	0.00	0.00		17.00	1,226.51000		0.00000
28/Abr/09	441		Compras	1	15.00	0.00	0.00		16.00	1,247.59133		0.00000
22/Abr/09	431		Compras	1	1.00	0.00	0.00		1.00	1,231.89000		0.00000
27/Feb/09	207		Compras	1	1.00	0.00	0.00		2.00	1,776.02344		0.00000
24/Feb/09	195		Compras	1	1.00	0.00	0.00		1.00	1,449.33043		0.00000

Fig. 4 Datos históricos en block de notas.

Para el caso en el que los datos fueron pasados a un block de notas, Excel nos ofrece una herramienta, en el cual, los datos pueden ser importados del block de notas a una hoja de Excel para así, poder analizar y clasificar con mejor criterio, eliminando datos o campos que no son del interés de este trabajo. En la fig.5 se muestra como quedarían importados en la hoja de Excel.

Microsoft Excel - Lam inox

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Complementos

ACEROS PERFORADOS Y MALLAS SA DE CV

Clave Producto: 1022-0001 LAM INOX T-304 C-10 2B DE 3' X 8'  
Unidad: pz Stock mínimo: 0.00  
Control almacén: Stock máximo: 0.00  
Fecha últ. compra: 17-mar-09  
Tipo de costeo: Promedio

Fecha	Docto	Folio	Tipo de movimiento	Alm.	Entradas	Salidas	Existencia	Costo unitario	Capas	Promedio
17-mar-09	273		Compras	1	7.00	0.00	11.00	2,536.44000		0.00000
10-feb-09	150		Compras	1	4.00	0.00	4.00	2,403.03913		0.00000
Totales					11					

Clave Producto: 1022-0002 LAM INOX T-304 C-10 2B DE 3' X 10'  
Unidad: pz Stock mínimo: 0.00  
Control almacén: Stock máximo: 0.00  
Fecha últ. compra: 09-dic-10  
Tipo de costeo: Promedio

Fig.5 Datos importados del block de notas a una hoja de Excel.

Aceros Perforados y Mallas maneja alrededor de 33 diferentes tipos de lámina inoxidable diferenciados por el calibre y medidas estándares que maneja el mercado. Por lo cual para esta propuesta del plan de compras solo se analizara la lámina de mayor demanda y con más problemas, y para poder encontrar la lámina que presenta estas características crearemos un inventario ABC con los datos históricos.

Con los datos en la hoja de Excel se hace el conteo de las compras a lo largo del año, para después ordenar y graficar los resultados obtenidos con el fin de identificar el material a analizar.

Es importante recordar el porqué se toma la información de compras, ya que como se menciono anteriormente la lamina inoxidable se consigue una vez confirmando el pedido y ya dentro del sistema, como la lamina entra a producción y después sale a venta ya maquinada, al sistema no se le notifica este movimiento por lo cual genera inventario que físicamente no existe.

En la siguiente tabla y graficas se muestra como se llego al material de mayor demanda:

	Demanda (año/pz.)		
	2009	2010	2011
Lam Inox.			
C10 3'x8'	1	1	0
C10 3'x10'	3	1	2
C10 4'x8'	1	1	2
C10 4'x10'	1	1	1
C11 3'x8'	1	1	2
C11 3'x10'	2	0	1
C11 4'x8'	0	2	5
C11 4'x10'	26	2	11
C12 3'x8'	4	0	12
C12 3'x10'	3	3	3
C12 4'x8'	1	2	2
C12 4'x10'	1	2	6
C14 3'x8'	8	8	6
C14 3'x10'	0	4	13
C14 4'x8'	8	9	6
C14 4'x10'	0	10	20
C16 3'x8'	6	1	14
C16 3'x10'	7	4	5
C16 4'x8'	36	2	16
C16 4'x10'	36	29	42
C18 3'x8'	8	8	9
C18 3'x10'	13	1	11
C18 4'x8'	5	10	6
C18 4'x10'	56	59	62
C20 3'x8'	10	3	11
C20 3'x10'	8	7	6
C20 4'x8'	11	10	12
C20 4'x10'	18	30	26
C22 3'x8'	4	2	9
C22 3'x10'	1	1	1
C22 4'x8'	56 <sup>5</sup>	12	15
C22 4'x10'	49	68	59
C24 4'x10'	22	131 <sup>6</sup>	19

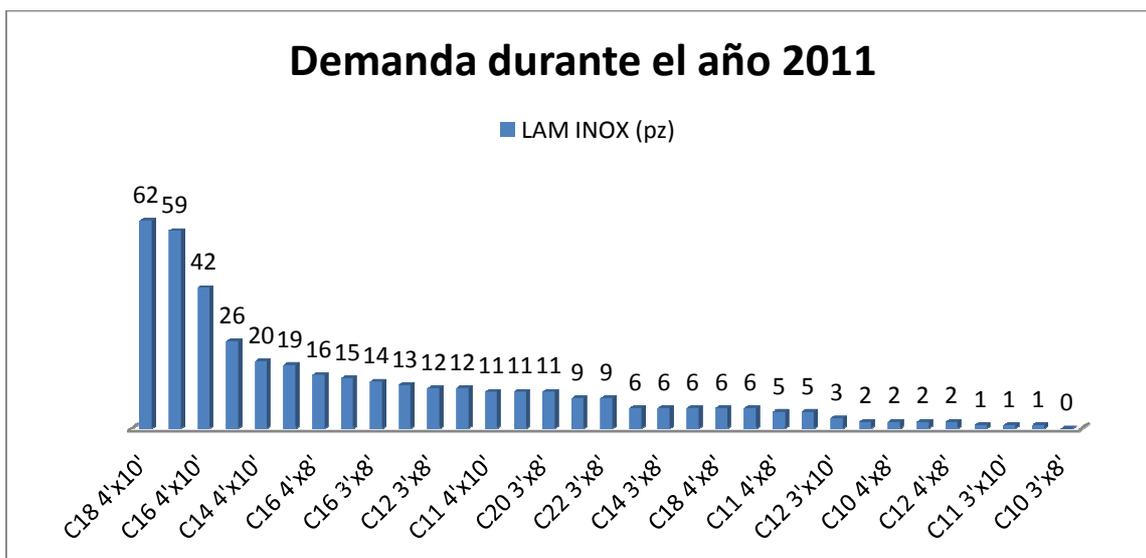
Tabla 1 Pedidos realizados por cada año

En la tabla 1 se muestra la cantidad de material solicitado por cada año, las unidades marcadas en rojo son cantidades que no son constantes, pues son

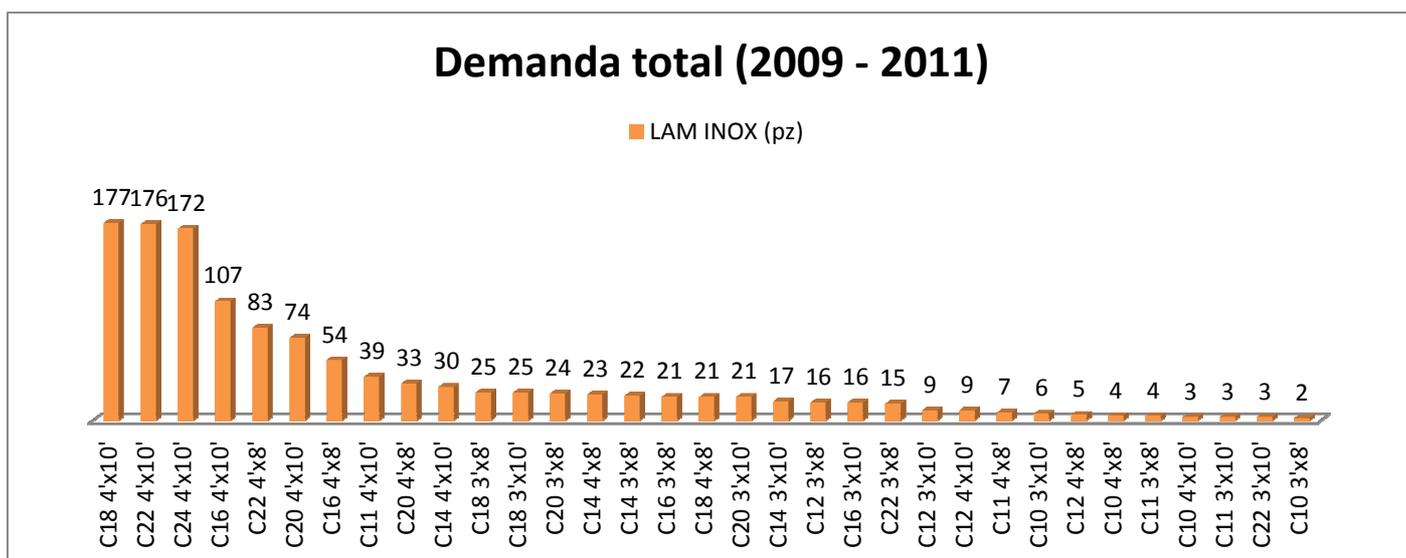
<sup>5</sup> Por lo menos un pedido excede el número de laminas regularmente solicitado

<sup>6</sup> IDEN





Graf. 3 Movimiento del material durante el 2011



Graf. 4 Movimiento del material durante el periodo 2009 – 2011.

Con ayuda de la Graf. 4 se determina que la **lámina inoxidable calibre 18 de 4'x10'** es la que cuenta con una mayor demanda con respecto de las otras.

### Promedio simple

De la tabla 1 (de datos), tenemos que para la lámina inoxidable C18 de 4'x10' la demanda de cada año a partir del 2009 hasta el 2011, ha sido de:

Año	2009	2010	2011
<b>C18 4'x10' (pz.)</b>	56	59	62

Tabla 2. Datos de la lámina a pronosticar.

Para promedio simple, en este caso no se presentan tendencias, ni estacionalidad y hay cierta estabilidad en la demanda. Siguiendo este concepto con base en la formula:

$$F_{n+1} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Donde:

$\sum_{i=1}^n X_i$  Es la sumatoria de los datos a analizar

$X_i$  = es el valor de cada uno de los datos

n: es el número de periodos

Se calcula la demanda para el año 2012:

$$F_{n+1} = \frac{56 + 59 + 62}{3} = 59$$

Como resultado se obtiene un pronóstico de **59 láminas** para el año 2012, pero esta cantidad podemos redondearla a 60 piezas de este tipo de lámina considerando cubrir errores que se registran en producción.

## Promedio ponderado

Es un modelo de promedio móvil que incorpora algún peso de los valores observados anteriores distinto a un peso igual para todos los periodos anteriores considerados<sup>7</sup>, esto se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$F_{t+1} = \sum_{t=1}^n C_t X_t$$

$F_{t+1}$ : es el pronóstico del promedio móvil ponderado para t+1 periodos

$X_t$ : es el valor observado en el periodo t

$C_t$ : es la ponderación en el periodo t;  $0 \leq C_t \leq 1.0$ ;  $\sum_{t=1}^t C_t = 1.0$

n: es el número de periodos empleados en la media ponderada

En este caso este tipo de promedio no sería de gran ayuda para el cálculo de la demanda, puesto que el sistema tiene poco de ser implementado, **el nivel de confianza no es del 100% ya que hasta la fecha siguen en proceso de aprendizaje**, por lo tanto, la curva de aprendizaje se elevaría exponencialmente; es decir, es una curva disparada que no muestra datos reales.

---

<sup>7</sup> Apuntes PCP DIMEI

## Suavizado exponencial

Este es uno de los métodos más populares y frecuentemente usados para pronosticar ya que requiere pocos datos. Por ser exponencial, da mayor importancia a los últimos datos, es por esto que sólo trabaja con el último dato real y el último pronosticado. Además, este método reacciona mejor a cambios fuertes en la demanda.

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t; \text{ Para } \alpha = \frac{2}{n+1}$$

Donde:

$F_{t+1}$ , es el pronóstico para el periodo t+1  
 $F_t$ , es el pronóstico para el periodo t ó último periodo  
 $X_t$ , es el valor observado en el periodo t ó último periodo  
n, es el número de valores observados.

Para  $\alpha$  considerando los tres años se obtiene el siguiente valor:

$$\alpha = \frac{2}{3 + 1} = \frac{1}{2} = 0.5$$

Ahora para hacer el cálculo del pronóstico tomaremos el último dato de láminas del 2011 y el pronosticado con el método de promedio simple y se obtiene:

$$F_{t+1} = (0.5 * 62) + (1 - 0.5) * 59 = \mathbf{60.5 \text{ Láminas}}$$

La cantidad pronosticada es de **60.5 láminas**, pero el 0.5 hace que esta cantidad sea redondeada a **61 láminas al año**. Este pronóstico no varía mucho de la cantidad calculada con el método de promedio simple.

## Doble suavizado exponencial

Cuando se presenta una clara tendencia en el pronóstico de la suavización exponencial, puede agregarse al mismo un factor de tendencia que refleje el comportamiento de la misma. Este modelo se calcula de la misma forma que la suavización exponencial, pero agregándole un factor de ajuste de tendencia; así:

$$F_{t+k} = S_t + kB_t$$

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(F_t)$$

$$B_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)B_{t-1}$$

Para:  $0 < \alpha \leq 1$  y  $0 < \beta \leq 1$

Donde:

$F_{t+k}$ , es el pronóstico para el periodo t + k  
 $S_t$ , es valor suavizado para el periodo t

$X_t$ , es el valor observado en el periodo t  
 $B_t$ , es la estimación de la pendiente en el periodo t  
k, es el número de periodos futuros que se quieren pronosticar

Calculando obtenemos que para los siguientes tres años:

$$\alpha = 0.5 \text{ y } \beta = 0.5$$

$$S_t = (0.5 * 62) + (1 - 0.5)(59) = 60.5$$

$$B_t = 0.5(60.5 - 59.5) + (1 - 0.5)0.5 = 0.75$$

$$F_{t+k} = 60.5 + (3 * 0.75) = 62.75 \text{ láminas}$$

Este modelo arroja como resultado una demanda pronosticada de **62.75 láminas** anuales, pero el punto decimal hace que sean **63 láminas** durante el 2012. Si se compara este resultado con los datos de la tabla 2, este pronóstico está una unidad por encima de las demandas registradas de lo que va del 2009 al 2011.

### Desviación Absoluta Media (MAD)

Es una de las formas más comunes de medición del error del pronóstico. Se calcula de la siguiente forma:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

Donde:

$e_i$  = error del período i  
n = número de errores  $e_i$

Lo que se busca con este método es saber cuál de las 3 opciones de pronóstico calculadas, presenta menor error. Para lo cual en la siguiente tabla colocamos los datos de demanda junto con el pronóstico de cada método.

DEMANDA	P.S. (59)	S.E. (61)	D.S.E. (63)
56	3	5	7
59	0	2	4
62	3	1	1
MAD	2	2.66	4

Tabla 3. MAD para cada uno de los métodos pronosticados.

Con el cálculo de la MAD se toma la decisión de **utilizar el pronóstico de 61 láminas al año**, sin embargo, se tienen la posibilidad de redondear a un número aún mayor (70 láminas por ejemplo), ya que durante las operaciones se presentan imprevistos como daños al material o errores de fabricación, que en ocasiones ya no se pueden corregir, por lo que hay que reponer el material sin afectar el resultado pronosticado, logrando así, que la empresa tenga mayor capacidad de respuesta.

### 3.3 Modelos de inventarios

*Modelos de inventarios deterministas.*- Cuando la demanda se conoce con certeza, la entrega se vuelve instantánea y el precio de los productos varía de acuerdo con el volumen ordenado. La naturaleza del problema de los inventarios (o existencias) consiste en colocar en forma repetida pedidos (u órdenes) de determinados tamaños e intervalos de tiempo establecido<sup>8</sup>. Desde ese punto de vista, una política de intervalo contesta las dos siguientes preguntas:

- ¿Cuánto pedir?
- ¿Cuándo pedir?

*Modelos probabilísticos de inventarios.*- Este trata los modelos estocásticos de inventario, en los que la demanda se describe mediante una opción de probabilidades. Los modelos se clasifican, en situaciones de revisión continua y periódica<sup>9</sup>.

Para tener una mejor proyección en los modelos que se aplicaran en este proyecto, se cuenta con información extra de los diferentes costos y gastos que aplican dentro de la empresa para el manejo de dicho material y que se muestran a continuación en la siguiente tabla junto con el resultado del pronóstico obtenido a través de suavizado exponencial:

Referencia	Nomenclatura	Valor
<b>C</b>	Costo unitario (\$/unidad)	1718.15
<b>I</b>	Tasa de interés vigente (%*año)	3
<b>h = i*c</b>	Costo de mantener el inventario (\$*unidad*año)	51.54
<b>A</b>	Costo de ordenar (\$/orden)	31.07
<b>D</b>	Demanda por unidad de tiempo	61

Además Aceros Perforados y Mallas, cuenta con tres proveedores principales que surten este tipo de lámina. PROGIM, Inoxidables de San Luis e Inoxidables y Procesos, ofrecen el producto a diferentes precios. El mejor precio lo da PROGIM, si se desea comprar por lote no hay un esquema de descuentos ya que la empresa por ser cliente especial, ya tiene asignado un 10% en cualquiera de sus productos, pero la empresa tiene que ir por el material, inoxidables de San Luis ofrece hasta un 10% de descuento después de 10 laminas y el flete es gratis si la compra es por más de \$10,000 pesos e Inoxidables y Procesos no ofrece ningún descuento y el flete es gratis después de \$10,000<sup>10</sup>. La disponibilidad del material en PROGIM e

<sup>8</sup> Hamdy A. Taha, Investigación de Operaciones, México 2004, Pearson Education, 7 edición, PAG. 429

<sup>9</sup> Hamdy A. Taha, Investigación de Operaciones, México 2004, Pearson Education, 7 edición, PAG. 559

<sup>10</sup> Los precios que se muestran, no incluyen el IVA.

Inoxidables de San Luis, en caso de faltantes, el tiempo de entrega es de un mes, mientras que en Inoxidables y Procesos el tiempo de entrega es inmediata.

### 3.3.1 Determinación del lote óptimo de compra con y sin faltante (EOQ)

#### EOQ sin faltantes

Este modelo supone algunas consideraciones para la toma de decisiones:

- El modelo se calcula para artículos individuales.
- La demanda es uniforme y se conoce con certidumbre cuanto será ésta en el futuro.
- Se supone una tasa de reabastecimiento infinito, esto significa que no existe un límite en la cantidad que se puede ordenar.

Este modelo es adecuado para determinar la cantidad a comprar de insumos y materias primas de producción. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

Donde:

- ❖ Q\*: cantidad económica a ordenar o lote económico o EOQ.
- ❖ A: Costo de ordenar (\$/orden)
- ❖ D: Demanda por unidad de tiempo
- ❖ h: Costo de mantener el inventario (\$\*unidad\*año)

Calculando con los datos anteriormente descritos, obtenemos:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2(31.07)(61)}{51.54}} = \mathbf{8.57}$$

$$K(Q) = cD + \frac{AD}{Q} + h \frac{Q}{2}$$

$$K(Q) = [(1718.15)(61)] + \frac{(31.07)(61)}{9} + 51.54 \frac{9}{2} = \mathbf{105249.67}$$

$$T = \frac{Q}{D}$$

$$T = \frac{9}{61} = \mathbf{0.1475}$$

Con estos resultados podemos decir que por cada **pedido de nueve láminas**, el costo anual por tenerlo en el inventario sería de **\$105,249.67 pesos** y cada 0.15 al año (54 días aproximadamente) se coloca un pedido.

Pero con esta cantidad de láminas a pedir, apenas se logra cubrir la cantidad de material que se pronostico. Para poder entrar en el esquema de descuentos, es necesario **colocar pedidos por 11 láminas** cada 60 días (**66 laminas al año**) y así poder cubrir la demanda pronosticada, esto no afectará el costo total anual ya que por cada pedido de 11 láminas el costo será **\$105262.91 pesos**, y se contara con un **stock de seguridad de cinco láminas** que servirán para cualquier eventualidad.

### EOQ con faltantes.

Aplica cuando se tiene una tasa infinita de reabastecimiento en la que se permiten faltantes.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h} - \frac{(\pi D)^2}{h(h + \hat{\pi})}} \sqrt{\frac{h + \hat{\pi}}{\hat{\pi}}}$$

$$b^* = \frac{hQ^* - \pi D}{h + \hat{\pi}}$$

$$K(Q, b) = cD + \frac{AD}{Q} + \frac{h(Q - b)^2}{2Q} + \frac{2\pi bD + \hat{\pi}b^2}{2Q}$$

Donde:

b = máximo nivel de faltante

$\pi$  = es el costo de pérdida de buena voluntad expresado en \$/unidad

$\hat{\pi}$  = es el costo financiero, contable o sanción contable, expresado en \$/unidad-año

Para este el cálculo del lote óptimo tomaremos en cuenta que  $\pi = \$5$  y  $\hat{\pi} = \$50$ , por lo cual obtenemos:

$$Q^* = \sqrt{\frac{(2)(31.07)(61)}{51.54} - \frac{[(5)(61)]^2}{(51.54)(51.54 + 50)}} \sqrt{\frac{51.54 + 50}{50}} = \mathbf{10.78}$$

$$b^* = \frac{[(51.54)(10.78)] - [(5)(61)]}{51.54 + 50} = \mathbf{2.47}$$

$$K(Q, b) = [(1718.15)(61)] + \frac{(31.07)(61)}{11} + \frac{(51.54)(11 - 2.47)^2}{(2)(11)} + \frac{[(2)(5)(2.47)(61)] + [(50)(2.47^2)]}{(2)(11)} = \mathbf{105233.02}$$

El lote óptimo que tenemos es de 11 láminas con un faltante máximo de tres y todo nos genera un costo total anual de **\$105233.02 pesos**. El cálculo del lote por este método, por el momento, es el que se ajusta al lote óptimo que se necesita para cubrir con la demanda pronosticada. Al igual que el caso anterior (sin faltantes), se tendría que **colocar un pedido por 11 láminas** cada 60 días y de la misma forma con esta cantidad al final, se tendrían cinco láminas de stock de seguridad para cualquier eventualidad.

### 3.3.2 Determinación del tamaño lote óptimo de producción con y sin faltante (EPQ)

Este modelo es adecuado para determinar la cantidad a producir. Es una extensión del modelo EOQ, pero este supone una tasa de reaprovisionamiento finita, ya que son productos fabricados, en donde se entregan lotes en lapsos de tiempo de acuerdo con la tasa de producción.

EPQ permitiendo faltantes.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h\left(1 - \frac{D}{\psi}\right)} - \frac{(\pi D)^2}{h(h + \hat{\pi})}} \sqrt{\frac{h + \hat{\pi}}{\hat{\pi}}}$$

$$b^* = \frac{(hQ^* - \pi D)\left(1 - \frac{D}{\psi}\right)}{h + \hat{\pi}}$$

$$K(Q) = cD + \frac{AD}{Q} + \frac{h\left[Q\left(1 - \frac{D}{\psi}\right) - b\right]^2}{2Q\left(1 - \frac{D}{\psi}\right)} + \frac{\pi b D}{Q} + \frac{\hat{\pi} b^2}{2Q\left(1 - \frac{D}{\psi}\right)}$$

Donde:

$\psi$  = tasa de producción, medidas en las mismas unidades que la demanda.

Para la empresa la tasa de producción dependerá del tipo de material a maquinar. Por ejemplo, de los datos del SAE se conoce que en este tipo de lamina (INOX C-18 de 4' x 10') la maquila de lámina perforada más solicitada es de Ø3.5mm y P 5mm. La máquina punzonadora tarda aproximadamente 6 horas en maquinar esta lámina con las dimensiones anteriormente descritas. Como la empresa opera las 24 horas, se puede concluir que en una jornada laboral completa llegan a producir cuatro láminas con estas características, si la empresa opera 300 días al año la tasa de producción la podemos estimar en 1200 láminas de estas características al año.

Si  $\psi = 1200$ , calculando tenemos que:

$$Q^* = \sqrt{\frac{(2)(31.07)(61)}{(51.54)\left(1 - \frac{61}{1200}\right)} - \frac{[(5)(61)]^2}{(51.54)(51.54 + 50)}} \sqrt{\frac{51.54 + 50}{50}} = 11.16$$

$$b^* = \frac{\{(51.54)(11.16)\} - [(5)(61)]}{5 + 50} \left(1 - \frac{61}{1200}\right) = 2.52$$

$$K(Q) = [(1718.15)(61)] + \frac{(31.07)(61)}{12} + \frac{51.54 \left[12 \left(1 - \frac{61}{1200}\right) - 3\right]^2}{24 \left(1 - \frac{61}{1200}\right)} + \frac{(5)(3)(61)}{12} + \frac{(50)(3^2)}{(24) \left(1 - \frac{61}{1200}\right)} = 105220.36$$

El lote óptimo de láminas obtenido de este cálculo sigue estando dentro de las 11 piezas con un faltante de tres láminas máximo, pero la cantidad de láminas se redondea a 12 para compensar el 0.16 del lote óptimo a pedir, al final este lote no afecta en el costo total anual que es de **\$105220.36 pesos** por mantenerlo en el inventario. Cabe agregar que si la empresa desea tener stock de lámina perforada de este tipo tendría que maquinar las 12 láminas antes de colocar el siguiente pedido para no sufrir retrasos en la demanda.

#### EPQ sin permitir faltantes.

Desarrollando con los datos anteriormente descritos, obtenemos que:

$$Q^* = \sqrt{\frac{(2)(31.07)(61)}{(51.54)\left(1 - \frac{61}{1200}\right)}} = 8.80$$

$$K(Q) = [(1718.15)(61)] + \frac{(31.07)(61)}{9} + \frac{(51.54)(9)}{2} \left(1 - \frac{61}{1200}\right) = 105237.88$$

Con el resultado obtenido tenemos que el lote óptimo de nueve láminas de acero inoxidable nos genera un costo total anual de **\$105237.88 pesos**. Pero hay que señalar que para cumplir con la cantidad pronosticada, los pedidos deben de ser en un menor tiempo, para cumplir con la condición de que no existan faltantes.

### **3.3.3 Determinación del tamaño de lote considerando descuentos por cantidad**

De la información que se asentó al principio de este capítulo, retomaremos las condiciones en las que cada proveedor ofrece sus servicios, además de los precios que cada uno de ellos maneja.

PROGIM.

C18 en 4'x10' precio de lista \$1889.96 / pz. Con el 10% de desc. \$ 1718.15

$$Q^* = \sqrt{\frac{(2)(31.07)(61)}{(0.03)(1718.15)}} = 8.58$$

$$K(Q) = [(1718.15)(61)] + \frac{(31.07)(61)}{9} + \frac{(51.54)(9)}{2} = 105249.67$$

Inoxidables de San Luis.

C18 en 4'x10' precio de lista \$1973.24 / pz. Con el 10% de descuento si son más de 10 pz. \$ 1793.85

$$Q^* = \sqrt{\frac{(2)(31.07)(61)}{(0.03)(1793.85)}} = 8.39$$

$$K(Q) = [(1793.85)(61)] + \frac{(31.07)(61)}{9} + \frac{(53.82)(9)}{2} = 109877.63$$

Pero como el lote óptimo no entra en el rango de descuento y esa misma cantidad no cubre la demanda en el tiempo que se espera, se emplearía el **pedido por 11 laminas:**

$$K(Q) = (1793.85 * 61) + \frac{31.07 * 61}{11} + \frac{53.82 * 11}{2} = 109893.15$$

Inoxidables y procesos.

C18 en 4'x10' precio de lista \$1989.96 / pza.

$$Q^* = \sqrt{\frac{(2)(31.07)(61)}{(0.03)(1989.96)}} = 7.97$$

$$K(Q) = [(1989.96)(61)] + \frac{(31.07)(61)}{8} + \frac{(59.69)(8)}{2} = 121863.22$$

Con estos resultados, PROGIM como se tenía previsto es el mejor proveedor, aunque a ese costo total anual **(\$105249.67 pesos)** faltan agregar lo costos de maniobra para ir por el material y comparar con inoxidable de San Luis, si es mejor comprar el lote con este proveedor y que la camioneta de la empresa no se desvíe de su ruta para recoger materiales y sólo se dedique hacer entregas.

### 3.3.4 Determinación del lote de producción con restricción de recursos

De acuerdo con la información que se muestra en las gráficas del inventario, la lamina C18 y C22 ambas de 4'x10', son de las más compradas. En las gráficas se puede observar que poseen casi la misma demanda, si es el caso y la empresa desea que ambos productos se encuentren en existencia dentro del almacén, la empresa destinara un presupuesto de \$25,000 en cada pedido para comprar ambos materiales. El espacio no es una limitante ya que se cuenta con anaqueles para uso exclusivo de este material. Bajo estas condiciones se procede de la siguiente manera:

$$C_{18} = \$1718.15 \Rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{(2)(31.07)(61)}{(0.03)(1718.15)}} = 8.57$$

$$C_{22} = \$1524.65 \Rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{(2)(31.07)(61)}{(0.03)(1524.65)}} = 9.10$$

$$C_{18}Q_{18} + C_{22}Q_{22} = [(1718.15)(8)] + [(1524.65)(9)] = 27467.05$$

Si los pedidos se hacen con forme a los lotes óptimos, tenemos que el presupuesto no es suficiente, sin embargo la empresa tiene la solvencia para dar sin problemas esta diferencia, pero si la empresa es exigente en su decisión de otorgar solo lo presupuestado, los pedidos óptimos se obtienen de la siguiente manera:

$$\frac{\partial k(Q_1, Q_2, \lambda)}{2Q_1} = 0 \gg Q_1^* = \sqrt{\frac{2A_1D_1}{h_1 + 2\lambda C_1}} = \sqrt{\frac{3790.54}{51.54 + 3436.3\lambda}}$$

$$\frac{\partial k(Q_1, Q_2, \lambda)}{2Q_2} = 0 \gg Q_2^* = \sqrt{\frac{2A_2D_2}{h_2 + 2\lambda C_2}} = \sqrt{\frac{3790.54}{45.74 + 3049.3\lambda}}$$

Resolviendo tenemos que  $\lambda = 0.0078$

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{3790.54}{51.54 + [(3436.3)(0.0078)]}} = 6.95$$

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{3790.54}{45.74 + [(3049.3)(0.0078)]}} = 7.38$$

$$C_{18}Q_{18} + C_{22}Q_{22} = [(1718.15)(7)] + [(1524.65)(8)] = 24224.25$$

La decisión más sencilla era tan sólo dejar de comprar una lamina por cada lote, pero para no generar dudas de que tan cierto puede ser esto, se recurren a estas ecuaciones para corroborar dicha decisión.

### 3.3.5 Determinación del punto de reorden

Esta es la cantidad que debe haber en inventario para cubrir las necesidades durante el tiempo de entrega y se expresa con la siguiente fórmula:

$$R^* = (t)(d) \gg d = \frac{D}{Wd}$$

Donde:

D = demanda anual

Wd = días hábiles al año

t = tiempo de entrega

Anteriormente se hizo mención de las condiciones de entrega de los diferentes proveedores de este tipo de material. Recordando un poco esto, PROGIM e Inoxidables de San Luis, regularmente procuran en sus inventarios tener existencias de este tipo de material, sin embargo hay ocasiones en las que el material no lo tienen de entrega inmediata y este tarda entre 15 ó 30 días para ser surtido. A comparación de Inoxidables y procesos, siempre cuentan con material en existencia y de entrega inmediata, pero la limitante es el alto precio del producto y solo es recurrido cuando la necesidad de adquirir material es muy alta.

Siguiendo esta lógica se calcula para cuando es de entrega inmediata y cuando hay tiempo de espera, para lo cual tenemos que:

D = 61

Wd = 240

t = 1 y 30 días.

Si fuera de entrega inmediata:

$$d = \frac{61}{240} = 0.2542$$

$$R^* = (1)(0.2542) = (0.2542)(365) = 92.78 \text{ días}$$

Esto nos indica que cada tres meses se haría un pedido de entre 15 ó 16 láminas para así poder cubrir la demanda.

Si el tiempo de espera es de 30 días:

$$d = \frac{61}{240} = 0.2542$$

$$R^* = (30)(0.2542) = 7.626 \text{ días}$$

Este indicador establece hacer una orden cada ocho días aproximadamente, de ser cada mes, hablamos de lotes de cinco láminas por cada pedido. Bajo estas condiciones a la empresa no le es viable adquirir el material por este medio, pues si desea entrar en un esquema de descuentos por cantidad, esta cantidad no se encuentra dentro del rango para adquirir dichos descuentos.

### 3.3.6 Inventarios de seguridad y nivel de servicio (Q/R)

Niveles altos de inventario no necesariamente resultan en un mejor servicio al cliente, pero seguramente tendrán impacto en las utilidades. Por otra parte, niveles bajos de inventario, particularmente si no se tiene un control eficiente del mismo, pueden resultar en faltantes de producto, con fuertes repercusiones en el servicio al cliente.

El nivel de servicio es una medida del desempeño en el manejo del inventario de producto, que involucra al cliente a través de la demanda que éste genera<sup>11</sup>.

D = 66 láminas anuales, (una lámina cada seis días)

m = demanda promedio durante el tiempo de entrega (D \* Tiempo de entrega)

$$m = (1/6) (30) = 5 \text{ láminas.}$$

T = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega

$$T = \sqrt{\text{Tiempo de entrega}} * \sigma \text{ demanda diaria}$$

$$T = (\sqrt{30})(0.21) = 1.15 \text{ láminas}$$

---

<sup>11</sup>Seetharama L. Narasimhan, Planeación de la Producción y Control de Inventarios, México 2004, Prentice Hall, 2 edición, PAG. 154

Tabla Stock de Seguridad / Nivel de Servicio / Factor K			
Nivel de Servicio en %		Desv. Estandar *1.25	Valor de K
Desde	Hasta	$\sigma$	
50.00	57.89	0.1	1.25
57.90	61.59	0.2	1.25
61.60	65.49	0.3	1.25
65.50	68.99	0.4	1.25
69.00	72.39	0.5	1.25
72.40	75.59	0.6	1.25
75.60	78.79	0.7	1.25
78.80	81.49	0.8	1.25
81.50	83.99	0.9	1.25
84.00	86.39	1.0	1.25
86.40	88.49	1.1	1.25
88.50	90.29	1.2	1.25
90.30	91.89	1.3	1.25
91.90	93.29	1.4	1.25
93.30	94.49	1.5	1.25
94.50	95.49	1.6	1.25
95.50	96.39	1.7	1.25
96.40	97.09	1.8	1.25
97.10	97.69	1.9	1.25
97.70	98.19	2.0	1.25
98.20	98.59	2.1	1.25
98.60	98.90	2.2	1.25
98.91	99.17	2.3	1.25
99.18	99.37	2.4	1.25
99.38	99.52	2.5	1.25
99.53	99.64	2.6	1.25
99.65	99.74	2.7	1.25
99.75	99.81	2.8	1.25
99.82	99.86	2.9	1.25
99.87	99.90	3.0	1.25
99.91	99.93	3.1	1.25
99.94	99.95	3.2	1.25
99.96	99.97	3.3	1.25
99.98		3.4	1.25
99.99		3.5	1.25

Tabla 4: Stock de seguridad y nivel de servicio.

De acuerdo a la tabla anterior para un nivel de servicio del 85% tenemos que  $k = 1.250$ , por lo tanto:

$$R_{P.R.} = m + (k * T)$$

Donde:

$m$  = demanda promedio durante el tiempo de entrega ( $D * \text{Tiempo de entrega}$ )

$k$  = valor del nivel de servicio

$T$  = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega

$$R_1 = 5 + [(1.250)(1.15)] = 6.44 \text{ láminas}$$

Por lo tanto, se coloca una orden por **11 láminas** todas las veces que la posición de existencias caiga a seis o siete láminas.

Siguiendo el mismo razonamiento, se tendrá:

$$R_1 = 5 + [(1.5)(1.15)] = 6.73 \text{ láminas, para un nivel de servicio del 90 \%}$$

$$R_1 = 5 + [(2)(1.15)] = 7.3 \text{ láminas, para un nivel de servicio del 95 \%}$$

$$R_1 = 5 + [(2.250)(1.15)] = 7.59 \text{ láminas, para un nivel de servicio del 97 \%}$$

$R_1 = 5 + [(2.875)(1.15)] = 8.31$  láminas, para un nivel de servicio del 99 %

Para estos niveles de servicio, es muy importante saber cuál sería la inversión a utilizar para poder cumplir con estos posibles escenarios. Para lo cual calcularemos el inventario medio y el valor del inventario. Entonces tenemos que:

$$a) \text{Inv. Med.} = (k * T) + \frac{Q}{2}$$

$$b) \text{Val Inv} = \text{Inv Med} * \text{Costo Art}$$

N.S. (%)	Inv. Med. (Pz.)	Val. Inv. (\$)
85	34	58417.1
90	35	60135.25
95	35	60135.25
97	36	61853.4
99	37	63571.55

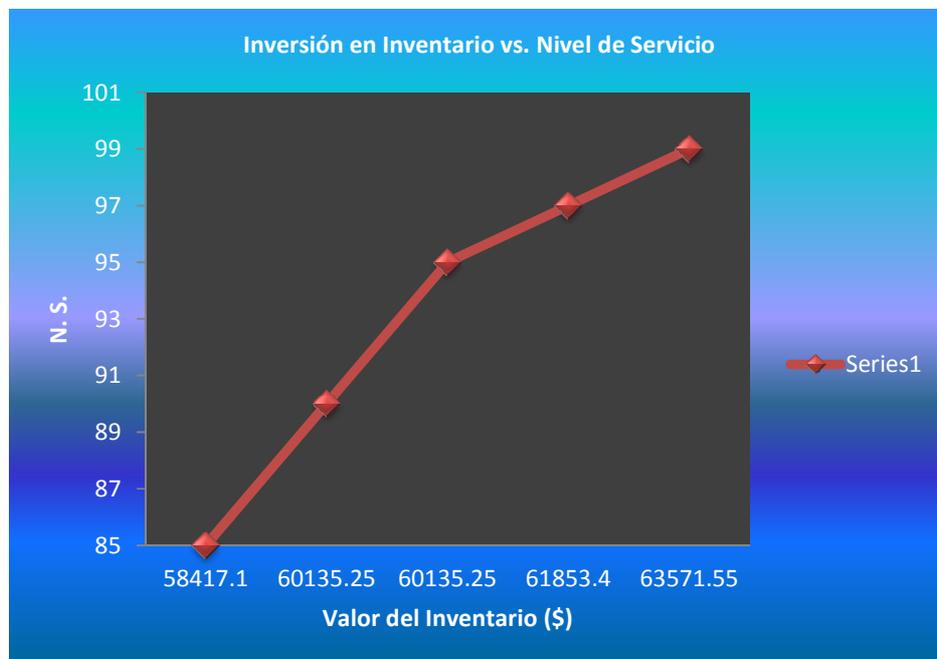


Gráfico 1: Inversión del Inv. Vs Nivel de Servicio

La gráfica nos muestra cómo es que para alcanzar mayores niveles de servicio la inversión representa el 50% del valor anual por tener el inventario en el almacén. Por lo que, para la empresa no representa una inversión tan grande como se tenía prevista con base a su experiencia.

### 3.4 Modelos de tamaño de lote dinámico

Los modelos de tamaño de lote dinámico surgen cuando la demanda es irregular, de otra manera cuando no es uniforme durante el horizonte de planeación.

Especificar un tamaño de lote (cualquiera que sea) nos proporciona un panorama sobre lo desagradable que es para los administradores tomar este tipo de riesgos basados en su concepto de la magnitud relativa de los costos de preparación contra los costos de mantener en inventario.

### 3.4.1 Reglas simple lote por lote (L x L)

Este es un caso especial de la regla de periodo fijo; la cantidad a ordenar es siempre la demanda para un periodo. Esta regla reduce el nivel de inventario y por ende, el costo de mantenerlo; pero el resultado es un mayor costo de ordenar por colocar mas ordenes. Casi siempre se usa para artículos muy caros y para artículos que tienen demanda irregular<sup>12</sup>.

En este caso el material seleccionado, cumple con algunas de las características anteriormente mencionadas. Tomaremos el último periodo registrado que es el del año 2011, ya que en este año es donde la empresa empieza adquirir mayor estabilidad y rentabilidad.

Bimestre	Ene – Feb.	Mar – Abr.	May – Jun.	Jul. – Agt.	Sep. – Oct.	Nov. – Dic.
<b>Demanda</b>	7	11	9	10	14	11

Tabla 5. Demanda de lámina inox C18 bimestral (2011).

De acuerdo a esta información en el periodo Enero – Febrero del 2011, se debería de colocar un pedido por 7 piezas. Revisando la estadística proporcionada tenemos que para el periodo Enero – Febrero del 2012, la cantidad demandada bajo considerablemente a tres piezas a comparación de otros años. Esto se debe a que el negocio para este tipo de material se basa en proyectos de empresas del ramo alimenticio o farmacéutico, pero en los siguientes periodos se vio recuperada esta situación, como se muestra en la siguiente imagen.

**ACEROS PERFORADOS Y MALLAS SA DE CV  
KARDEX**

Clave del artículo: 1022-0024  
 Unidad de salida: pz  
 Unidad de entrada: pz  
 Control de almacén:  
 Stock mínimo: 0.000  
 Stock máximo: 0.000

Descripción: LAM INOX T-304 C-18 2B DE 4' X10'  
 Fecha de últ. compra: 12/09/2012  
 Tipo de costeo: Promedio  
 Costo promedio: 1,933.683762  
 Existencia: 62.000

26-sep-12      **Página 1**

Documento	Cantidad	Costo	Existencia	Descripción	Capas	Fecha	Contabili
777	1.000	2,029.630000	63.000	Compras	0.000000	30/05/2012	No
A4040	-2.000	1,987.074475	62.000	Ventas	0.000000	12/05/2012	No
616	2.000	1,947.285000	64.000	Compras	0.000000	11/05/2012	No
429	2.000	1,964.830000	62.000	Compras	0.000000	12/04/2012	No
428	2.000	1,964.830000	60.000	Compras	0.000000	12/04/2012	No
6122	1.000	1,811.100000	58.000	Compras	0.000000	30/01/2012	No
A3011	-1.000	1,993.118884	57.000	Ventas	0.000000	31/01/2012	No
6085	1.000	1,836.480000	58.000	Compras	0.000000	26/01/2012	No
5939	1.000	1,971.010000	57.000	Compras	0.000000	21/12/2011	No

Fig. 4 Movimientos de material bajados de KARDEX SAE.

<sup>12</sup> Sipper Daniel / Bulfin Robert L., Planeación y Control de la Producción 1ª edición, 1ª impresión, México D.F., Mc. Graw Hill, Junio 1999, pp. 262 – 263

### 3.4.2 Decisiones de una sola vez. (Modelo del periodiquero)

Algunos problemas de inventarios involucran determinar una cantidad de pedido para un artículo que cubre la demanda de un solo periodo. Este tipo de problema es común para materiales de vida corta, como bienes de moda, alimentos perecederos y publicaciones como revistas o periódicos<sup>13</sup>.

En este caso de acuerdo a la información recabada el periodo de enero a febrero es el que presenta la menor demanda durante todo el año. Anteriormente se cito, que para cubrir una demanda pronosticada de **66 láminas anuales** se tienen que hacer **pedidos de 11 laminas cada dos meses**, pero como se observa la demanda de estos primeros dos meses está por debajo de los pedidos propuestos, pero cabe mencionar que en otros meses, la demanda es mayor a la de los pedidos propuestos.

Por lo cual se contemplan los siguientes datos, considerando la situación para aquellos meses en los que la demanda es menor. El método queda de la siguiente manera:  $F(Q) = \frac{\pi}{\pi + Co}$

Donde:

$\pi$ : costo de faltante por unidad que falta al final del periodo.

$Co$ : costo de excedente por unidad que sobra al final del periodo.

$Q$ : sigue siendo la variable de decisión.

Precio de compra: \$1718.15

Precio de venta: \$1956.67

Tenemos que:

$$\Pi = 1956.67 - 1718.15 = 238.52$$

$$Co = 1718.15$$

$$F(Q) = \frac{238.52}{238.52 + 1718.15} = 0.1219$$
$$Q = 7 + [(11 - 7) * 0.1219] = 7.48 \approx 8$$

A partir de esto podemos decir que durante este primer bimestre, la cantidad mínima a vender son siete láminas inoxidable y la máxima a vender son ocho láminas. El lote para este bimestre, de ser tomado en cuenta este análisis, resultara ser el más económico, pero por un lado el objetivo de tener pedidos de lotes con descuentos se perdería, ya que el lote a pedir estará por debajo de la cantidad que se necesita para que se aplique el esquema de descuentos, además ya no se

---

<sup>13</sup> Gaither Norman / Frazier Greg, Administración de Producción y Operaciones, 8° edición, México D.F., Thomson Editores, Diciembre 2003, pp. 380

contaría con el stock de seguridad que se contempla para cualquier eventualidad. Ciertamente es una situación complicada pues de presentarse la situación de este año 2012, en el que la cantidad demandada está muy por debajo de lo esperado, la dirección deberá implementar nuevas estrategias que la ayuden a revertir estos casos.

Para finalizar, el análisis hasta este punto nos da un panorama bastante completo de alternativas que se pueden tener para elegir que es lo que más le conviene a la empresa. La mejor opción han sido pedidos de **11 láminas cada 2 meses para poder cubrir la demanda y lograr entrar al esquema de descuentos del proveedor**, sin embargo como análisis aún falta la etapa de implementación para determinar que tan efectiva es esta propuesta, tanto en cantidades manejadas del material así como de la inversión real que se necesita para conservar los niveles de inventario calculados, ya que más adelante esta información puede ser retomada para hacer mejoras que beneficien a la empresa

## Capítulo 4: Propuesta de mejora con base a los resultados obtenidos

### 4.1 Plan maestro de producción (PMP)

Para hacer nuestro plan de compras nos apoyaremos del plan maestro de producción, el cual, especifica qué, cuándo y cuántos elementos o productos terminados deben producirse en determinado período. En este plan las cantidades representan producción y no demanda, es decir, las cantidades a producir no necesariamente coinciden con la demanda.

Denominaremos **Necesidades Brutas (NB)** a la demanda de fabricación de los productos.

Denominaremos **Disponibilidad (D)** al stock inicial del producto final o semiterminado que disponemos para satisfacer las necesidades brutas descritas anteriormente.

Denominaremos **Stock de Seguridad (SS)** aquella cantidad de producto final o semiterminado que no se puede utilizar para satisfacer las necesidades brutas.

Denominaremos **Necesidades Netas (NN)** a la cantidad que realmente debemos de realizar para satisfacer las necesidades brutas, teniendo en cuenta la Disponibilidad (D) y el Stock de Seguridad (SS).

- Si la disponibilidad es mayor que 0;  $NN = (NB - D) + SS$
- Si la disponibilidad es igual a 0;  $NN = NB$

La lámina perforada inoxidable C18 es usualmente requerida por un cliente que es Jugos del valle S.A.P.I. de C.V. quien la utiliza en forma de cilindro para filtrar la pulpa de las frutas. Si la empresa decide implementar pedidos de 11 láminas y junto con los datos del 2011 el MRP quedaría de la siguiente manera:

**Bimestre 1:** Las necesidades brutas son 7 piezas, la disponibilidad es de 11 unidades, dentro de las cuales el stock de seguridad es de 3 piezas.

$$NB = 7$$

$$D = 11; SS = 3$$

$$NN = (7 - 11) + 3 = -1$$

Al ser negativo, no se necesita fabricar y se tiene 1 pza.

**Bimestre 2:** Se necesitan 11 piezas y se dispone con 4 piezas (3 del stock de seguridad), pero dentro de este bimestre se coloca otro pedido de 11 láminas. Las necesidades netas son:

$$NB = 11$$

$$D = 15; SS = 3$$

$$NN = (11 - 15) + 3 = -1$$

Al ser negativo, no se necesita fabricar y se tiene 1 pza.

**Bimestre 3:** Las necesidades brutas son de 9 unidades y se dispone de una lámina más el stock de seguridad de 3 piezas, pero se ha colocado otro pedido por 11 láminas.

$$\begin{aligned} \text{NB} &= 9 \\ \text{D} &= 15; \text{SS} = 3 \\ \text{NN} &= (9 - 15) + 3 = -3 \end{aligned}$$

Como es negativo el resultado, no hay necesidad de fabricar y se tienen 3 piezas.

**Bimestre 4:** Necesitamos fabricar 10 piezas, pero disponemos únicamente de 3 unidades que sobraron del bimestre anterior más el stock de seguridad (nuevamente hay un pedido por 11 piezas), con lo cual las necesidades netas son:

$$\begin{aligned} \text{NB} &= 10 \\ \text{D} &= 17; \text{SS} = 3 \\ \text{NN} &= (10 - 17) + 3 = -4 \end{aligned}$$

Nuevamente no hay necesidad de fabricar y se tienen 4 piezas.

**Bimestre 5:** Se requieren 14 unidades, se cuentan con 4 unidades del bimestre pasado mas el stock de seguridad (se aplica el pedido de 11 láminas) y se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{NB} &= 14 \\ \text{D} &= 18; \text{SS} = 3 \\ \text{NN} &= (14 - 18) + 3 = -1 \end{aligned}$$

Nuevamente no hay necesidad de fabricar y se tienen 4 piezas.

**Bimestre 6:** Las Necesidades Brutas son de 11 unidades, se cuenta con 1 pieza y el stock de seguridad de 3 unidades y también se contara con el último pedido del año de 11 unidades), las Necesidades Netas son:

$$\begin{aligned} \text{NB} &= 11 \\ \text{D} &= 15 \text{ SS} = 3 \\ \text{NN} &= (11 - 15) + 3 = -1 \end{aligned}$$

Solo se prevé tener el stock no hay necesidad de fabricar y se tiene 1 pieza.

Bimestre	Ene – Feb.	Mar – Abr.	May – Jun.	Jul. – Agt.	Sep. – Oct.	Nov. – Dic.
NB	7	11	9	10	14	11
D	11	15	15	17	17	14
SS	3	3	3	3	3	3
NN	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Cálculo de las Necesidades Netas del MRP

## 4.2 Planeación agregada

La planeación agregada de la producción determina los recursos que son necesarios para satisfacer la demanda de determinado periodo, dichas demandas corresponden tanto a la información suministrada por los pronósticos como a órdenes reales de los clientes. Normalmente se hace para un mediano plazo, es decir, para un período de 6 a 12 meses.

Debido a que en el mediano plazo es poco probable incrementar la capacidad ampliando instalaciones o comprando maquinaria, con el fin de satisfacer la demanda, se debe seleccionar una estrategia que permita combinar la tasa de producción, el nivel de inventarios y la fuerza de trabajo de la mejor manera.

### 4.2.1 Influencia de la demanda, aspectos de la planeación agregada (capacidad, unidades agregadas, costos)

Las estrategias mixtas son las más usadas en la industria. Estas se evalúan desde el punto de vista de los costos para luego seleccionar la alternativa más económica.

De la tabla anterior utilizaremos las demandas bimestrales, los costos de operación por cada máquina punzonadora bimestral es de \$ 5,000 (La empresa cuenta con cuatro máquinas, cada una produce cuatro láminas en 24 horas con las características descritas en el punto 3.3.2). Los costos por material echado a perder de \$1,000 y de \$600 por material cuando éste se produzca fuera del programa de maquilas<sup>14</sup>.

Bimestre.	1	2	3	4	5	6	Total
<b>Producción</b>	7	11	9	10	14	11	
<b>Máquinas</b>	1	2	1	1	3	2	
<b>Costo Óp. (\$)</b>	5,000	10,000	5,000	5,000	15,000	10,000	<b>50,000</b>
<b>Material echado a perder. (\$)</b>	1000	1000	0	1000	2000	0	<b>5,000</b>
<b>Fuera de programa.</b>	500	500	0	500	1000	0	<b>2,500</b>
<b>Total</b>							<b>57,500</b>

Tabla 7. Calculo de estrategia mixta.

A partir de esto podemos obtener una cifra total de toda la inversión requerida con base a todo este análisis y así poder compararlo con lo que la empresa hace hoy en día.

<sup>14</sup> Cada máquina contiene un programa en el cual, se establece que materiales y para que clientes tienen que operar la máquina.

Esta es una tabla comparativa de lo que hacen hoy en día y de lo que se propone en este trabajo:

Depto. Compras:

Salario comprador	\$5700 (mes)
Percepción anual	\$68400
Aguinaldo	\$2850
Prima vacacional	\$285
<u>Seguridad social</u>	<u>\$10406.59</u>
<b>Total</b>	<b>\$81941.59</b>

Depto. Embarques:

Salario chofer	\$5900 (mes)
Percepción anual	\$70800
Aguinaldo	\$2950
Prima vacacional	\$295
<u>Seguridad social</u>	<u>\$10406.59</u>
<b>Total</b>	<b>\$84451.59</b>

Renta:

Renta anual:	\$669600
<u>Naves:</u>	<u>2</u>
<b>Total:</b>	<b>\$1339200</b>

-----  
Total de costos fijos **\$ 1505593.18**

Operación actual.	Operación propuesta.
<p>C. Material. PROGIM: <b>\$105249.67</b></p> <p>En promedio se hace un pedido por cada lamina:</p> <p>DP anual: 62 láminas.  Costo pedido: <u>\$31.07</u>  Total: <b>\$1926.34</b></p> <p>La camioneta asiste con el proveedor con mucha frecuencia, si la empresa opera 300 días al año:</p> <p>Combustible Ford Ranger: \$450 (diario)  Costo acarreo por km: \$3.50  (10 km entre la empresa y el proveedor)  Costo hora chofer \$20.50  (Tiempo de espera 1h)</p> <p>-----  Subtotal \$505.5 (300 días)  Total <b>\$151650</b></p> <p>Sumando cada uno de los costos producidos:</p> <p>C Fijos anual: \$ 1505593.18  C. Material. PROGIM: \$ 105249.67  C. pedido anual: \$ 1926.34  C. embarques: <u>\$ 151650.00</u>  Total C. Anual <b>\$ 1764419.19</b></p> <p><b>La diferencia entre la operación actual y las propuestas es de casi: \$150000</b></p>	<p>Se proponen 2 escenarios para los 2 proveedores más atractivos PROGIM e Inoxidables de San Luis.</p> <p>C. Material. PROGIM: <b>\$105249.67</b></p> <p>Con la propuesta hablamos de 6 pedidos de 11 laminas al año:</p> <p>Pedidos anuales: 6  Costo pedido: <u>\$31.07</u>  Total: <b>\$186.42</b></p> <p>La camioneta tan solo tendría que ir 6 veces al año con el proveedor:</p> <p>Combustible Ford Ranger: \$450 (diario)  Costo acarreo por km: \$3.50  (10 km entre la empresa y el proveedor)  Costo hora chofer \$20.50  (Tiempo de espera 1h)</p> <p>-----  Subtotal \$505.5 (6 ocasiones)  Total <b>\$3033</b></p> <p>Sumando cada uno de los costos producidos:</p> <p>C Fijos anual: \$ 1505593.18  C. Material. PROGIM: \$ 105249.67  C. pedido anual: \$ 186.42  C. embarques: <u>\$ 3033.00</u>  Total C. Anual <b>\$ 1614062.27</b></p> <p>En el caso de Inox. de San Luis los costos son los mismos, solo que no se contemplan los costos de embarques ya que por precio del pedido el proveedor se compromete a dejar el material en planta:</p> <p>C Fijos anual: \$ 1505593.18  C. Material. Inox SL: \$ 109893.63  C. pedido anual: <u>\$ 186.42</u>  Total C. Anual <b>\$ 1615673.27</b></p>

## Conclusiones

A través de esta propuesta se visualiza una mejora en la empresa “Aceros Perforados y Mallas”, pues se estarían cumpliendo con los objetivos de este análisis dado que por medio de los estudios realizados, se observó que si lleva a cabo un mapeo de rutas de entrega y recepción de mercancías, los tiempos de entrega se minimizarían al igual que los costos de la misma mejorando con esto una entrada financiera en un inventario estable y en una mayor capacidad de respuesta por parte de todas las Áreas y Departamentos involucrados.

De la misma forma, se establece que los proveedores con los que se cuenta siguen siendo una buena opción para la compra, por los descuentos otorgados y por el manejo de la mercancía, pero da la sugerencia de aumentar a más proveedores a la lista dado que existiría mayor competitividad entre ellos, dando a la empresa una mayor visión en costos y tiempos para adquisición de material.

Con respecto al área de ventas, nos enfocamos a un inventario más estable y formal, ya que el personal sabría exactamente si existe la pieza en almacén o el tiempo de entrega exacto para una mayor seguridad en el trato con el cliente y se establecerían tiempos de pedidos para el material no existente. Con este, la programación de requisiciones de compra, se tomarían tiempos de producción y de entrega al cliente, con lo que se lograría una minimización de costos ya que no existirían penalizaciones por entregas fuera de tiempo.

En el área de compras, se podrá tener un mayor control sobre sus proveedores, tanto en los pagos a realizar y en el establecimiento de fechas de los mismos, como en el establecimiento de mejores contratos en la adquisición de la mercancía, ya que se contaría con un plan de stock de la misma y se definirían tiempos de entrega.

Finalmente, se puede concluir que por un mal manejo en el inventario y una falta de stock, la empresa ha tenido fugas financieras importantes. A pesar de ser una empresa estable, se puede decir que si toman en cuenta las sugerencias dadas en esta propuesta, el Departamento de Ventas y de Compras se verían en una mejor posibilidad de dar mejores ingresos y dejar de invertir en costos extras para así obtener las ganancias correctas y con esto favorecer el crecimiento de la misma, ya que si tomamos en consideración la utilidad que se puede recuperar, éste puede ser usado para la mejora y mantenimiento de maquinaria y equipo, sin inversión de los dueños, la mejora de instalaciones, un mayor reparto de utilidades y la capacitación del personal.

## Bibliografía

- 1.- Gaither Norman / Frazier Greg, Administración de Producción y Operaciones, 8° edición, México D.F., Thomson Editores, Diciembre 2003, pp. 380
- 2.- Hamdy A. Taha, Investigación de Operaciones, México 2004, Pearson Education, 7 edición, PAG. 429, 559
- 3.- Seetharama L. Narasimhan, Planeación de la Producción y Control de Inventarios, México 2004, Prentice Hall, 2 edición, PAG. 154
- 4.- Sipper Daniel / Bulfin Robert L., Planeación y Control de la Producción 1ª edición, 1ª impresión, México D.F., Mc. Graw Hill, Junio 1999, pp. 262 – 263, 357 – 363

## Mesografía

<http://distancia.mx/Azcapotzalco/Tlalnepantla>

[http://help.sap.com/bp\\_bl604/BL\\_MX/html/index\\_ES\\_MX.htm](http://help.sap.com/bp_bl604/BL_MX/html/index_ES_MX.htm) (SAP Best Practice Baseline Package)

<http://www.aspel.com.mx/mx/productos/sae1.html>

[http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/descargas/documentos/catedra/apuntes\\_pcp.pdf](http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/descargas/documentos/catedra/apuntes_pcp.pdf) (Apuntes PCP DIMEI)

# Anexos

## ACEROS PERFORADOS Y MALLAS SA DE CV KARDEX

Clave del artículo: 1022-0024 Descripción: LAM INOX T-304 C-18 2B DE 4' X10'  
 Unidad de salida: pz Fecha de últ. compra: 12/09/2012  
 Unidad de entrada: pz Tipo de costo: Promedio  
 Control de almacén: Costo promedio: 1,933.683762  
 Stock mínimo: 0.000 Existencia: 62.000  
 Stock máximo: 0.000

26-sep-12 Página 1

Documento	Cantidad	Costo	Existencia	Descripción	Debito	Fecha	Contabil
A3301	-1.000	1,933.683762	62.000	Ventas	0.000000	13/09/2012	No
1453	1.000	1,677.270000	63.000	Compra	0.000000	10/09/2012	No
1448	1.000	1,677.270000	62.000	Compra	0.000000	10/09/2012	No
A4922	-4.000	1,942.090771	61.000	Ventas	0.000000	07/08/2012	No
1220	2.000	1,718.150000	65.000	Compra	0.000000	06/08/2012	No
1182	8.000	1,746.035200	63.000	Compra	0.000000	30/07/2012	No
A4852	-8.000	1,978.751245	55.000	Ventas	0.000000	30/07/2012	No
1159	1.000	1,820.630000	63.000	Compra	0.000000	27/07/2012	No
1146	1.000	1,854.420000	62.000	Compra	0.000000	23/07/2012	No
SM-2881	-1.000	1,983.709483	61.000	Salida de Prod.	0.000000	23/07/2012	No
A4753	-1.000	1,983.709483	62.000	Ventas	0.000000	20/07/2012	No
1091	1.000	1,847.920000	63.000	Compra	0.000000	12/07/2012	No
SM-1945 OM-6561	-1.000	1,985.899636	62.000	Salida de Prod.	0.000000	25/06/2012	No
A4465	-1.000	1,985.899636	63.000	Ventas	0.000000	25/06/2012	No
926	1.000	1,905.190000	64.000	Compra	0.000000	19/06/2012	No
A4406	1.000	1,987.180741	63.000	Can. factura	0.000000	20/06/2012	No
A4421	-1.000	1,987.180741	62.000	Ventas	0.000000	19/06/2012	No
A4406	-1.000	1,987.180741	63.000	Ventas	0.000000	19/06/2012	No
878	1.000	1,951.320000	64.000	Compra	0.000000	08/06/2012	No
777	1.000	2,029.630000	63.000	Compra	0.000000	30/05/2012	No
A4040	-2.000	1,987.074475	62.000	Ventas	0.000000	12/05/2012	No
616	2.000	1,947.285000	64.000	Compra	0.000000	11/05/2012	No
429	2.000	1,964.830000	62.000	Compra	0.000000	12/04/2012	No
428	2.000	1,964.830000	60.000	Compra	0.000000	12/04/2012	No
6122	1.000	1,811.100000	58.000	Compra	0.000000	30/01/2012	No
A3011	-1.000	1,993.118884	57.000	Ventas	0.000000	03/01/2012	No
6085	1.000	1,836.480000	58.000	Compra	0.000000	26/01/2012	No
5939	1.000	1,971.010000	57.000	Compra	0.000000	21/12/2011	No
A2704	-1.000	1,996.310808	56.000	Ventas	0.000000	22/12/2011	No
5891	3.000	1,924.000000	57.000	Compra	0.000000	15/12/2011	No
A2439	1.000	2,000.328076	54.000	Can. factura	0.000000	02/12/2011	No
A2438	1.000	2,000.328076	53.000	Can. factura	0.000000	02/12/2011	No
A2439	-1.000	2,000.328076	52.000	Ventas	0.000000	29/11/2011	No
A2438	-1.000	2,000.328076	53.000	Ventas	0.000000	29/11/2011	No
A2242	-2.000	2,000.328076	54.000	Ventas	0.000000	08/11/2011	No
A2231	-1.000	2,000.328076	56.000	Ventas	0.000000	07/11/2011	No
5677	2.000	1,940.310000	57.000	Compra	0.000000	04/11/2011	No
5671	1.000	1,971.460000	55.000	Compra	0.000000	03/11/2011	No
5533	1.000	2,073.430000	54.000	Compra	0.000000	12/10/2011	No
A1988	-1.000	2,001.758308	53.000	Ventas	0.000000	13/10/2011	No
5507	1.000	2,065.420000	54.000	Compra	0.000000	11/10/2011	No

Documento	Cantidad	Costo	Existencia	Descripción	Capas	Fecha	Contabil
A1899	-1.000	2.000.557144	53.000	Ventas	0.000000	06/10/2011	No
A1850	1.000	1.975.277204	54.000	Canc. factura	0.000000	06/10/2011	No
A1877	-7.000	2.001.034124	53.000	Ventas	0.000000	05/10/2011	No
5443	7.000	2.146.990000	60.000	Compras	0.000000	03/10/2011	No
5442	2.000	2.146.990000	53.000	Compras	0.000000	03/10/2011	No
A1850	-1.000	1.975.277204	51.000	Ventas	0.000000	30/09/2011	No
A1819	-2.000	1.975.277204	52.000	Ventas	0.000000	29/09/2011	No
5385	2.000	2.232.820000	54.000	Compras	0.000000	23/09/2011	No
5384	1.000	2.154.520000	52.000	Compras	0.000000	23/09/2011	No
A1637	-1.000	1.961.662922	51.000	Ventas	0.000000	10/09/2011	No
5296	1.000	2.059.140000	52.000	Compras	0.000000	08/09/2011	No
A1447	-1.000	1.959.751607	51.000	Ventas	0.000000	23/08/2011	No
A1446	-1.000	1.959.751607	52.000	Ventas	0.000000	23/08/2011	No
5166	1.000	1.994.340000	53.000	Compras	0.000000	19/08/2011	No
A1415	-1.000	1.959.086446	52.000	Ventas	0.000000	19/08/2011	No
5158	1.000	1.964.020000	53.000	Compras	0.000000	18/08/2011	No
A1241	-1.000	1.958.991570	52.000	Ventas	0.000000	03/08/2011	No
5056	3.000	1.887.380000	53.000	Compras	0.000000	01/08/2011	No
A764	-1.000	1.963.288264	50.000	Ventas	0.000000	14/06/2011	No
11262	-1.000	1.963.288264	51.000	Ventas	0.000000	04/02/2011	No
3866	2.000	1.887.000000	52.000	Compras	0.000000	19/01/2011	No
11163	-2.000	1.966.339794	50.000	Ventas	0.000000	25/01/2011	No
11147	-1.000	1.966.339794	52.000	Ventas	0.000000	22/01/2011	No
10968	-1.000	1.966.339794	53.000	Ventas	0.000000	23/12/2010	No
3221	44.000	1.987.168409	54.000	Compras	0.000000	08/10/2010	No
10238	-1.000	1.874.693889	10.000	Ventas	0.000000	08/10/2010	No
10222	-1.000	1.874.693889	11.000	Ventas	0.000000	07/10/2010	No
3201	5.000	1.815.842000	12.000	Compras	0.000000	05/10/2010	No
3051	6.000	1.905.300000	7.000	Compras	0.000000	09/09/2010	No
9883	-2.000	1.985.316667	1.000	Ventas	0.000000	30/08/2010	No
2956	2.000	1.952.170000	3.000	Compras	0.000000	25/08/2010	No
2658	1.000	2.051.610000	1.000	Compras	0.000000	24/06/2010	No
SM AJ0001	-25.000	1.323.258705	0.000	Sal. x Ajuste Inv.	0.000000	16/03/2010	No
1802	1.000	1.572.070000	25.000	Compras	0.000000	20/01/2010	No
1324	1.000	1.769.860000	24.000	Compras	0.000000	20/10/2009	No
1104	2.000	1.624.560000	23.000	Compras	0.000000	09/09/2009	No
887	3.000	1.364.310225	21.000	Compras	0.000000	30/07/2009	No
732	1.000	1.225.190000	18.000	Compras	0.000000	02/07/2009	No
721	1.000	1.226.510000	17.000	Compras	0.000000	30/06/2009	No
441	15.000	1.247.591330	16.000	Compras	0.000000	28/04/2009	No
431	1.000	1.231.890000	1.000	Compras	0.000000	22/04/2009	No

Documento	Cantidad	Costo	Existencia	Descripción	Capas	Fecha	Contabil
207	1.000	1.776.023440	2.000	Compras	0.000000	27/02/2009	No
195	1.000	1.449.330430	1.000	Compras	0.000000	24/02/2009	No



**PROMOTORA INDUSTRIAL GIM, S.A. DE C.V.**

**DOMICILIO FISCAL:**  
CRACOVIA No. 54 SAN ANGEL  
DELEGACION ALVARO OBREGON  
C.P. 01000, MÉXICO, D.F.

**SUCURSAL TLALNEPANTLA**  
AV. GUSTAVO BAZ, ESQUINA HENRY FORD No.4  
FRACC. INDUSTRIAL SAN NICOLAS  
TLALNEPANTLA EDO. DE MEXICO, C.P. 54030  
TELS.: 5005-0580, 1665-2945, 5005-0586, 5005-0582  
FAX: 5005-0587

**MEXF-28101**

PIG7507292A6

<b>VENDIDO A:</b> ACEROS PERFORADOS Y MALLAS, S.A. DE C.V. MICHOCAN 61, TOMAS AZCAPOTZALCO C.P. 01460, ALVARO OBREGON, DISTRITO FEDERAL, MÉXICO Tel(s). 5423-2799, 5423-2682, 5423-2333 <b>R.F.C.: APM060201NQ4</b>	<b>CONSIGNADO A:</b> RECOGEN,	<b>EXPEDIDO EN TLALNEPANTLA</b> FACTURA: MEXF-28101 FECHA: 30/Mar/2012 14:46:56 Año / Nro. de Aprobación: 2010 / 245271 Nro. Serie del Certificado: 00001000000102258831 -- 121540 --
--	----------------------------------	--

<b>PEDIDO</b> 8024	<b>CLIENTE</b> 06332	<b>DIAS DE CRÉDITO</b> 30 Fecha Factura	<b>CONDICIONES DE PAGO</b> <b>ESTA FACTURA SE PAGARÁ EN UNA SOLA EXHIBICIÓN</b>
-----------------------	-------------------------	--	--

Part.	Descripción	Empaque	Unidades	Kilos	Precio U.	Importe
1	HOJA 304 2B 1219 X 2438 CAL. 16	H2390812	1	36.60	51.9533	1,901.49

Sello Digital:  
ARSjkGcS3Lzpv19rR29HQf0dV1vS3d0tZf0z5uNeVz+L+qM+dJfP5yBZFGUPFX78Xp69YwnoaEAHM+HND8trwOEJRWFb8lJxxrVq7eOu+/4FidM8k8xIEV7neh0WMJUIKEARfx  
mAPzGGX8Tu3G0S3dPDWnS0/rRSv03SS0=

Cadena Original:  
|12.0|MEXF|28101|2012-03-30T14:46:56|245271|2010|Ingreso|Pago en una sola exhibición|30 Fecha Factura|1901.492200|2205.732200|PIG7507292A6|PROMOTORA  
INDUSTRIAL GIM SA DE CV|CRACOVIA|54|SAN ANGEL|ALVARO OBREGÓN|DISTRITO FEDERAL|MEXICO|01000|HENRY FORD|4|INDUSTRIAL SAN  
NICOLÁS|TLALNEPANTLA|ESTADO DE MÉXICO|MEXICO|54030|APM060201NQ4|ACEROS PERFORADOS Y MALLAS, S.A. DE C.V.|MICHOCAN|61|TOMAS  
AZCAPOTZALCO|ALVARO OBREGON|DISTRITO FEDERAL|MEXICO|01460|36.60000|HOJA 304 2B 1219 x 2438 Cal.  
16|51.953338|1901.492173|IVA|16.000000|304.240000|304.240000|



Observaciones:

<b>PAGARÉ</b> Debo(emos) y pagaré(mos) incondicionalmente a la orden de: PROMOTORA INDUSTRIAL GIM, S.A. DE C.V. Tlalnepantla, Estado de México. El día 29/Abril/2012 la cantidad inscrita, valor recibido en mercancía, en caso de mora se pagarán intereses moratorios del 4% mensual.	<b>RECIBI DE CONFORMIDAD:</b> 30-Mar-2012
<b>SELLO, NOMBRE Y FIRMA</b>	

TASA DE IVA 16%	TIPO DE CAMBIO 12.8489	VENDEDOR Gómez Monica	SUBTOTAL: 1,901.49
<b>IMPORTE TOTAL:</b> (DOS MIL DOSCIENTOS CINCO PESOS 73/100 M.N.)			I.V.A.: 304.24
			<b>TOTAL:</b> <b>\$2,205.73</b>

ESTE DOCUMENTO ES LA REPRESENTACIÓN IMPRESA DE UN CFD