

26
201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA LA
SUSTITUCION DE CINTAS DE ACERO MEDIO
CARBONO POR CINTAS DE ACERO ALTO CARBONO
PARA HERRAMIENTA DE CORTE

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO METALURGICO
P R E S E N T A :
JOSE ANTONIO SALDAÑA SANCHEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

I N D I C E

CAPITULO		PAG.
I.	INTRODUCCION	1
II.	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	5
II.1.	METODOS DE FABRICACION DE ACERO	7
II.2.	LAMINACION	18
II.3.	MANUFACTURA DE HERRAMIENTA DE CORTE	27
III.	ESTUDIO ECONOMICO	38
III.1.	SITUACION ACTUAL DEL MERCADO DEL ACERO	41
III.2.	SITUACION DEL MERCADO USUARIO DE CINTA DE ACERO	54
III.3.	ESTUDIO ECONOMICO-PRACTICO DE UNA INDUSTRIA NACIONAL	67
IV.	ESTUDIO TECNICO	70
IV.1.1.	DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE CINTAS DE ACERO DEL PROVEEDOR NACIONAL	72

CAPITULO		PAG.
IV.1.2.	DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE HERRAMIENTA DE CORTE POR UNA INDUSTRIA NACIONAL.	76
IV.2.	PRUEBAS PARA EVALUAR LA SUSTITUCION DE ACERO.	78
V.	ANALISIS DE RESULTADOS	84
VI.	CONCLUSIONES	87
VII.	BIBLIOGRAFIA	90

I. INTRODUCCION

En la industria moderna se requiere de productos que satisfagan las más estrictas normas de calidad, lo que significa contar con un control de calidad de la materia prima utilizada.

Al mismo tiempo, con la apertura de los mercados internacionales al libre comercio, la competencia entre fabricantes de un mismo producto, trae como consecuencia que éstos se comprometan cada vez más a elevar la calidad de su producto terminado.

Esto quiere decir que la materia prima utilizada sea de excelente calidad y a un costo relativamente bajo para competir en los mercados mundiales.

No siendo una excepción de ésta regla el mercado de las cintas de acero de tolerancias garantizadas, que son la materia prima para la producción de diversas herramientas de corte, como son: cuchillas, plecas y suajes, que se utilizan en la industria del cartón y del vestido, y llanas, serrotes y serruchos para la industria maderera y de la construcción.

Los productores de cintas de acero de tolerancias estrictas y garantizadas, llevan la pauta como proveedores de primera línea dentro del cada día más exigente mercado internacional.

Actualmente se han desarrollado cada vez más los procesos de manufactura de metales, de tal manera que podemos encontrar productores de acero que ofrecen al mercado nuevos materiales que pueden sustituir las actuales materias primas utilizadas. Estos materiales no sólo sustituyen a las anteriores, sino aún mejoran las propiedades intrínsecas, como son las propiedades mecánicas, de resistencia, etc. Y en muchos de los casos pueden ayudar a disminuir el costo de producción.

Cabe mencionar que a nivel mundial, en lo que se refiere a cintas de acero de tolerancias estrictas, podemos encontrar a varias y afamadas empresas productoras, que cumplen con las normas de calidad del acero.

Sin embargo, para sostenerse y ganar gran parte de éste importante y competido mercado, no sólo hay que cumplir en los requerimientos de calidad establecidos, sino ofrecer a los productores nuevas alternativas para mejorar sus productos tanto en calidad como en costo.

Siendo ésto último el objetivo específico para el presente estudio, en el cual se planea sustituir cintas de acero medio carbono, por cintas de acero alto carbono para herramienta de corte, analizandolo desde un punto de vista técnico-económico.

II. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En el presente capítulo se dan a conocer en forma concisa, como se produce el acero, los diferentes métodos más conocidos, mencionando sus ventajas y desventajas.

Esto se considera muy importante, porque veremos durante éste capítulo, como algunos elementos químicos que se consideran impurezas del acero, pueden afectar de manera considerable el comportamiento del acero en los procesos posteriores.

Es por ello que resulta indispensable y necesario hacer mención de los diferentes procesos de aceración con los que contamos en la actualidad antes de ahondarse en el presente estudio.

A su vez, es también de vital importancia conocer como se comporta el acero, en su proceso de solidificación ya sea por medio de colada continua ó lingoteo.

Puesto que éste es un producto semiterminado, utilizado como materia prima para muchos procesos de manufactura en la industria de la transformación metal-mecánica moderna.

II.1. METODOS DE FABRICACION DE ACERO

La capacidad de producir acero es básica para el desarrollo económico de los pueblos, y en forma creciente las sociedades industriales modernas requieren de métodos más eficientes para producirlo.

El acero se puede fabricar por varios métodos, a partir de la refinación del arrabio, hierro esponja y a la fusión de chatarra ferrosa.

El arrabio es el producto del alto horno, y las materias primas para hacer una tonelada de arrabio, son en forma aproximada: dos toneladas de mineral (u otra fuente de hierro), casi una tonelada de coque, cerca de $\frac{1}{2}$ tonelada de piedra caliza y casi 2,705 m³N de aire.[7].

Aunque es variable la composición química que el arrabio guarda, un análisis típico puede ser: carbono 4%, silicio 1.5%, manganeso 1%, azufre 0.04%, fósforo 0.4%, y el resto de hierro.

La composición del arrabio, dependerá de la composición química de la fuente de hierro, del fundente, del coque, y de las condiciones de operación presentes en el alto horno.

Los procesos de aceración más comunes en nuestros días, son principalmente por tres vías, a saber:

- 1-. Arrabio-Convertidor (BOF)
- 2-. Chatarra-Horno de arco eléctrico
- 3-. Reducción Directa-Horno de arco eléctrico.

Estas son las tres vías que son más económicamente rentables para la producción de acero al carbono.

El arrabio suministra la mayor parte de la materia prima para la producción de acero, pero el acero producido a partir de chatarra juega un papel muy importante.

El paso fundamental para producir acero a partir de arrabio, consiste en oxidar las impurezas presentes, las cuales se remueven en la escoria. (para el caso de silicio, azufre, y fósforo).

El oxígeno se suministra, ya sea por un soplo de aire (como en la mayoría de los métodos antiguos), ó como oxígeno puro (en los métodos modernos) para aumentar la velocidad de producción de acero.

En las dos últimas décadas ha tenido lugar un gran desarrollo en los métodos usados en la producción de acero.

Por ejemplo, el 80% de la producción mundial provino de los hornos de hogar abierto básicos en 1963; y en 1984 ésta bajo al 7%, porque se adoptaron procesos más eficientes.[7]

Cabe mencionar que en la actualidad el proceso de convertidores básicos al oxígeno representan el 63% de la producción mundial, y el 30% restante de hornos eléctricos.[49].

El proceso COBOX (convertidor básico de oxígeno), es una evolución del proceso Bessemer, donde el aire es replazado por oxígeno puro, que aumenta la velocidad para fundir y la capacidad de producción.

El oxígeno se introduce a través de una lanza, cuyo extremo está enfriado por agua, y suspendida a 3 pies de la carga a una presión de 1000 a 1240 kPa.

En el contenedor, primero se deposita la chatarra, y en seguida el arrabio fundido, la lanza baja y se inicia el soplado. El oxígeno produce con rapidez la energética oxidación de las impurezas, y a su vez oxida al carbono, causando una agitación vigorosa del metal fundido conforme se produce el monóxido de carbono y el dióxido de carbono.

Los agentes fundentes como la cal y la fluorita, se dejan caer de una tolva a través de un canalón; después de que ha comenzado el soplo de oxígeno.

La lanza se remueve después de que se han oxidado las impurezas, entonces el horno se inclina, primero a un lado para sangrar el acero y luego al otro para verter la escoria.

El ajuste final de la composición se hace por la adición de ferroaleaciones en el cucharón, éste es el método básico de oxígeno de más uso y se conoce como el proceso L-D.

La mayoría del acero producido en hornos eléctricos en el mundo, se hace en hornos de arco, y en menor parte en hornos de inducción.

Este último, funciona con corriente de alta frecuencia, la cual pasa por unas bobinas de tubo de cobre de sección rectangular, las cuales generan en el metal corrientes parásitas que lo calientan rápidamente hasta su fusión. La ventaja de la alta velocidad de éste proceso consiste en que el metal no puede oxidarse, y al final de la fusión se puede introducir una pequeña cantidad de desoxidante.

En la actualidad el uso del horno de arco eléctrico se está incrementando rápidamente, especialmente para la producción de acero a partir de 100% de chatarra.[9].

Estos hornos funcionan utilizando un arco eléctrico el cual puede ser directo ó indirecto, en el indirecto: los electrodos se sitúan por encima del espejo del baño, y los materiales mezclados se funden por el calor del arco excitado. Y en el directo: la fusión se efectúa por el calor entre los electrodos y el baño metálico.[11].

Las ventajas del procedimiento de convertidores, consiste en la alta capacidad de producción, y además no se utiliza combustible, ya que la alta temperatura se logra por el calor que se desprende en el proceso de oxidación. Todo esto baja el costo de producción del acero.

Las desventajas principales son: la imposibilidad de transformar una cantidad considerable de chatarra, una pérdida considerable de metal al quemarse (de 5 a 10%), la dificultad de regular el proceso, y un contenido elevado de óxido de hierro, lo cual disminuye sus propiedades.

Ahora ya que estamos analizando las bondades que guardan los procesos, es importante destacar las ventajas de fabricar los aceros en hornos eléctricos, y son: la posibilidad de que en un sólo paso, fundir y refinar el a cero, así como obtener un alto control de la temperatura, lo cual permite tener escorias muy calcáreas que aseguran la eliminación del fósforo y azufre; además de que se ev ita la oxidación del metal y se obtiene un control más exac to de la composición química del acero.

El vertido del acero líquido de una cuchara a los moldes de lingoteo, se conoce como colado; y el acero que va para colado puede ser de tres tipos: efervecente ó agitado, semicalmado y acero calmado.

El acero agitado en forma esencial no está desoxidado, y al bajar la temperatura, una parte del carbono entra en reacción con el óxido ferroso restante:



Las burbujas de monóxido de carbono quedan atrapadas en la masa que solidifica en la superficie, y cerca de la parte superior del lingote.

El acero semicalmado se obtiene agregando cantidades apreciables de aluminio y ferrosilicio en la cuchara, pero no el suficiente para la desoxidación completa.

Por último los aceros denominados calmados, se hacen siguiendo el tratamiento para los aceros semicalmados, con excepción de que se añaden cantidades finales de aluminio en el molde para desoxidar completamente el acero ya que no hay evolución de gas, el metal permanece calmado dentro del molde, de ahí su nombre.

En los aceros calmados se forman grandes rechupes en la parte superior de los lingotes, resultando más compactos y limpios. Estos aceros tienen contenidos altos de carbono.[7].

En la actualidad, se ha elaborado e introducido el método de la colada continua, que permite economizar y disminuir la pérdida de metal.(ya sea por rechupe,etc).

La colada continua muestra una gran aceleración en su crecimiento. Y cabe mencionar el hecho que en nuestros días, más del 40% de la producción mundial de acero se hace a través de éste método. [15].

Con el uso del método de la colada continua, se eliminan varias de las operaciones que implica el proceso convencional de vaciado en lingoteras, tales como el desmoldeo, el acondicionamiento de lingotes, además del corte de la parte superior del lingote, donde generalmente se presenta el rechupe, y todas las actividades implicadas a lo anterior.

Con el uso de éste proceso podemos obtener un producto que puede ser transferido directamente al proceso de acabado, además de gozar de las ventajas de incrementar el rendimiento, se mejora la calidad superficial, así como la estructura del producto.

Dentro de los procesos de fabricación de los aceros, cabe mencionar las técnicas especiales de refinación que actualmente se utilizan, las cuales tienen por objeto proporcionar acero de óptima calidad.

Además asegurar un producto con un mínimo contenido de gases (como puede ser el hidrógeno, oxígeno y nitrógeno disueltos), y reducir al máximo las inclusiones no metálicas (como son los óxidos de aluminio, silicio, etc).

En la actualidad se han desarrollado diversas y variadas técnicas para la refinación secundaria del acero, dentro de éstas técnicas, mencionaremos al proceso de refinación por electroescoria (ESR).

Este proceso se caracteriza por refundir un electrodo bajo una escoria, en un molde enfriado por agua. A través del electrodo fluye una alta densidad de corriente a bajos potenciales, y dado que la escoria tiene la más alta resistividad eléctrica, el electrodo se funde por el efecto Joule. La escoria se mantiene líquida durante la refinación del electrodo debido a éste efecto. En la punta del electrodo se forma una película líquida en primera instancia, la cual dará lugar a gotas que se desprenderán atravesando la escoria fundida, para formar la cabeza del metal líquido y consecuentemente al lingote refinado.[23].

El proceso proporciona un nuevo lingote excepcionalmente limpio, libre de impurezas no-metálicas, siendo sus ventajas principales, la homogeneidad, es decir, el acero está libre de poros, rechupes, etc. así como uniformidad en la estructura metalúrgica, y hasta anulando algunos defectos. (como el pipe, etc.). [17].

Así también el lingote tiene buen acabado superficial y se asegura una solidificación uniforme y substancialmente en dirección vertical. Esto hace que los lingotes resultantes se utilicen para aquellos productos que requieran de un trabajo de forja.

También se han desarrollado diversas técnicas al vacío, una de las cuales se denomina, proceso de refundición con arco al vacío (VAR), el cual en esencia, es muy parecido al anterior, sólo que en éste proceso, sobre la cubierta de escoria, hay una placa ó embolo que embute el metal fundido, el cual se va solidificando por el enfriamiento de las paredes metálicas, produciéndose un nuevo lingote de más alta calidad. [23].

En la actualidad el proceso de refinación secundaria del acero, que más se utiliza en México es el horno olla.

El propósito fundamental de éste proceso, es el de obtener aceros más limpios, es decir, que tengan las menores cantidades de azufre, oxígeno, fósforo, así como evitar al máximo inclusiones no metálicas y gases disueltos en el acero. Mejorando con esto el control de la composición química final del acero, obteniéndose así acero de alta calidad.[22].

II.2. L A M I N A C I O N

El proceso de laminación es uno de los procesos más importantes, dado que provee de materia prima a un gran sector de la industria, que va desde la automotriz, hasta la de comunicaciones y electrónica.

Mundialmente se ha incrementado el uso de las láminas ó cintas de acero para fabricar infinidad de artículos, por tanto a éstos productos se les requiere que satisfagan las más estrictas normas de calidad.

Tanto en sus propiedades mecánicas como en el acabado que sea requerido para la presentación final del producto.

De ahí la importancia que se ha concedido a el presente proceso. Que forma la base de innumerables procesos productivos de la industria moderna, estos pueden ser desde troquelados hasta la fabricación de herramientas de corte, tal como es el caso del presente estudio.

La laminación puede realizarse tanto en caliente como en frío, donde con la aplicación de presión por medio de rodillos giratorios, es posible producir en el material una deformación plástica, la cual es la capacidad de los metales a ser deformados en tamaño y forma.[25].

Los cristales se alargan en dirección del laminado y el material emerge a una velocidad más rápida que la de entrada. En la laminación en caliente los cristales comienzan a recrystalizarse después de la zona de esfuerzo, y en frío conservan su forma alargada.(Fig. 1).

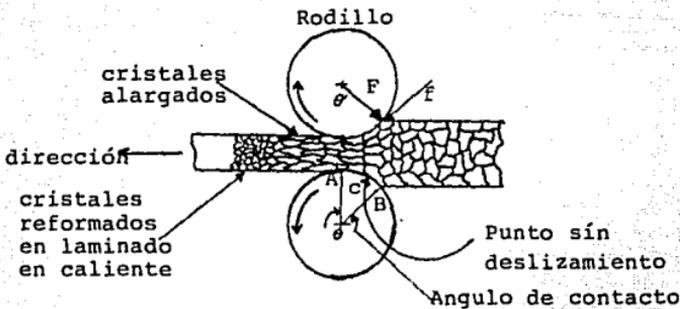


Fig. 1. Esquema que muestra el proceso de laminación donde F es la fuerza radial ó normal; y f es la fuerza de fricción.

Tal como lo indica la figura, los rodillos hacen contacto con el metal en una longitud de contacto, la cual denominaremos: arco AB. Desde el punto C a la salida de A el metal está siendo deformado, en el punto C (sín deslizamiento), el metal se mueve más rápido que la superficie del rodillo.

Por el contrario, el metal se mueve con más lentitud que los rodillos entre los puntos C y B, donde la fuerza de fricción resultante sobre el arco CB, comprime el metal entre los rodillos.

Dentro de las partes fundamentales del laminador tenemos la caja de trabajo, que consta de un juego de rodillos de trabajo, montados en un puente. Los rodillos en su mayoría son de acero, y pueden ser superficialmente lisos, escalonados, ó de surcos.

Los rodillos lisos se aplican en la laminación de chapas, placas y cintas.

En relación con la cantidad de rodillos, podemos encontrar laminadores duos (de dos rodillos), trios, ó de varios rodillos, denominado multilaminador.

En los laminadores doble duo, los rodillos intermedios son denominados de trabajo y los de los extremos son de a poyo ó presión.

Así mismo se cuenta con laminadores de recorrido directo (de un sólo sentido) y reversibles (dos sentidos), y conforme al orden de ubicación de las cajas, se dividen en lineales, escalonados, continuos, semicontínuos, etc.

Para la laminación en caliente, los lingotes se calientan en fosas de recalentamiento, hasta llegar a una temperatura que denominaremos de trabajo ó temperatura de deformación. (Fig. 2). [25]:

Este horno está revestido de ladrillo refractario, generalmente de sílice, con una atmósfera reductora ó neutral y por lo común cargado por la parte de arriba.

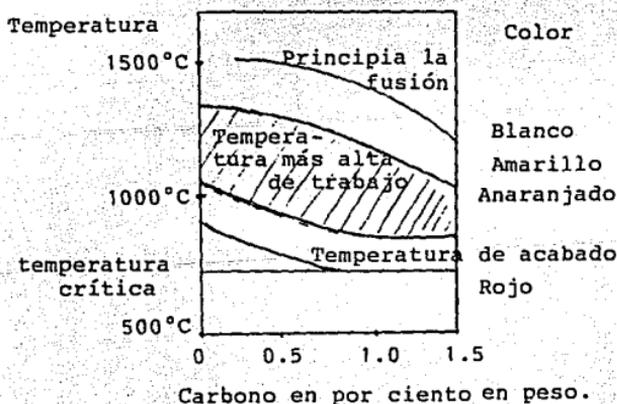


Fig. 2. Márgenes de temperatura para la laminación de aceros al carbono.

A continuación los lingotes pasan por los trenes de laminación, que según el tipo de rodillo, se podrán producir placas, perfiles ó rieles. (Fig. 3).

Esta operación se hace con rapidez antes de que el metal llegue abajo de la temperatura de trabajo.

En la actualidad el grueso de las placas y láminas rodadas en caliente son producidas por trenes de laminación continuos a partir de lingotes.

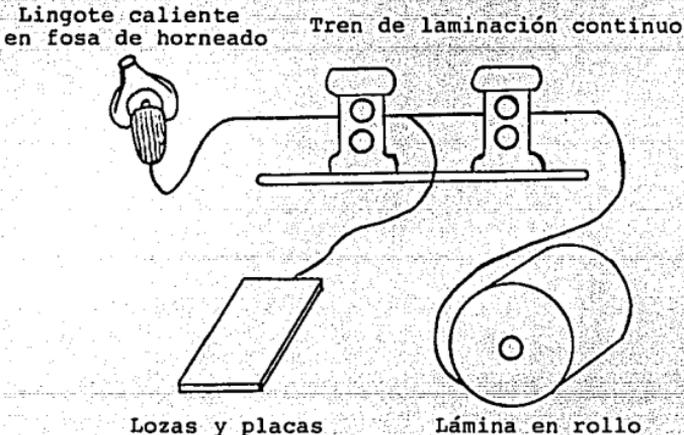


Fig. 3 . Procedimiento típico de rodado en caliente.

Para producir cintas de alta calidad, que es el caso del presente estudio, los defectos superficiales que aparecen durante la laminación en caliente, deben ser eliminados.

Con éste fin en la práctica común, se hace un rebabeado neumático ó maquinado con flama. Además el material puede ser debastado y canteado, para por último enrollarse perfectamente en bobinas.[18].

Las ventajas principales de laminar en caliente radican en que en un sólo paso es posible conseguir una apreciable reducción en el espesor del metal, sin roturas debido a que los cristales son más blandos, y se forman en forma continua nuevos granos sin deformación.[5].

Las desventajas principales son que a altas temperaturas, hay mayor oxidación y se forman escamas superficiales en el metal, así como no pueden mantenerse tolerancias reducidas .

Partiendo de la base de que existen materiales que se comportan como materiales dúctiles y materiales frágiles. El diagrama esfuerzo-deformación nos muestra como se comporta la tensión, compresión y la deformación resultante del material en cualquier dirección. (Fig.4).

En el diagrama de la izquierda (material dúctil), es el que puede soportar una deformación considerable, ya que el punto de cedencia σ y el punto de rotura t están muy alejados, tal como se comporta el acero SAE 1006.

Y el diagrama de la derecha es un indicativo de un material frágil que se rompe al deformarse mínimamente.

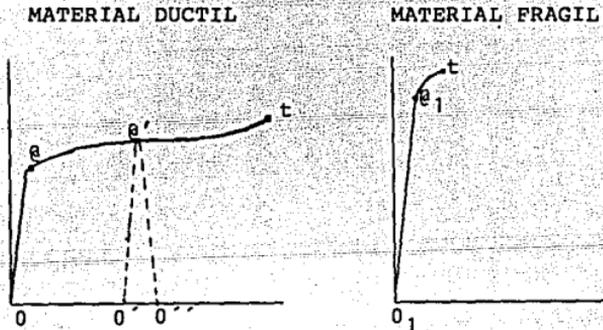


Fig.4. Diagrama esfuerzo-deformación y sus efectos durante la laminación en frío en metales. Donde σ es el punto de cedencia, y t es el punto de rotura.

Sí un material se lamina en frío, su punto de cedencia llega a σ' , por tanto el material tiene un punto de cedencia más alto; se hizo más duro y tiene menos ductibilidad que antes (endurecimiento por esfuerzo).

Entonces mientras más se lamine en frío, el metal más se acercará el comportamiento de un material frágil.

El laminado en frío se hace principalmente para mejorar las propiedades físicas, producir buenos acabados superficiales, mantener tolerancias dimensionales estrechas y espesores uniformes.

El acero se decapa con ácido antes de la laminación en frío para limpiar la superficie, y así se elimina la escama del acero previamente laminado en caliente.

Con frecuencia al metal se le da primero un rolado base ó liviano, para asegurar la buena calidad en el posterior laminado en frío.

Para llevar a cabo éste proceso, en la industria se utilizan ampliamente laminadores doble duo, con dos rodillos de trabajo y de apoyo; y con frecuencia se aplica tensión en cualquier extremo ó en ambos para minimizar los efectos de las altas presiones de laminado en frío.

Los materiales pueden recibir acabados superficiales que varían de mate a brillante, así mismo se puede dar una dureza determinada, y se clasifican comercialmente en un cuarto de dureza, media dureza y dureza total, para denotar las cantidades de reducción hasta el 50% sin recocido.

Pues como ya se explicó con anterioridad al laminarse el material, éste se endurece por la deformación de los granos, y es necesario recocerlo para volverlo a laminar.

Por ejemplo, si se deseara un acabado brillante y que la dureza a la vez sea baja, lo que se hace es recocer -- el acero. Después se hace un rolado ligero final, denominado por lo general skin-pass, que nos asegura un acabado superficial que para el ejemplo es brillante, manteniendo una baja dureza.[31].

Mundialmente se ha incrementado la demanda de cintas de acero de tolerancias estrictas y garantizadas, que aseguran una materia prima de calidad tanto superficial como dimensional, que ayudan grandemente a eficientar los diferentes procesos de producción a partir de éstos materiales.

II.3. MANUFACTURA DE HERRAMIENTA DE CORTE

La fabricación de herramienta de corte, a partir de cintas de acero de tolerancias estrictas gozan de un amplio y diverso mercado.

Esto se debe a que sus productos tienen una gran demanda en amplios sectores industriales, que van desde la industria del vestido y calzado, hasta la maderera y de la construcción.

De ahí el actual y creciente interés en obtener nuevas y mejores herramientas de corte que aumenten sus propiedades, vida útil, y que en general efficienten los procesos productivos.

Por último, cabe hacer mención que el presente estudio se enfoca única y exclusivamente a herramientas de corte fabricadas a partir de cintas de acero al carbono para trabajo en frío, tomando en cuenta las ventajas y limitaciones que guarda el trabajar con éste tipo de aceros.

El objetivo fundamental de la elaboración de herramientas de corte a partir de cintas de acero al carbono, es la de fabricar piezas con una configuración geométrica determinada, obteniendo superficies limpias y debidamente trabajadas. Las cuales están destinadas a la modificación por corte, de la forma, tamaño y dimensión de variados materiales.

Generalmente lo que se demanda de éstos aceros es que tengan suficiente dureza para poder llevar a cabo el corte con mayor eficacia y facilidad; por tanto, a éstos aceros comunmente se les da un tratamiento térmico, por ejemplo, después de dentar las seguetas se templan los dientes, así como después del estampado, etc.

Como se ha enunciado con anterioridad, las cintas de acero se emplean para la manufactura de multitud de piezas de corte, mismas que se pueden dividir en herramientas de corte por arranque de viruta, por cortadura ó afilado, y por presión.

Dentro de las herramientas de corte por arranque de viruta, podemos encontrar a las sierras circulares, de banda ó sierra cinta, serruchos, seguetas, etc. Es decir, son piezas de corte, las cuales se dentan para lograr el corte. Desde épocas antiguas las sierras se han utilizado como herramientas manuales, ya que requieren poca fuerza. En la actualidad se ha adaptado maquinaria destinada al corte en industrias diversas.

Las sierras de arco, sierras circulares y sierra cintas impulsadas por máquinas se emplean para cortar infinidad de artículos que van desde carne hasta madera.

Las características del material a cortar marca el tipo de sierra a utilizar, ya sea en su ancho, espesor, etc.

Tanto se ha desarrollado el uso de las sierras de banda, que hay máquinas capaces de cortar cavidades, como piezas de formas intrincadas con un desperdicio mínimo de material y de tiempo. Los dientes de sierra delgada actúan en un surco estrecho, mientras que una sierra forestal puede separar trozos de madera de tamaño apreciable, dado que sus dientes y espacios entre ellos son grandes.

Las tres clases comunes de sierra son: de arco, circulares y de banda ó cinta. Aunque diferentes en forma general, todas tienen una serie de dientes de corte que operan en la misma forma básicamente.

Las características más importantes de una sierra son: el material de manufactura, forma del diente, triscado del diente, espaciamiento entre dientes, y tamaño del diente.

El material de manufactura se escoge según la materia que se desea cortar ; en el caso del presente estudio como ya se mencionó, nos ocuparemos de materiales que tienen una baja dureza. Y que puedan ser cortados con aceros al carbono como madera, cartón, carne, etc.

En general el fabricante de éstas herramientas de corte, utiliza dientes de sierra con ángulos de alivio e inclinación muy variados, los cuales después se traban, es decir, por golpe los dientes son desviados a los lados para hacer el corte más ancho que el espesor de la cinta de acero para evitar el frotamiento, entre el acero y el material cortado.

En algunos casos y principalmente en las sierras circulares, se cuenta con dientes de formas y alturas variables, que ayudan a romper el material en virutas, y así se distribuye la carga, se reduce el traqueteo y vibración y permite que algunos dientes hagan corte fino; e incluso dejar buenos acabados después del corte. (Fig. 5.). [33].

El triscado es el acomodamiento que en forma total guardan los dientes, y el triscado en onda es muy adecuado para guardar un espaciamiento fino entre dientes, así mismo al ancho del corte se le denomina tajo (Fig. 6.).

El espaciamiento entre dientes tiene una influencia importante en el rendimiento de la sierra, pues debe de haber un descanso o espacio entre diente y diente para evitar que éstos se arranquen. Por otra parte se necesita un espacio entre los dientes para eliminar las virutas, por tanto hay una relación muy estrecha entre el tamaño y el espaciamiento de los dientes.

Por lo general el corte con sierra cinta es más estable y continuo, e incluso llega a ser más rápido que el corte con arco ó disco, desperdiciando un mínimo de material; pero un factor limitante es que en cortes pesados la trayectoria puede desviarse.

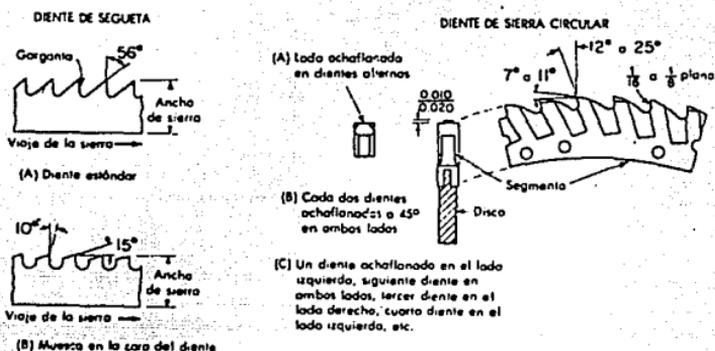


Fig. 5. Perfiles típicos de diente de sierra.

El tamaño, forma y espaciamiento entre dientes, es muy importante para llevar a cabo un buen corte.

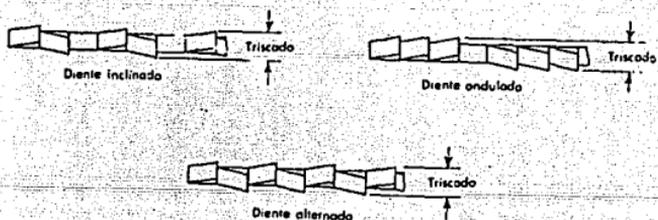


Fig. 6. Diferentes tipos de triscado de sierra.

Los fabricantes de sierras de arco, sierras de banda, y en algunos casos de sierra circular, utilizan las cintas de acero al carbono en crudo para su manufactura, es decir, el material sólo tiene la dureza que se le imprimió por la deformación al laminarse, misma que en una gran mayoría debe de mejorarse.

Por tanto, después del dentado y trabado de los dientes, éstos se templean para que adquieran una dureza mayor, esto se consigue por medio de un calentamiento de los dientes hasta la temperatura de temple, y su posterior enfriamiento, con el fin de conseguir una estructura martensítica.

El calentamiento suele ser eléctrico, ya sea por contacto, por inducción, ó por electrolito.[32].

Con esto se consigue una dureza mayor en la zona de los dientes, conservando en el resto del cuerpo una relativa baja dureza, lo cual ayuda a evitar fracturas en la sierra al efectuar el corte.

Por otro lado, los fabricantes de serrotes que también son otros productos que se basan en los fundamentos antes citados; se evitan éste proceso; pues parten de cintas de acero tratadas térmicamente, aseguran do así una alta dureza.

Por lo general el fabricante de herramienta de corte, requiere que las cintas de acero al carbono, tengan tolerancias garantizadas y una estructura de martensita revenida de agujas finas. (Con dureza de 42 a 48 HRC). [34].

Así como también, que el material tenga buena elasticidad, propiedad denominada *spring-back*, es decir, que la cinta al doblarse tenga la propiedad de volver a su posición original; así como el *camber* no exceda las normas establecidas, y que el material goce de buena planeza. [35].

El acabado superficial que usualmente se pide es pulido-brillante.

Las mismas especificaciones arriba mencionadas para la fabricación de serrote, las emplean los fabricantes de llanas, espátulas y algunas palas; que proveen la industria de la construcción. Y no es raro encontrar que el mismo fabricante de serrote y serrucho a su vez manufacture llanas y espátulas.

Estos fabricantes después de dentar, trabar, y en algunas ocasiones afilar los dientes, cortan la cinta de acero en segmentos, a los cuales hacen orificios para poner el mango, generalmente de madera, laqueando finalmente la pieza completa para evitar manchas de óxido y a yude a mejorar el aspecto del producto terminado. [34].

Ahora toca el turno el mencionar las herramientas de corte por cortadura ó afilado, dentro de las cuales podemos encontrar incluidos a suajes, plecas, cuchillas, etc. Las cuales se utilizan grandemente en la industria del calzado, vestido, curtiduria, plástico, y cartón.

En su mayoría se fabrican a partir de cintas de acero al carbono, las cuales en uno de sus extremos se afilan, por medio de desvaste de una orilla en ángulos y formas variadas (por esmeril, etc.), para llevar a cabo el corte.

Por ejemplo existen suajes con filo ondulado para corte en tela, cintas con doble filo, es decir desvastadas por ambas caras para corte en papel, etc.

Los suajes, plecas y cuchillas, también pueden tener formas variadas, desde cortes rectos hasta de cortes circulares. Para ésto los fabricantes de suajes y cuchillas emplean cintas de acero en crudo ó tratada térmicamente. La primera por su baja dureza y buena ductilidad, se puede moldear en diferentes formas, incluso puede ser provista de pequeños dientes para cuando se requiera de cortes mayores. Posteriormente se realiza un temple para aumentar su dureza, conservando la forma que se le dió para su uso. De éste mismo modo se fabrican sacabocados, los cuales tienen un amplio uso.

Los suajes y cuchillas fabricadas de cintas de acero tratadas térmicamente, se utilizan para cortes rectos dado que el acero viene rígido; se afilan ya sea por una ó ambas caras por medio de desvaste con esmeril, e incluso como en el caso anterior pueden dentarse para que tengan mayor poder de corte, el cual se puede lograr por presión, ó fricción. Tal como en el caso de la manufactura de cajas e implementos de cartón corrugado.[39].

Las plecas más que para corte, se usan para doblar pues uno de sus extremos generalmente tiene orilla redonda ó con canto muerto; con lo cual se forman los dobleces de las cajas corrugadas, papel, etc.

Por último tan sólo falta mencionar algunas herramientas de corte por presión, que comunmente se fabrican por troquelado y estampado. El fabricante por lo general realiza el corte por troquel, es decir, se introduce a la cinta de acero al troquel; para que al golpe del punzón en la matriz se obtenga la pieza. Después se puede dar paso al doblado, el cual no debe de ser muy severo pues se puede agrietar o fracturar la pieza, con éste proceso se fabrican algún tipo de cuchillas o espátulas.

Para finalizar, cabe mencionar que existen otras piezas metálicas que se fabrican a partir de cinta de éste tipo. Se estampa en frío uno de los extremos, lo cual tiene por objeto obtener artículos en forma de copa. Este proceso es también llamado embutido, el cual provee la superficie de corte, que suele templarse y afilarse para asegurar el corte, tal es el caso de algunas guillotinas y hasta para la fabricación de cortauñas.

La ventaja de éstas herramientas e implementos de corte, fabricados a partir de cintas de acero al carbono, radica en que todas pueden afilarse y volver a funcionar como antes, su relativo bajo costo, así como su facilidad de manufactura y uso. Por otro lado guarda inconvenientes, tales como su alto desgaste en trabajo continuo, y que su uso sólo es recomendable para materiales de baja dureza.

III. ESTUDIO ECONOMICO

La industria del acero es una actividad estrechamente ligada al desarrollo económico mundial, y por tanto es muy importante para el desarrollo del presente trabajo, el conocer la situación que guarda actualmente éste sector industrial que manufactura la cinta de acero de tolerancias garantizadas.

Así mismo, es conveniente analizar los datos estadísticos que ésta industria ha venido registrando durante la última década, y en base a las tendencias observadas, poder proyectar las expectativas esperadas de éste mercado.

Cabe resaltar que con la apertura de los mercados internacionales, se ha desatado una intensa competitividad comercial mundial por conquistar éste amplio sector.

Por lo tanto, uno de los objetivos del presente estudio económico, es el de mostrar a los empresarios nacionales usuarios de cinta de acero, las múltiples opciones con que cuentan, para adquirir la solicitada materia prima.

III.1. SITUACION ACTUAL DEL MERCADO DEL ACERO

En la actualidad la tecnología ha facilitado la comunicación, el transporte, y el intercambio de diversos productos. Haciendo accesibles su utilización hasta los lugares más aislados, y a multitud de pequeñas empresas que juntas forman en consecuencia un mercado de grandes alcances.

Es decir, que en la actualidad el mercado se ha Globalizado, pues hoy en día ningún lugar ó empresa está aislado del resto del mundo. Y el resultado es una nueva realidad comercial, la cual se destaca por:

- El surgimiento explosivo de mercados mundiales para productos estandarizados internacionalmente. (como sucede con el acero).
- Gigantes mercados a escala mundial, derivados de la apertura comercial y de los bloques antiguamente cerrados.

Por tanto los pequeños mercados a nivel nacional de un bien ó producto, son transformados y expandidos en grandes mercados mundiales. [44].

Esto conduce a una creciente competencia mundial para ganar éstos mercados globalizados, basandose en la eficiencia en la producción, comercialización y administración, donde las grandes empresas productoras de acero llevan la pauta.

En la actualidad se han presentado grandes cambios en el mundo, pues países que eran agrícolas, se han incorporado a los procesos de transformación industrial más moderna, incurcionando exitosamente en el comercio a nivel mundial. (tal como ocurrió con Corea, Taiwán, Singapur y Hong Kong).

Así mismo países cerrados por mucho tiempo al comercio internacional, están ahora participando en forma más decidida. (El antiguo bloque de países socialistas, y la República Popular China, ésta última tuvo un 8.5% de incremento en producción de acero en 1990). [43].

A la vez se ha visto la tendencia a formar Bloques Económicos tales como la Comunidad Económica Europea (que para 1992 busca su completa integración), los países de la Cuenca del Pacífico. (que aunque no están integrados aún, forman una fuerza comercial importante).

Así como el reforzamiento comercial que pretende formar Estados Unidos, Canada y México. (el llamado Tratado de Libre Comercio).

Todo lo anterior nos presenta una estructura distinta a la que se tenía en el pasado, un cambio de organización, donde se busca comercializar productos estandarizados a nivel mundial, y no sólo a nivel nacional como antaño.

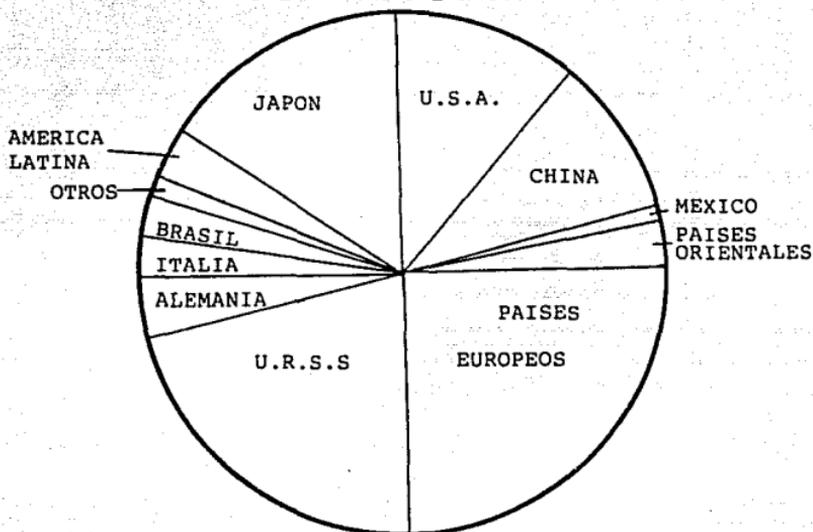
El desempeño de la economía mundial durante 1990 fue conservador, al registrar un crecimiento de 2.5%, comparada con el 4% de los últimos años.[42].

El período de expansión de los países industrializados empezó a declinar en el primer semestre de 1990, aunada al ascenso en los precios del petróleo (debido a la conflagración en el Golfo Pérsico), lo que marca la entrada en la fase recesiva en los Estados Unidos, Gran Bretaña, y en Suecia, con fuertes presiones inflacionarias y contracción del mercado mundial. [45].

La industria del acero tan estrechamente ligada al desarrollo económico, se vio afectada por el limitado desempeño en la producción de acero mundialmente. (descendió en 1990 en 1.8%).

GRAFICA 1.

PRODUCCION MUNDIAL
DE ACERO.



Se muestra a los principales productores de acero, incluyendo a México y países agrupados en bloques continentales.

Tal como se observa el mayor productor es la U.R.S.S. (20.2%), Estados Unidos (11.5%), China (8.6%), Alemania (4.9%), Italia (3.3%), Corea (2.9%), Brasil (2.6%) y en comparación con estos principales productores de acero a nivel mundial México produce el 1.1% de la producción mundial de acero, que para 1990 fué de 769.4 millones de toneladas. [43].

El consumo mundial aparente de acero en 1990 se estima en 778 millones de toneladas, inferior en 1.3% al de 1989. Para el conjunto de naciones industrializadas el consumo bajó en 0.7%, registrando 396 millones de toneladas, lo anterior obedece entre otros factores a la contracción en importantes sectores industriales.

La contracción en el consumo mundial de acero y la tendencia a la baja en los precios internacionales, ha provocado que los países altamente productores, exporten su acero aplicando políticas agresivas de penetración, ofreciendo sus productos a precios "Dumping", es decir, - con precios de exportación por abajo de los domésticos, y lesionando la economía de naciones con bajos volúmenes de producción y en proceso de apertura comercial.[48].

Por otro lado la actividad económica en América Latina ha permanecido prácticamente estancada, pues para 1990 el PIB (producto interno bruto) de la región bajó en 0.5% con relación al año anterior, cuando apenas había alcanzado el 1.5%. Además del alto nivel inflacionario y la excesiva deuda interna y externa que se sufre en la región, agravando ésta economía. [50].

La economía mexicana en 1990, superó los pronósticos más optimistas, al lograr un crecimiento del 3.9%, y mostrándose un comportamiento positivo por tercer año consecutivo.[54].

Lo anterior se logró gracias a la continuidad en la política económica, a través del mejor control de la inflación, los ingresos petroleros, así como la actual política de reprivatización del sector industrial paraestatal y del bancario. Además han regresado grandes divisas por la amnistía fiscal concedida para repatriar capitales.[55].

Todo lo anterior aunado al positivo desempeño de varios sectores de la economía, tales como la minería que registró un crecimiento en 3.2%, el petrolero en 1.6%.

Además del significativo crecimiento del 7.7% en la industria de la construcción, y la industria automotriz con un 25.6%; cuyo efecto multiplicador en otras industrias, como la siderúrgica, impulsó la demanda de acero, lo cual mejoró la economía nacional en su conjunto.[53].

Con lo que respecta a la industria siderúrgica, en México ésta registró un importante aumento del 10.9%, al obtener un volumen de acero de 8.705 millones de toneladas convirtiéndose en el único país que consiguió un crecimiento de éste orden en América Latina. (en 1990).

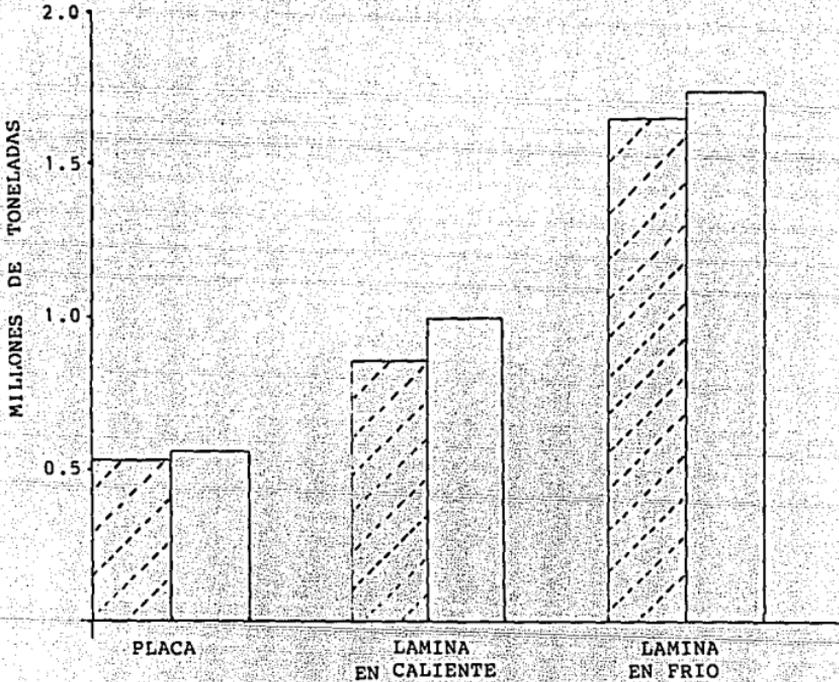
Esto sin duda también es un logro debido al esfuerzo en nuestro país de adoptar procesos de producción más modernos y productivos, dado que la mayor cantidad de acero se produjo por el proceso de horno eléctrico (51.3%), después por el proceso de convertidores al oxígeno (40.5%), y por último por hornos de hogar abierto. (8.2%). [49].

Ahora estudiando el comportamiento que presentó el sector de laminados, vemos que la producción nacional se incrementó en 8.8% en 1990, alcanzando la cifra de 6 millones 462 mil toneladas. Donde los productos planos alcanzó 2 millones 685 mil toneladas.

La producción de placa mostró un ligero incremento del 2.4%, al lograr un nivel de 541 mil toneladas, dichos resultados también se mostraron en la lámina rodada en caliente y en frío, con volúmenes de 988 mil y 1.72 millones de toneladas, lo que significó aumentos del 15.5 y 4.5% respectivamente. (Gráfica 3.).

GRAFICA 3.

PRODUCCION DE LAMINADOS 1989 -- 1990.



PRODUCCION 1989



PRODUCCION 1990

Durante 1990 se observó un crecimiento del orden del 4.5% en lo que se refiere a lámina rolada en frío.

* Fuente: CANACERO.

En 1990 la exportación de productos laminados planos (incluyendo algunos productos derivados) fué de 169 mil toneladas, inferior a las 286 mil toneladas exportadas en el año anterior. Esta baja obedece principalmente al repunte observado en el mercado interno. (Exportaciones por 102 millones de dolares).[54].

Por otra parte, las importaciones " definitivas " de productos laminados planos (idem) alcanzó la cifra de 534 mil toneladas, lo cual significa más del triple a lo exportado dentro del mismo periodo, con un balance comercial desfavorable superior a los 270 millones de dolares.[52].

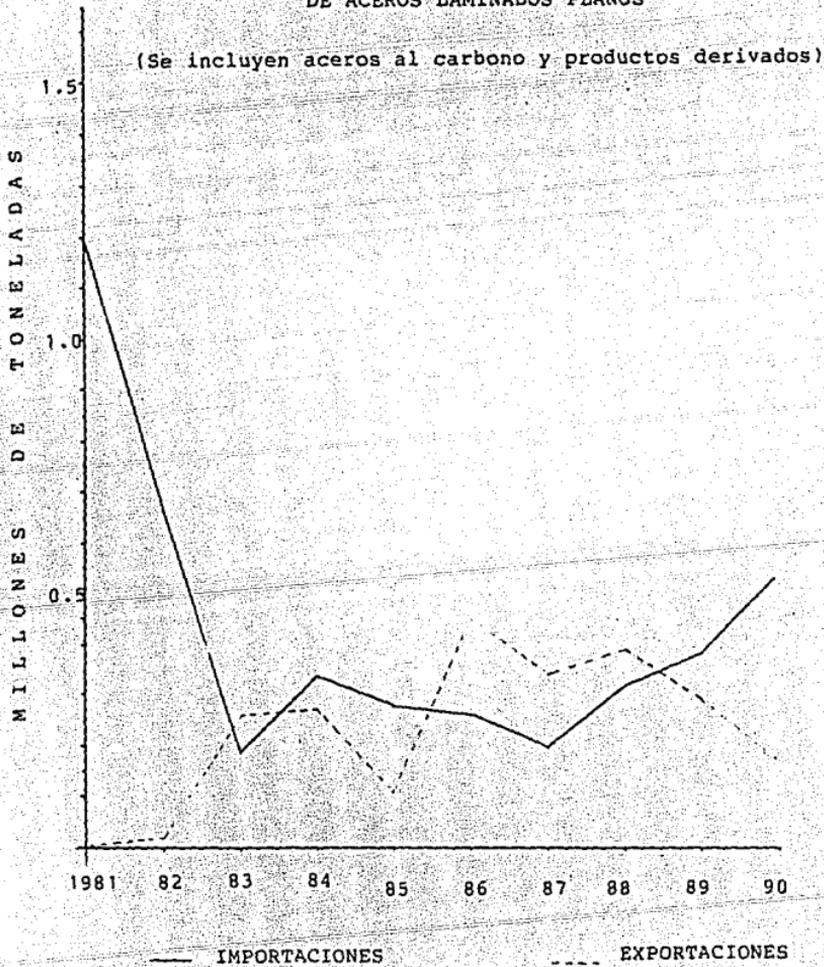
Como resulta evidente, las importaciones superan con mucho a las exportaciones, las cuales mantienen ésta tendencia ascendente hasta la fecha, tal como lo muestra la gráfica de Importaciones - Exportaciones. (Gráfica 4.).

El consumo nacional aparente en éste sector presentó un crecimiento del 15.1%, al pasar de 2.6 millones de toneladas el año pasado, a las 3 millones de toneladas en 1990. Esto como ya se mencionó fué debido a la dinámica que presentó la industria nacional, pues tan sólo la industria automotriz creció un 25%, y las industrias metálicas básicas con un 8%.(Gráfica 5.).

Grafica 4.

EXPORTACION E IMPORTACION
DE ACEROS LAMINADOS PLANOS

(Se incluyen aceros al carbono y productos derivados)

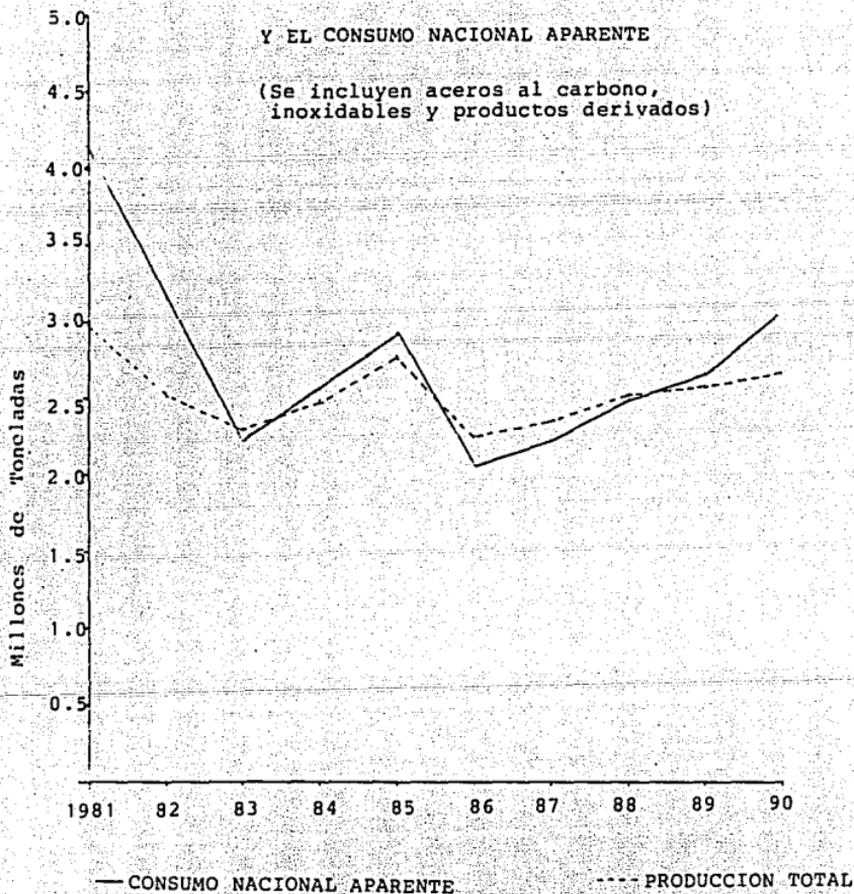


fuelle: CANACERO.

GRAFICA 5.

PRODUCCION DE LAMINADOS PLANOS
Y EL CONSUMO NACIONAL APARENTE

(Se incluyen aceros al carbono,
inoxidables y productos derivados)



Como lo demuestra la gráfica el consumo en los tres últimos años se ha incrementado notablemente.

Cabe mencionar que la industria siderurgica pronostica para éste 1991, producir un volumen total de acero del orden de 9.2 millones de toneladas, lo cual representa un crecimiento del 5.7% respecto a 1990.

En éste crecimiento se involucra la mayor utilización de procesos de producción más modernos y eficientes, así como utilizar la capacidad máxima de las plantas. (Tal es el caso de la planta II de Sicartsa, lo que permitirá ofrecer al mercado poco más de un millón de toneladas). [49].

Esto significa que podrán ofrecerse en 1991 alrededor de 2,950 millones de toneladas (La demanda estimada aprox. de 3,250 millones de toneladas para el mismo periodo), lo que significa que a fin de satisfacer la demanda interna será necesario importar un volumen cercano a 300 mil toneladas de productos laminados planos. (*).

Todo ésto nos indica que la tendencia del mercado nacional seguirá manteniendo un crecimiento sostenido, lo que augura buenos pronósticos para la economía en conjunto.

(*). Las cifras que comprenden los laminados planos incluyen: aceros al carbono, inoxidables y algunos productos derivados.

III.2. SITUACION DEL MERCADO USUARIO DE CINTA DE ACERO.

La globalización de los mercados y la apertura comercial de nuestro país después de su ingreso al GATT, enfrenta a la empresa nacional ante una nueva perspectiva de competir en los mercados internacionales.

Sabedor de ésto el sector industrial se ha interesado en mejorar sus productos con base la filosofía de Calidad Total.[59].

Esta tendencia ha hecho que la demanda de cintas de acero de tolerancias estrictas y garantizadas haya aumentado , pese a que éstos productos por su cuidadoso proceso de fabricación resulten más costosos que la lámina comercial.

Esto sin duda se debe a las bondades que éstos productos ofrecen y a la amplia oferta mundial que existe actualmente en el mercado. Por tanto el productor deberá de escoger su mejor opción de compra ya sea de origen nacional o extranjera, en base a la mejor combinación de calidad, precio y tiempo de entrega.

En la actualidad los modernos sistemas de producción en serie, basados en el concepto de fabricación intercambiable, requieren que cada parte ó ensamble que entra en la producción final se haga con un orden del tamaño, forma y acabado definido.

La producción en masa tanto de bienes para el consumidor como para la industria, descansa en éstas premisas y por tanto se requiere que la fabricación se lleve a cabo con las dimensiones exactas y con tolerancias adecuadas.

El sistema de fabricación intercambiable (por llamarle de alguna manera), es responsable en gran medida del alto nivel de estandarización de los productos y métodos de fabricación a nivel mundial.

Para una dimensión dada es más fácil y barato mantener una tolerancia grande que una tolerancia pequeña (cada máquina ó proceso tiene cierta capacidad para ser usada ó desarrollada). Por tanto cuando se exigen tolerancias más pequeñas, habrá que utilizar procesos que generalmente resultan más costosos, pues habrán de mantenerse límites de control más exactos y estrechos.

Sí para un caso particular, se grafican las curvas de valor y de costo de un producto (a la misma escala), la tolerancia ideal es la que dá mayor diferencia entre el costo y el valor. (Fig. 7.).

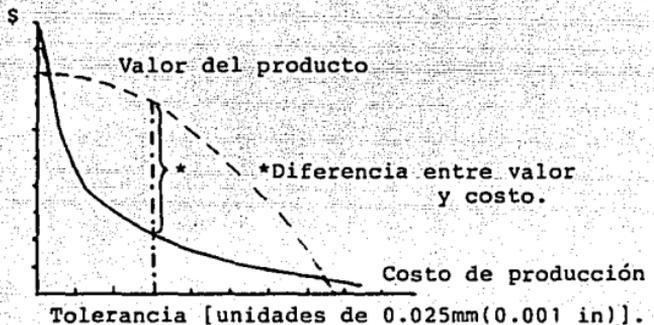


Figura 7. Influencia de la tolerancia en el costo de producción.

Así en éste caso típico se observa que el costo aumenta conforme la tolerancia disminuye. (Ver curva inferior). [7].

El aumento a las demandas en los productos y al aseguramiento de calidad, desarrolladas a partir de la filosofía de Calidad Total, ha obligado a los productores a garantizar sus productos, para lo cual se les exige evidencia estadística de control del proceso. [60].

Las empresas productoras de herramientas de corte a partir de cintas de acero de tolerancias estrictas y garantizadas, gozan en la actualidad de una amplia "oferta".

Dentro de éste campo, analizaremos primeramente las opciones de compra que se tiene a nivel nacional. En México existen diversos proveedores de cintas de acero, pero la mayoría son compañías comercializadoras, las cuales importan grandes cantidades a precios preferenciales, cuyo mercado abarca generalmente a pequeñas empresas que por su bajo consumo, no les conviene importar directamente. Estos proveedores usualmente venden a precios más altos que los internacionales. (Aceros Fortuna, Ferretera Nonoalco, etc).

Por otro lado existe un proveedor nacional que produce éstas cintas, a partir generalmente de un acero de importación laminado en caliente, el cual posteriormente lamina en frío con los más modernos equipos de producción.

Ofreciendo al mercado nacional cintas de acero de tolerancias estrictas y garantizadas que pueden competir con las producidas en el extranjero. Las cuales son más económicas que las ofrecidas por los comercializadores, además de adaptarse a la necesidad de cada empresa.[66]. Cabe mencionar que en 1990, (Fisacero, S.A.) vendió 47 mil millones de pesos por concepto de cintas laminadas en frío.[61].

A nivel internacional existen varios países que ofrecen cintas de acero de óptima calidad a precios notablemente altos (tal es el caso de Suecia), por ésta situación algunas compañías los importan para manufacturar con ellos productos muy especiales que justifiquen la inversión. Así mismo hay proveedores que para conquistar los mercados internacionales, ofrecen sus productos a precios "dumping". Tal como lo hace Brasil en nuestro país. (A la fecha algunos productos laminados se les carga una cuota de nominada compensatoria, para hacer más competitiva la oferta nacional). [51].

La ventaja que ofrece tener un proveedor nacional radica principalmente en menor tiempo de entrega, se puede surtir cantidades (desde cantidades mínimas) programadas evitando con ésto el costo de almacenaje y la seguridad de trabajar con bajos inventarios.

La desventaja principal es que comparado con los precios internacionales, en general el proveedor nacional resulta ser más caro.

La ventaja que ofrece el proveedor extranjero, generalmente es el precio y las condiciones de pago que es capaz de ofrecer actualmente. (Plazos que van de 30 hasta a 120 días). Además de la "alta" calidad de sus productos.

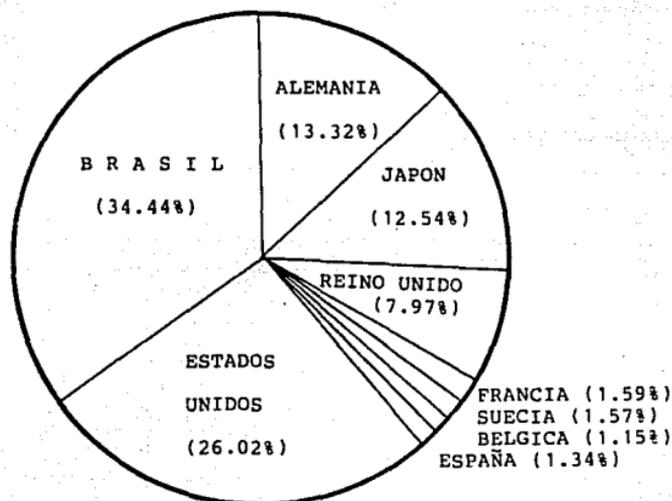
La desventaja principal es el tiempo de entrega (es usualmente largo), por lo que es necesario tener altos inventarios de materia prima. Además de que es conveniente en la mayoría de los casos importar altas cantidades, dado que el importar lotes mínimos aumenta su costo. (Flete, etc.)

En el presente año se ha visto que la tendencia de éste sector usuario de cintas de acero, también sigue la tendencia general del mercado hacia la importación, dado la gran demanda interna por ésta materia prima. (así como a los bajos precios que ofrecen ciertos países).

Las empresas (que generalmente son las más grandes) --- productoras de herramientas de corte, debido a su alto consumo, hacen de la importación una buena opción de compra, pese a los gastos que implica ésta acción. (Trámites burocráticos, impuestos, fletes, ect). [56].

GRAFICA 6.

IMPORTACION DE ACERO DE ESPESOR INFERIOR A 3mm
CON CONTENIDO DE CARBONO IGUAL O SUPERIOR A 0.6%



1 9 9 0

Durante el año 1990 se importaron un total de 1.499 millones de toneladas, las cuales globalmente representan un valor de \$ 2,590 millones de dolares.

Cabe mencionar que los aceros más utilizados en la producción de herramienta de corte son los denominados aceros medio y alto carbono, los cuales para su importación se denominan con un código arancelario.[62].

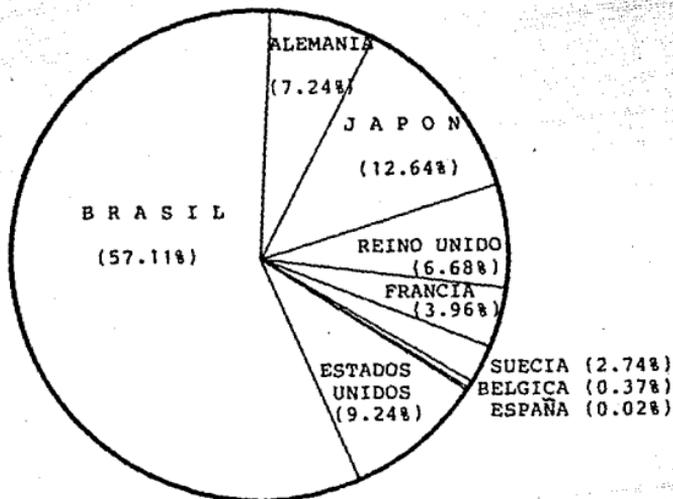
El cual corresponde a cintas de acero laminadas en frío, de espesor inferior a 3 mm, con un contenido de carbono igual ó superior a 0.6%.

Así mismo el importador deberá de pagar el impuesto de importación (10%), pago del iva(15%), el derecho aduanero (denominado 8 al millar, es decir 0.08%), y gastos de importación del 3% aprox.(Agente aduanero, etc.).[56].

A continuación se presentan las últimas cifras registradas en el año, con lo que respecta a la importación de ésta cinta.[64]. Así mismo se hará un análisis de la tendencia que guardan las importaciones, tanto de los países desde donde se importa, hasta el pronóstico que se tiene para éste importante mercado.(Datos correspondientes al primer semestre del año en curso).[65].

GRAFICA 7.

IMPORTACION DE CINTAS DE ACERO DE
 ESPESOR INFERIOR A 3mm Y CONTENIDO IGUAL O SUPERIOR A 0.6%C



1er SEMESTRE 1991

Como se puede observar, Brasil ha conquistado el mercado de importadores nacionales fabricantes de herramientas de corte, gracias a su política comercial de vender sus productos a bajo costo.(Dumping).

TABLA 1.

SECRETARIA COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
 SUBSECRETARIA DE COMERCIO EXTERIOR
 DIRECCION GENERAL DE POLITICA DE COMERCIO EXTERIOR
 CIFRAS PRELIMINARES DE IMPORTACION DEFINITIVA (VALOR EN DOLLS)

FP_FRA	TEXT_FRA	TEXT_PAIS	VA_91	VO_91
72113005	Flejes con un contenido de c	ALEMANIA. REPUBLICA	104,245	59,367
72113005	Flejes con un contenido de c	BELGICA-LUXEMBURGO	27,589	3,036
72113005	Flejes con un contenido de c	BRASIL	587,863	468,283
72113005	Flejes con un contenido de c	ESTADOS UNIDOS	108,203	75,777
72113005	Flejes con un contenido de c	FRANCIA	76,563	32,519
72113005	Flejes con un contenido de c	JAPON	466,164	103,656
72113005	Flejes con un contenido de c	REINO UNIDO (INCLUYE	182,098	54,786
72113005	Flejes con un contenido de c	SUECIA	139,496	22,521
	***TOTAL		1,692,221	819,945

- NOTA**
- ACUMULATIVO A JUNIO DE 1991.
 - VA_91.[VALOR EN DOLARES AMERICANOS.].
 - VO_91.[VOLUMEN EN KILOGRAMOS.].

FUENTE: SECOFI.

Durante el primer semestre de 1991, se han importado 819.9 toneladas de cintas de acero, de las cuales 468.2 toneladas corresponden a Brasil. País que pasó del 34.44% en 1990 al 57.11% durante el primer semestre - del presente año.

Afectando grandemente a los Estados Unidos que a pesar de continuar siendo el segundo proveedor en importancia, paso del 26.02% en el año anterior al 9.24%.

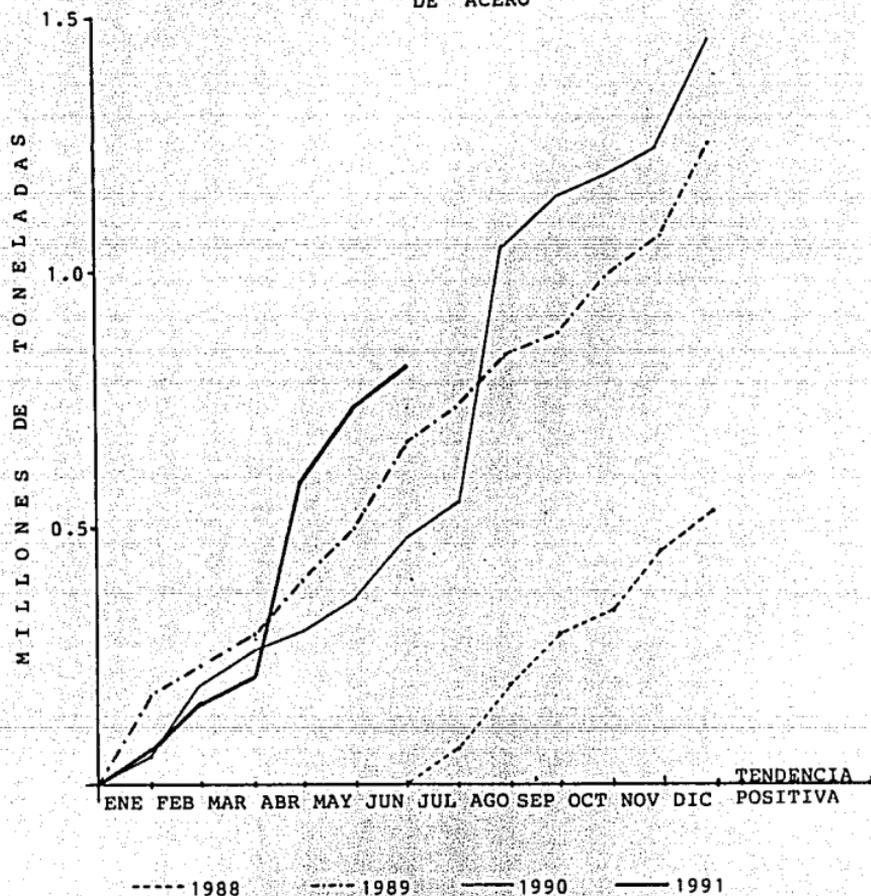
Situación que puede cambiar con el tratado comercial que actualmente tramita México, Canada y Estados Unidos.

Con lo que respecta a la tendencia que presenta la importación de cintas de acero de espesor inferior a 3 milímetros y de contenidos de carbono igual ó superior a 0.6%C (tal como lo estipula su fracción arancelaria: 72113005).

Continúa con su tendencia positiva la importación, dada la apertura comercial que se vive en México desde 1988.

Y fué a medidados de ese mismo año, que los fabricantes de herramientas de corte contaron con la posibilidad de proveerse de materia prima extranjera, la cual se ha venido incrementando hasta la fecha. (Gráfica 8.) [63].

GRAFICA 8.

SITUACION DE LA IMPORTACION DE CINTA
DE ACERO

La importación de cintas de acero de espesor inferior a 3mm de espesor y de contenido igual ó superior a 0.6%C se ha venido incrementando, desde su comienzo en 1988.

Comparando las cifras de importación del primer semestre de 1990 contra el mismo periodo en 1991, se puede observar que el volumen se incrementó en 73% en el año en curso. (al pasar de 475,214 kg a 819,945 kg).[63].

Cabe mencionar que las empresas manufactureras de herramienta de corte a partir de cintas de acero de tolerancias estrictas y garantizadas, después de hacer un análisis de la oferta que existe en el mercado, han decidido comprar la mayor parte de sus consumos al proveedor extranjero (importando directamente). Y dejando al proveedor nacional con un mínimo de participación.

De tal manera que cuentan así con dos proveedores confiables, de toda suerte que cuando sufren algún retraso en el material de importación, ó mayor demanda, cuentan con el proveedor nacional, el cual tiene un tiempo de entrega más corto que el importado. (Va de 7 a 20 días).[67].

III.3. ESTUDIO ECONOMICO-PRACTICO DE UNA INDUSTRIA NACIONAL

Siguiendo éste enfoque, nos encaminaremos a hacer mención de un estudio práctico para una industria nacional la cual se conoce como Industrias Curtis, S.A. de C.V.

Empresa mexicana que inició sus operaciones en 1970, en la ciudad de México, D.F. Esta empresa se especializa en la fabricación de herramientas de corte manuales y productos metálicos varios. (Generalmente troquelados).

Desarrollo su propia tecnología y ésto le permitió competir con sus productos en el mercado nacional. Además en la actualidad tiene planeado incursionar en el extranjero.

La gerencia de planta aceptó realizar pruebas para evaluar la posibilidad de hacer algún cambio en las materias primas, dado que en fecha reciente se tenían problemas de rechazo de piezas por su deformación después del temple. La cantidad representaba el 40% de rechazo aproximadamente, además de la pérdida de tiempo por la dificultad en el armado y acabado.

El costo de producción se elevó mucho debido al alto porcentaje de rechazo por deformación después del temple, (con acero SAE 1050) por lo cual se hizo una prueba con un lote de acero SAE 1075.

Una vez que se realizaron las pruebas funcionales con la cinta de acero alto carbono (SAE 1075), se comparó desde el punto de vista de costo de producción.

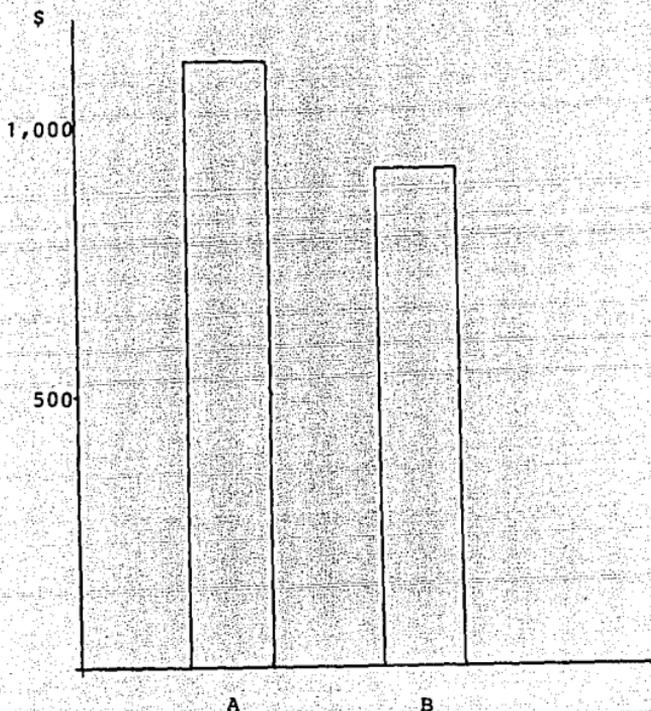
Obteniendo que después del temple, las piezas realizadas con éste material se deformaban en menor proporción, es decir, el problema de rechazo por deformación bajó considerablemente, pasando del 40% (con acero medio carbono), a un rechazo del 5% (con acero alto carbono, SAE 1075).

Pese a que la cinta de acero alto carbono involucra un incremento en el costo de materia prima en 10% dado que el kilogramo de acero SAE 1050 cuesta \$1.55 USD, en contra \$1.70 USD. (Precio del proveedor nacional), resulta más rentable utilizar acero alto carbono.

Ya que por datos proporcionados por la empresa, el costo unitario de producción de piezas de corte fabricadas con cinta de acero medio carbono (SAE 1050) es de \$1,120.-M.N. (tomando en cuenta el 40% de rechazo), en contra \$924.-M.N. al usar la cinta de acero alto carbono (SAE 1075), incluyendo el 10% de aumento de ésta materia prima (así como el 5% de rechazo).

GRAFICA 9.

COMPARACION DE COSTOS DE PRODUCCION



A - Costo de producción unitario con acero SAE 1050
(Tomando en cuenta el 40% de rechazo [Deformación]).

B - Costo de producción unitario con acero SAE 1075
(incluye el 10% de incremento en materia prima
y el 5% de rechazo [Deformación]).

Como se puede observar el costo de producción por pieza (después del temple) se eleva mucho con el alto rechazo que se registra con el acero SAE 1050. Siendo de ésta manera menor el costo de producción con acero SAE 1075.

IV. ESTUDIO TECNICO

Con la reciente apertura comercial del país, las empresas manufactureras de herramienta de corte, gozan de múltiples opciones de compra para surtirse de materia prima. Con la ventaja de que existen proveedores que ofrecen nuevas materias primas que pueden mejorar la calidad de los productos terminados y que en algunos de los casos pueden ser menos costosas que las materias primas usualmente utilizadas.

Así mismo la creciente competencia entre los diversos productores, ha motivado que muchas industrias experimenten cambios ya sea en sus materias primas como en sus procesos para mejorar su calidad y costo.

No obstante es importante hacer pruebas antes de iniciar algún cambio definitivo, comprobar sus resultados y analizarlos desde un punto de vista técnico-práctico.

De ésta manera se asegura al máximo el tomar la mejor opción, considerando hasta el más mínimo detalle.

Lo cual asegure a la empresa no sólo la supervivencia en el mercado, sino más aún su crecimiento.

IV.1.1. DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE LAS CINTAS DE ACERO DEL PROVEEDOR NACIONAL.

Como ya se mencionó con anterioridad en México se cuenta actualmente con un productor de cintas de acero de tolerancias estrictas y garantizadas, el cual es capaz de competir en calidad dentro del mercado internacional.[61].

Tal es el caso de la empresa mexicana llamada FISACERO,S.A. que inició sus operaciones en julio de 1980 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

Se especializa en la laminación en frío de cintas o flejes de acero al carbono, fabricado de acuerdo a las especificaciones de sus clientes. Desarrolló su propia tecnología y ésto le permitió evitar el pago de regalías al exterior por dicho concepto. Cuenta con la planta más moderna de América Latina en su especialidad y actualmente compete en el mercado de cintas de acero con países como Estados Unidos, Alemania, Brasil y Japón.(Importaciones).[66].

Los principales clientes de la empresa en lo que se refiere a alto carbono, son el sector de autopartes, fabricantes de herramientas y metal mecánica en general. Los cuales requieren en sus piezas terminadas propiedades químicas y mecánicas precisas.

El proceso de fabricación de cintas de acero principia de placa laminada en caliente, decapada con orilla recortada y aceitada. Al arribo del material se le hacen varias pruebas a los rollos, una vez muestreados se procede a los análisis químicos y metalográficos, básicamente evaluando la limpieza del acero y el tamaño de grano.[70].

Al iniciar el proceso, en éste caso la laminación, se abre una tarjeta de control que seguirá al rollo hasta su destino final, anotando las condiciones de superficie, etc.

La reducción aplicada a los materiales es arriba del 40%, para después pasar al recocido donde el material se le libera de tensiones internas, así como se recristaliza para sucesivas reducciones. Esta primera transformación se lleva a cabo en un molino reversible (United), de 4 rodillos, el cual tiene adaptado un sistema de medición de rayos gama para asegurar el estar dentro de los rangos de tolerancia en el espesor. (Sistema Accu-Ray). El equipo procesa material desde un espesor de 0.190" y 28.5" de ancho, llegando a laminar hasta un espesor de 0.009", y una tolerancia de ± 0.001 ".

Tal como ya se comentó con anterioridad la laminación en frío se logra por varios factores, como la presión vertical de los rodillos, tensión de los enrolladores, etc.

Para realizar el recocido se tienen hornos con atmósfera inerte (Nitrógeno), la empresa tiene 6 hornos Midland Ross con 6 quemadores de gas natural, para el control de la temperatura cada unidad cuenta con 2 termopares inferiores y 2 superiores (a la altura del horno).

Los ciclos aplicados varían de acuerdo al uso del producto, seguido de un enfriamiento dentro de la retorta (hasta 130°C aprox.) y terminando su enfriamiento a temperatura ambiente.[68].

El acabado de la cinta puede ser brillante ó mate (según requerimiento del cliente), una vez obtenido - ésto, pasa a la línea de corte que tiene un ancho de operación que va de $\frac{1}{2}$ " hasta 28", con una tolerancia de 0.005", el rollo se corta según el peso solicitado por el cliente.

Durante el corte se aceita la cinta para prevenir la oxidación. Las propiedades mecánicas del material se imprimen durante la laminación, así como se verifica el camber y la planezza según las normas establecidas.[35].

Esta empresa cuenta con un molino sendzimir, con el cual puede abarcar el mercado de las cintas de acero -- ultradelgadas (menor a 0.009") de 12" de ancho.[67].

Cabe mencionar que ésta empresa además de procesar cintas de acero, cuenta con una línea de tratamiento térmico para las cintas (de alto carbono) donde la alta dureza es requisito indispensable, pues tales cintas se utilizan en la fabricación de herramientas de corte, ó cintas que tengan buen resorteo. (Sprig back). [34].

Tales como cintas para la fabricación de flexómetros, en cuerdas para reloj ó juguetes, etc., donde las tolerancias dimensionales juegan un papel importantísimo.

El proceso consiste en que dentro de la misma línea se trata el material (la cinta de acero), se temple, se mantiene un tiempo para asegurar la transformación completa a martensita, para después hacer un revenido.

La importancia que tiene dicha línea es mantener una tensión adecuada para asegurar la planeza en el material, así como para evitar el camber. [69].

Estas cintas se pueden comercializar con acabado azul, ó más conocido como pavonado, y acabado pulido. Este último se logra con lijas que van en contra sentido de la cinta al final de la línea antes de los enrolladores.

A éstos productos se les otorga certificados de calidad, que cubren las especificaciones pedidas por el cliente.

IV.1.2. DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE HERRAMIENTA DE CORTE POR UNA INDUSTRIA NACIONAL.

Como ya se hizo mención en el capítulo anterior, se llevaron a cabo en una industria nacional denominada: Industrias Curtis, S.A. de C.V., pruebas funcionales para ver la posible sustitución de su materia prima, la cual consistía en cinta de acero medio carbono (SAE 1050) por cinta de acero alto carbono (SAE 1075), con el propósito de evaluar prácticamente, si dicho cambio es posible, así como si es posible minimizar el porcentaje de rechazo en las piezas de corte terminadas.

Para tal efecto se fabricaron piezas con un lote de acero alto carbono, para compararlo con las piezas fabricadas con acero medio carbono. Se realizaron las mismas pruebas, de tal manera que de forma comparativa se pueda evaluar como se comportan en cada paso.

Por otro lado, también se observa si mediante el cambio de materia prima es posible disminuir el problema que se tiene actualmente, por la deformación después del temple de sus piezas de corte.

El proceso de producción de la pieza de corte escogida para hacer la prueba para la sustitución de materia prima, [de cinta de acero medio carbono (SAE 1050) por cinta de acero alto carbono (SAE 1075)] consta en general de los siguientes procesos. (previamente explicados dentro del capítulo II.3.).

La cinta se introduce a la troqueladora, donde al golpe del punzón en la matriz se forma la pieza; para posteriormente hacer un estampado en la punta. (superficie cortante).

Una vez formada la pieza pasa a temple (para pasar de una dureza 20-25 HRC a 44-47 HRC), en el caso de ésta industria se recurre a un tercero para el proceso de temple.

Una vez recibidas del temple a dichas piezas se les checa dureza y se verifica si hay deformación. Después se decapan con ácido clorhídrico, para pasar después al abrillantado en una máquina vibradora, que utiliza aditivos y cerámicos para el pulido-abrillantado del material.

Posteriormente se efectúa de ser necesario un desbaste con esmeril, se afila la pieza (con esmerilado) y se pule. Para pasar por último al acabado. En éste paso se realiza la llamada preparación de superficie (desengrasado y lavado) para por electrodeposición efectuar un niquelado y cromado.

IV.2. PRUEBAS PARA EVALUAR LA SUSTITUCION DE ACERO.

Una vez terminado el proceso de fabricación de la pieza de corte en estudio, se procedió a realizar la evaluación técnica. Para lo cual se hicieron las mismas pruebas a las piezas manufacturadas con la usual materia prima (cinta de acero medio carbono), como a las manufacturadas con la cinta de acero alto carbono.(SAE 1075).

Para realizar las pruebas se utilizó cinta de acero SAE 1075 lo más semejante a la cinta de acero SAE - 1050, tal como lo muestra el listado de especificaciones en la tabla 2.(Material de llegada).

Así mismo se hicieron pruebas comparativas, tanto después del temple (tabla 3), como después del acabado final de las piezas de corte.(tabla 4).

Todo lo anterior no tiene otro fin, más que el de verificar, si con el cambio de materia prima, se puede resolver el problema de rechazo de piezas de corte, por deformación después del temple.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA 2. MATERIAL DE LLEGADA

ESPECIFICACION	SAE 1050	SAE 1075	COMENTARIOS
ESPEJOR	0.0489"	0.0489"	
Tolerancia	+/- 0.001"	+/- 0.001"	
ANCHO	0.50"	0.50"	
Tolerancia	+/- 0.005"	+/- 0.005"	
DUREZA	75-81 HRB	20 HRC Máx.	SAE 1075 recocido
ACABADO	Brillante	Brillante	
%CARBONO	0.450%C	0.740%C	
ORILLA	No. 3	No. 3	Norma ASTM-A-109
ESTRUCTURA	Microestructura formada por carburos esferoidizados en matriz ferrítica. Distribución uniforme y sin descarburización.		Ver fotografías de las microestructuras. (Fotografía No.1 y No.2).

Cabe mencionar que al material SAE 1075 después de recocerlo, se le dió un laminado en frío leve, denominado skin pass. Esto con el fin de dar el acabado brillante, y no imprimir a la cinta dureza por deformación.

Además la existencia de una microestructura formada por carburos esferoidizados, es recomendable para materiales sujetos troquelado, tal como es el presente caso.

METALOGRAFIA



Fotografía No. 1 600x
Microestructura formada por
carburos esferoidizados en
matriz ferrítica
Distribución uniforme
SAE 1075



Fotografía No. 2 600x
Microestructura formada por
carburos esferoidizados en
matriz ferrítica.
Distribución uniforme
SAE 1050

TABLA 3. PIEZA DE CORTE DESPUES DE TEMPLE

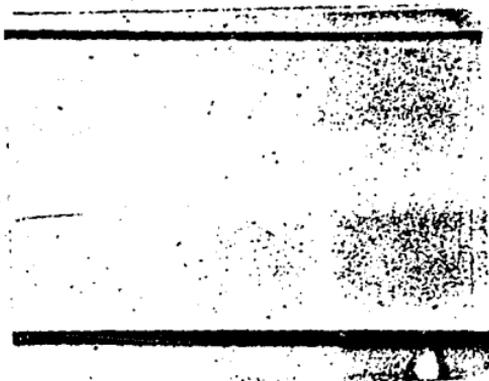
ESPECIFICACION	SAE 1050	SAE 1075	COMENTARIOS
DUREZA	38-40 HRC	44-47 HRC	
ESTRUCTURA	Microestructura formada por martensita revenida de agujas finas.		Ver fotografía de la microestructura. (Fotografía No.4).
DEFORMACION	ALTA(40%)	BAJA(5%)	El % representa el % de rechazo

Las pruebas se hicieron una vez que las piezas fueron entregadas por el templador, dado que ésta empresa manda templar sus piezas con un tercero.

TABLA 4. PIEZA DE CORTE FINAL

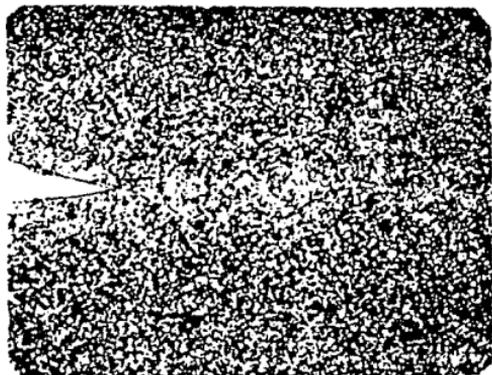
ESPECIFICACION	SAE 1050	SAE 1075	COMENTARIOS
ACABADO	SUPERFICIE RAYADA Abrillantado y aditivos	SUPERFICIE BRILLANTE con cerámico	El acero SAE 1050 presentó picaduras y rayaduras. (Fotografía No.3).
RECUBRIMIENTO	CROMADO BRILLANTE	CROMADO ESPEJO	El acero SAE 1050 con defectos superficiales
REPROCESO	SI (15%) (RAYADO).	NO (Máx.2%)	Pieza terminada que debe pulirse de nuevo

METALOGRAFIA



Fotografía No. 3 100x
Superficie de pieza de acero
SAE 1050, después de abrillan
tado. Inclusiones de óxido.
Sin ataque.

Pieza con picaduras y raya
duras superficiales.



Fotografía No. 4 400x
Microestructura formada por
martensita revenida de agujas
finas
Distribución homogénea
SAE 1075

El reproceso de piezas terminadas por marcas superficiales, implica un mayor costo de producción y de tiempo. (Con todo lo que esto implica).

Cabe mencionar que el reproceso es mayor en las piezas fabricadas con acero SAE 1050 que en las fabricadas con acero SAE 1075.

Así como el recubrimiento resultó tener un mejor acabado es éste último, pues se obtuvo un acabado casi espejo.

Esto sin duda gracias al buen resultado del abrillantado automático con una máquina vibradora.

Para evitar rayaduras en el acero SAE 1050, en lugar de abrillantar con cerámico, se utilizaron balines, más aún así la superficie presentó picaduras.

Otra ventaja que presentó el uso del acero SAE 1075, es que al usar la vibradora, el tiempo de abrillantado fué menor.

V. ANALISIS DE RESULTADOS

Una vez concluidos los estudios prácticos en la empresa nacional fabricante de herramientas de corte a partir de cinta de acero, es indispensable analizar los resultados obtenidos tanto en la parte económica como técnica.

Y tales resultados sugieren lo siguiente:

- Pese al mayor costo que implica el usar como materia prima, la cinta de acero alto carbono (SAE 1075) con un aumento del 10% por éste concepto. Se obtiene un menor costo de producción unitario, derivado de:
 - Menor número de piezas rechazadas.
 - Menor desperdicio de material
 - Menor número de piezas reprocesadas
 - Mayor productividad en sus procesos

- Mejor calidad de las piezas terminadas, al tener:
 - Mejor acabado superficial. (El cual resulta importante para su comercialización).
 - Mejor poder de corte.
 - Propiedades mecánicas uniformes y adecuadas a los requerimientos de la herramienta de corte.

Cabe mencionar que al contar con materia prima de tolerancias garantizadas, se ha podido mejorar el proceso de producción, estandarizando los procesos y efectuarlos a mayor velocidad, aumentando así la productividad.

Tales mejoramientos se han realizado en el proceso de en samble (punteado automático) y el pulido en máquina vibradora.

Como se puede observar con las pruebas realizadas comparativamente, el lote de prueba fabricado con cinta de acero alto carbono, presentó un buen comportamiento, pues disminuyó notablemente el porcentaje de rechazo por deformación después del temple. (del 40% al 5%).

Así mismo se mejoró el acabado de las piezas terminadas, dado el buen resultado obtenido en el pulido con la máquina vibradora que mejoró el tiempo de proceso, la cantidad de piezas y el acabado obtenido. El cual se refleja en el cromado, lograndose un acabado espejo de las piezas terminadas.

VI. CONCLUSIONES

- 1-. Se disminuye notablemente el porcentaje de rechazo por deformación después del temple, con el cambio de materia prima de cinta de acero medio carbono a cinta de acero alto carbono.

- 2-. Es económicamente posible el cambiar de materia prima, debido a que baja el número de piezas rechazadas, y el costo de producción unitario es menor al utilizar la cinta de acero alto carbono.

- 3-. La pieza fabricada con cinta de alto carbono, se puede pulir de manera más eficiente en la máquina vibradora, obteniéndose magníficos resultados superficiales en menor tiempo. (Sin rayaduras ó picaduras superficiales).

- 4-. El acabado superficial del cromado se mejoró notablemente, al alcanzar un acabado casi espejo. (Lo cual ayuda en la comercialización del producto).

5-. El estudio se enfoca a la posibilidad de sustituir la materia prima dentro del ramo de los aceros al carbono. Cabe hacer mención que no se niega la probabilidad de que existan otros materiales que puedan utilizarse en la manufactura de éstas herramientas de corte.

Más se pensó en éstos aceros, por la similitud que guarda la anterior materia prima utilizada, con la su gerida (alto carbono), así como del costo relativamente bajo de éstos aceros.

6-. COMENTARIO: A nivel nacional existe un mercado potencial consumidor de cintas de acero con amplia demanda. Situación que pudiera ser aprovechada por empresas nacionales que incursionen en éste importante mercado.

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

1. International Marketing Data & Statistics
Ed. Euromonitor.
London, 1991.
2. Informe sobre desarrollo Mundial
Ed. Indicadores del desarrollo
Argentina, 1990.
3. The steel force.
W.H. Ricket
American Metal Marketing. April-1990.
4. Manual para estudios económicos en México.
Mercamétrica Ediciones, S.A.
México, 1990.
5. Marketing, Shaping and Treating of Steel
H.E. McGannon
9a. Ed. United Steel Corporation
Pittsburg, Pa., U.S.A., 1971.
6. El sistema de Calidad Total implantado en AHMSA
Sergio Romero Roaro
Siderurgica, Acero y Desarrollo
Ed. Industrial Siderurgica, Vol. 1, No. 4, Enero, 1991.
7. Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros
Lawrence E. Doyle, Carl A. Keyser
Prentice Hall Hispanoamericana
3a. Ed. México, 1988.
8. Materiales y Procesos de Fabricación de la Industria
Metal Mecánica y de Plásticos.
Harry D. Moore & D.R. Kibbey
Ed. Limusa, México 1987.

9. Fundamental of Metallurgical Proceses
L. Coudurier, D.W. Hopkins, I. Wilkomirsky
Pergamon Pess. London 1978.
10. Fabricación de Acero en Horno Eléctrico
Garmendia Palomeque Francisco
Tesis UNAM, F. de Q. México 1983
11. Utilización Optima de la Longitud de Arco Eléctrico
Ing. Lauro Perales Aguilera
Siderurgia. Vol.VII. Abril 1991, pag.31.
12. Los hornos eléctricos de inducción en la industria
de la fundición de aceros y hierros colados.
Velasco Olvera Hector
Tesis UNAM, F. de Q. México 1990.
13. El horno eléctrico de arco y su empleo en la
fabricación de aceros para herramientas.
López Cervantes Alfredo
Tesis UNAM, F. de Q. México 1981
14. Tratamientos Térmicos de los Aceros
José Apraiz Barreiro
Ed. Dossat, Esp. 1984.
15. Producción Mundial de acero y su relación con la
Producción de Colada Continua.
Concast Union A.G.
World Caster Survey, 1984.
16. Manual de colada continua en Mannesman
Mannesman Duisburg
Alemania 1986.
17. Manual de Clasificación de Defectos en lingotes
HYLSA
México 1987

18. Manual de clasificación de defectos de planchón y láminas roladas en caliente
HYLSA/División de aceros planos
México 1988.
19. Introducción a la Metalurgia Física.
Sidney H. Avner
Ed. McGraw Hill, 1981
20. Tecnología de los Metales
A. Malishev, G. Nikolaie, Y. Shuvalov
Ed. Mir, Moscú 1987
21. Aceros de Colada Continua
R. D. Pehke
Ed. Ann Arbor, 1985
22. Landle Metalurgy Principles & Practices
R.J. Fruehan
BookCrafters, Inc. Chelsea, MI, U.S.A. 1985
23. Physical and Fabrication Metallurgy
M.J. Jones
Proceedings of the Ninth Commonwealth Mining and Metallurgical Congress.
The Institution on Mining & Metallurgy, London 1970
24. El desarrollo de la laminación en frío
Franz Weber
Siderurgia Latinoamericana. No.375
Santiago de Chile, Julio 1991.
25. Manual de Laminación en Caliente.
HYLSA. Vol. 2.
México 1989.
26. Enhancemete of hardness by heat tratment in rapidly solidified High-Carbon iron alloys
K.Kishitake, H. Era & F. Otsubo
ScriptaMETALLURGICA et MATERIALA. Vol. 24, 1990.

27. Metalurgia General
V.G. Voskoboinikov, V.A. Kudrin, A.M. Yakushev
Ed. Mir, Moscú 1983
28. El rol del esfuerzo en fracturas
R. Thomson, M.T. Chuang & I.H. Lin
Acta Metalúrgica, Vol. 34, No.6 1986
29. Manual de control de calidad para planchon y
lámina rolada en caliente
HYLSA/Div. de Aceros Planos
1989.
30. Manual de tratamientos térmicos
Temple Fortuna
México 1989
31. Clasificación de cintas de acero
Fisacero
Monterrey, N.L., México 1990.
32. Specifications for Band Saw Blades
American Society of Mechanical Engineers
U.S.A. 1987.
33. Getting the Most of your Band Saw
R. Scharff
Reston Publishing Co. U.S.A. 1981
34. Notas Técnicas para la Manufactura de Herramientas
Stanley
1989.
35. Standard Specification for Steel, Strip, Carbon,
Cold-rolled
Designation: A 109-89
Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03, U.S.A

36. Tecnología fundamental para el trabajo de los metales
Wieckzorek & Leben
Ed. Gustavo Gily, Esp.1972.
37. Conformado de los Metales
Rowe
Ed. Urmo. Esp. 1972
38. Tool & Manufacturing Engineers Handbook
Society of Manufacturing Engineers
Deabon,Mich,U.S.A. 1976
39. Manual de fabricación de cajas corrugadas
Smurfit-Catón y Papel de México
División Corrugados. México 1989.
40. Situación de la Siderurgia Mundial
Dr. J.A. Pronte
Siderurgia Latinoamericana.No.374,
Santiago de Chile, Junio 1991.
41. 1990 International Trade Statistics Year Book
O.N.U.
N.Y.1991.
42. Direction of Trade Statistics Yearbook 1990
Ed. International Monetary Found
U.S.A. 1991.
43. Diez Años de Estadística Siderúrgica 1981-1990
Camara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
Ed. CANACERO. México 1991
44. Factores Críticos de la Comercialización ante la
Apertura Comercial de México y la Globalización de los
Mercados
Dr. Jorge Gutierrez Villarreal
IPADE. México, Marzo 1990.

45. Informe anual de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico - 1990.
OCDE, 1991.
46. Commodity Yearbok 1990
CRB, 1991.
47. Informe 1990 del Instituto Internacional del Hierro y del Acero.
IISI, 1991.
48. Reglamento contra prácticas desleales de Comercio Internacional
Diario Oficial de la Federación
Nov/25/86 & Anexos en Mayo/19/88.
49. Informe Anual 1990
Camara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
CANACERO, México 1991.
50. Reporte anual de la Comisión Económica para la America Latina
CEPAL. 1990.
51. Código Antidumping
Diario Oficial de la Federación
Abril/21/1988.
52. Indicadores Económicos 1990
Banco de México, 1991.
53. Informe anual de la Situación Económica Nacional 1990
Secretaría de Hacienda y Crédito Publico.
Dir. General de Política Presupuestal.
SHCP, México 1991.

54. 1990 México & Banco de Datos
Hugo Ortiz & Sidney Wise
Ed. Marza, S.A. México 1991.
55. Amnistia Fiscal para Repatriar Capitales
Diario Oficial de la Federación
Mayo/15/1990.
56. Manual para el Importador Mexicano
American Chamber of Commerce Of Mexico
6ta. Ed. México 1990.
57. Informe Económico del 1er. Semestre de 1991.
Secretaria de Hacienda y Crédito Público
Dir. General de Política Presupuestal
SHCP, México 1991.
58. Informe semestral a la H. Cámara de Diputados sobre la
evolución económica y las Fianzas Publicas-1991.
SHCP, México 1991.
59. ¿Que es el Control Total de Calidad?
Kaoru Ishikawa
Ed. Norma 1986.
60. Control Estadístico del Proceso
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
ITESM-CPM México 1989.
61. Industriadata 1990: Grandes Empresas en México
Ed. Mercamétrica S.A.
México 1991.
62. Nueva Tarifa del Impuesto General de Importación
Ed. Información Aduanera de México, S.A.
Ed. Reestructurada, México 1990.

63. Informe Anual de Importaciones
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
Subsecretaría de Comercio Exterior
SECOFI, 1988 a 1990
64. Informe semestral de Importaciones
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
Subsecretaría de Comercio Exterior
SECOFI, 1991.
65. Indicadores Económicos del 1er. semestre de 1991.
Banco de México, 1991.
66. Caso: Fisacero, S.A.
Dr. Jorge Gutiérrez Villarreal/Pedro García de la Garza
IPADE, México, Marzo 1990.
67. Curso de inducción (Memorias)
Fisacero, S.A.
Monterrey, N.L. 1989.
68. Seminario de Fabricación de Cintacero y Temas Relacionados
Grupo Fisa, S.A. de C.V.
La Habana, Cuba, Sept/88.
69. Manual de Fabricación de cintas de acero alto carbono
tratadas térmicamente.
Fisacero, S.A.
Monterrey, N.L. 1989.
70. Manual de Control de Calidad de Cintacero
Fisacero, S.A./Depto. Control de Calidad.
Monterrey, N.L. 1989.