ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

"Alisado De Chapas De Acero Al Carbono En Una Compañía Metal Mecánica"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Titulo de:

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

Xavier Antonio Legarda Chávez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Ignacio Wiesner Falconí, por quien fue posible iniciar y culminar esta Tesis, gracias a su invalorable guía y colaboración

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y las condiciones para estudiar.

A mis padres, porque nunca dejaron de alentarme para terminar la carrera y obtener este título.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Omar Serrano V.
DELEGADO POR EL
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Eduardo Orcés P.
VOCAL

BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS G."
F. I. M. C. P.

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Xavier A. Legarda Chávez

RESUMEN

La empresa donde realizo mi trabajo profesional tiene como actividad la importación de rollos de acero laminado bajo especificaciones ASTM, de diferentes partes del mundo y en la planta nos encargamos de hacerla lisa o plana, cortarla a 1220mm x 2440mm, ponerla a escuadra y entregarla empacada a nuestros clientes con las que desarrollan su actividad productiva haciendo toda clase de productos en acero.

En la presente tesis de grado se exponen las acciones de transformación que se realizaron en esta empresa a fin de acometer con tres problemas que tenían en situación crítica los índices empresariales. Estos eran relacionados con: la capacidad de producción, la calidad del producto y el índice de maquila.

Se mejoró el coeficiente de maquila en un 52,17%, se incremento la capacidad de producción en un 100% y se disminuyo la cantidad de planchas que no cumplió con especificación de medidas y cuadratura en un 90%.

Se requirieron adecuar máquinas, adquirir otras y hacer uso de la metodología de tiempos y movimientos para cambiar la operación de la línea, pero el resultado fue sorprendente y de éxito. Ahora se planea entrar en fase de automatización y ventas al exterior.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....II

ÍNDICE GENERAL.....III

ABREVIATURAS..... V

ÍNDICE DE FIGURAS……VI

ÍNDICE DE TABLAS……VIII

INTRODUCCION……..1

CAPÍTULO 1

1. EL PROCESO DE ALISADO……..4

1.1 La máquina alisadora y los parámetros que gobiernan el proceso de alisado……6

1.2 La norma ASTM A1008/A1008M para bobinas de acero al carbono laminadas al frío……12

1.3 La norma ASTM A568/A568M aplicada como control de calidad de las chapas alisadas……..14

1.4 El coeficiente de maquila establecido como índice de eficiencia de la línea de producción……27

1.5 Descripción del proceso de alisado de la línea de producción en referencia……30

CAPÍTULO 2

2. OPTIMIZACION DE LA LINEA DE PRODUCCION……39

2.1 Estudio de tiempos y métodos aplicados a la línea de producción……40

2.2 Determinación de las causas que afectan la calidad de las chapas alisadas……42

2.3 Determinación de los factores que elevan el valor del coeficiente de maquila……45

2.4 Planteamiento de los correctivos y mejoras a aplicarse……47

2.5 Selección de los equipos que se instalarán para cumplir con los objetivos propuestos……..49

CAPÍTULO 3

3. EVALUACION DE LOS RESULTADOS……..54

3.1 Determinación del porcentaje de chapas que no cumplen con la calidad normalizada……57

3.2 Determinación del nuevo valor de coeficiente de maquila……58

3.3 Determinación del tiempo de reposición del capital invertido en las mejoras aplicadas……60

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……62

4.1 Conclusiones……62

4.2 Recomendaciones……..63

APÉNDICES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

TM	Toneladas métrica
Kg.	Kilogramos
ASTM	American Society Testing Materials
mm	Milímetros
N	Newton
mm2	Milímetros cuadrados

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1 Materia prima (bobina)…… 5
Figura 1.2 Esquema sobre el proceso de conversión……. 5
Figura 1.3 Producto terminado (chapas alisadas en paquete)…….. 6
Figura 1.4 Elementos que conforman la maquina alizadora…….. 7
Figura 1.5 Desenrrollador del tipo cono doble …… 7
Figura 1.6 Desenrrollador del tipo mandril expandible……. 8
Figura 1.7 Vista a la entrada del planchador……. 9
Figura 1.8 Vista lateral del planchador……. 9
Figura 1.9 El cortador……. 10
Figura 1.10 Mesa de salida……. 11
Figura 1.11 Bobina aplastada……. 16
Figura 1.12 Bobina con forro dañado…… 17
Figura 1.13 Bobina golpeada……. 17
Figura 1.14 Protección de bobina dañada…….. 18
Figura 1.15 Medición del espesor de la chapa…… 19
Figura 1.16 Medición del ancho de la chapa…….. 20
Figura 1.17 Medición del largo de la chapa……. 21
Figura 1.18 Escuadrado……. 21
Figura 1.19 Medida de diagonal (b) igual a 2.724 mm…… 22
Figura 1.20 Medida de diagonal (a) igual a 2.733 mm…… 22
Figura 1.21 Chapas con ondulaciones superficiales…….. 24
Figura 1.22 Chapas con rebaba en el borde cortado……. 24
Figura 1.23 Chapas con bordes ondulados……. 25
Figura 1.24 Chapa oxidada……. 26
Figura 1.25 Chapa abollada o rota…… 26
Figura 1.26 Diagrama de flujo del proceso de alisado antes de las mejoras realizadas…….. 31
Figura 1.27 Eliminación del forro protector…….. 32
Figura 1.28 Pesaje en balanza electrónica…….. 33
Figura 1.29 Bobina en fase de montaje en desenrrollador…… 34
Figura 1.30 Chapa en fase de planchado…… 35

Figura 1.31 Trabajadores armando los paquetes de chapas…… 37
Figura 1.32 Montacargas evacuando los paquetes de chapa…….. 38
Figura 2.1 Los conos del desenrrollador……...…43
Figura 2.2 Prensachapas de la cortadora de flejes……44
Figura 2.3 Guías de entrada de la cortadora de rollos……45
Figura 2.4 Desenrrollador del tipo mandril expandible……49
Figura 2.5 Prensachapas……51
Figura 2.6 Guías de entrada al planchador……..52
Figura 2.7 Carro apilador y evacuador……..53
Figura 3.1 Diagrama de flujo del proceso de alisado después de las mejoras realizadas……...55
Figura 3.2 Comparación entre porcentajes de defectos obtenidos en las chapas durante el proceso productivo……58
Figura 3.3 Comparación entre producciones obtenidas……..…59
Figura 3.4 Comparación entre producciones obtenidos……59

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Composición química de los aceros calidad comercial (cs)……13
Tabla 2. Porcentaje de defectos generados en las chapas durante el proceso productivo……..27
Tabla 3. Valores de producciones, costos generador y coeficientes de maquila obtenidos durante el año 2007……29
Tabla 4. Estudio de tiempos y métodos aplicado al proceso de alisado……...41
Tabla 5. Estudio de tiempos y métodos aplicado al proceso de alisado……...56
Tabla 6. Porcentajes de defectos generados en las chapas durante el proceso productivo……57
Tabla 7. Valores de producciones, costos generados y coeficientes de maquila obtenidos durante el primer semestre del año 2008……58
Tabla 8. Costo de inversión para optimizar la línea de proceso……60

INTRODUCCION

Existen dos maneras de tener materia prima en forma de lámina para realizar trabajos rutinarios de calderería, la una es importarlas directamente en forma de paquetes para luego comercializarlas al precio de referencia del mercado obteniéndose con esto algún margen de ganancia y la otra es importar la materia prima llamada “bobina” y mediante un proceso de conversión denominado “alisado” producirlas, para luego comercializarlas al mismo precio de referencia anterior, siendo esta forma la que mayor margen de ganancia se obtiene ya que el costo por tonelada métrica de la materia prima más los costos de conversión llamados “coeficiente de maquila” de las chapas es menor que el precio por tonelada métrica de los paquetes de chapas importadas.

Todas la compañías dedicadas a la misma actividad que operan en el Ecuador tienen

fijado un valor común estándar de coeficiente de maquila, para que el proceso de alisado se considere rentable y es fundamental para cualquier de estas compañías mantenerlo o mejor aun bajarlo, de lo contrario podría suceder que el proceso se convierta en no rentable, ya que el precio por tonelada de la materia prima más los costos de conversión serían mayores que de los paquetes importados.

La presente tesis de grado tiene como objetivo general, mejorar la eficiencia de la línea de alisado de chapas de acero al carbono laminadas en frío para conseguir un coeficiente de maquila ajustado a los valores esperado por la Gerencia y que son del orden de $40 TM.

A fin de cumplir con este objetivo se han planteado varios objetivos específicos que ayudan a cumplir de varias formas a transformar las falencias detectadas en la producción.

En primer lugar, esperamos disminuir el porcentaje de chapas producidas que no cumplen con el estándar de calidad establecido por la norma de referencia y de esta manera aumentar la confianza del consumidor final que tendrá siempre un producto de primera calidad, como segunda acción se acometerá el objetivo de mejorar la capacidad de producción de chapas alisadas para bajar el valor de coeficiente de maquila consiguiendo que la línea de proceso se sitúe al mismo nivel de competitividad que las demás empresas afines.

Al comienzo de la modificación de la línea, el 12 % de chapas producidas mensualmente, no cumplen con el control de calidad establecido, ocasionando que los consumidores finales de estas chapas no las acepten como de primera calidad, siendo devueltas o exigiendo que el precio de venta de las mismas sea reducido a un valor menor

que el establecido por el mercado, ya que las consideran como chapas de segunda calidad, aprovechándose de esta situación para afirmar que toda la producción también es de segunda y así sacar provecho para obtener un menor precio de venta. Por otro lado, la cantidad de las chapas producidas mensualmente no eran suficientes para obtener un valor de coeficiente de maquila que este de acuerdo al estándar establecido, valor necesario para que la línea de proceso se considere rentable, no pudiendo competir contra plantas similares.

Finalmente, también se acometió el problema de las condiciones de trabajo del personal que labora en esta línea tenía una tarea agotadora y de poca eficiencia luego de los mejoras y después de un entrenamiento se convirtió en una de las más eficiente de la compañía.

CAPITULO 1

1. EL PROCESO DE ALISADO

El proceso de alisado es el proceso por el cual se convierte mediante deformación plástica una chapa arrollada llamada "bobina" en otra completamente plana.

La bobina es necesario desenrollarla, enderezarla con una planitud que permita su utilización y cortarla transversalmente para obtener chapas al largo de 2440 mm que es la medida comercial establecida. La línea de proceso que realiza esta operación se llama "máquina alisadora" y lleva normalmente incorporado el elemento desenrrollador, el enderezador y la guillotina transversal.

Las bobinas son importadas de diversas usinas de América, Europa y Asia solicitadas en ancho de 1220 mm, con calidad del acero que las conforman de acuerdo a la norma ASTM A1008/A1008M , los espesores son los utilizados comercialmente en nuestro medio para estas chapas, es decir 0.50,0.60,0.70, 0.75, 0.80, 0.90, 1.1 mm. Los pesos de estas bobinas fluctúan entre 5.000 y 6.800 Kg.

FIGURA 1.1 MATERIA PRIMA (BOBINA)

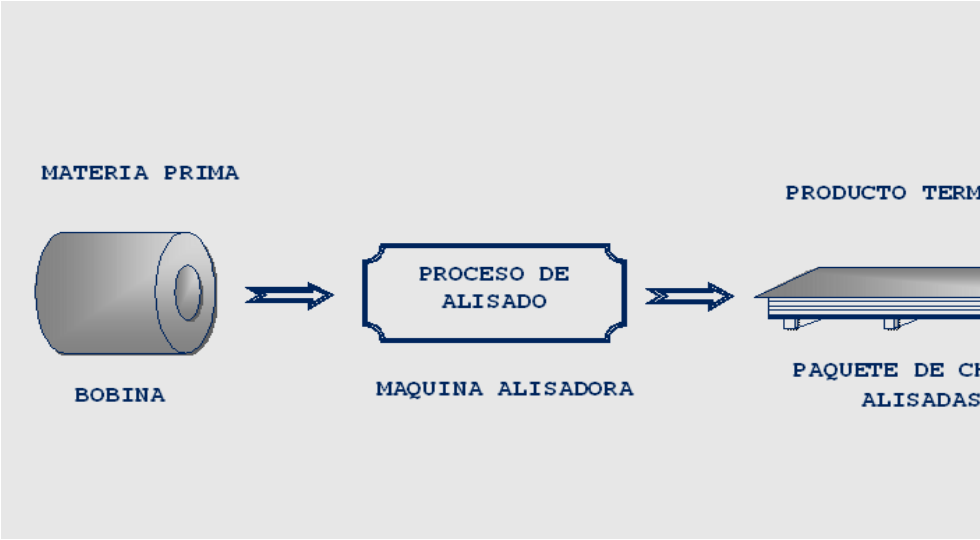

FIGURA 1.2 ESQUEMA SOBRE EL PROCESO DE CONVERSIÓN

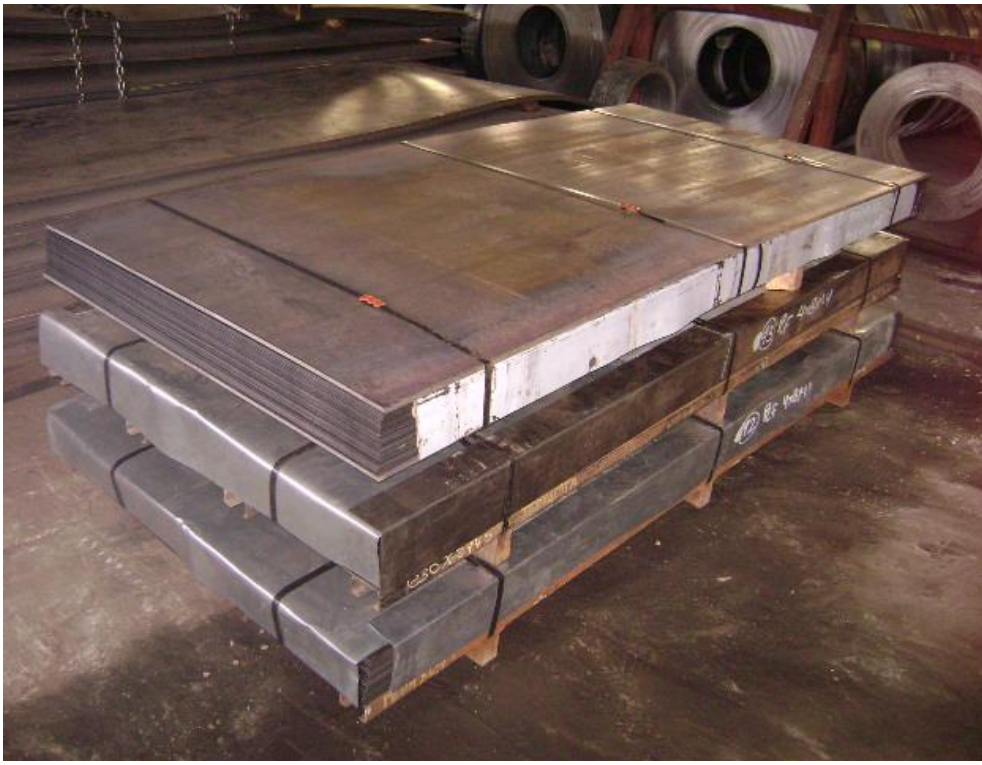

FIGURA 1.3 PRODUCTO TERMINADO
(CHAPAS ALISADAS EN PAQUETE)

1.1 La máquina alisadora y los parámetros que gobiernan el proceso de alisado.

La máquina alisadora es la línea de proceso donde se alisan las chapas, esta compuesta por un conjunto de elementos que realizan durante el proceso de alisado el trabajo de desenrollar las bobinas, alisar las chapas que se desenrollan, cortar transversalmente las chapas alisadas, extraer y acumular las chapas cortadas.

Los elementos que conforman la máquina alisadora son: el desenrrollador, el planchador, el cortador y la mesa de salida.

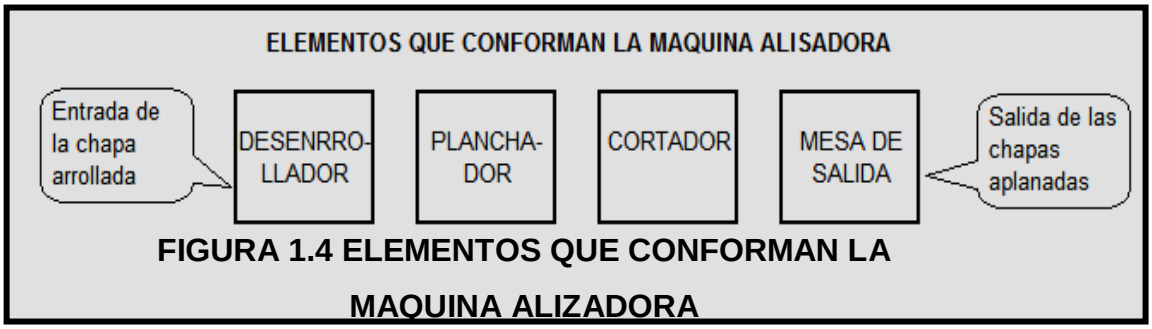

FIGURA 1.4 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA MAQUINA ALIZADORA

El Desenrrollador.- Llamado también "portabobina", es el elemento de la máquina alisadora en el cual se montan las bobinas para que se desenrollen paulatinamente a medida que ocurre el proceso de alisado, básicamente es un soporte giratorio para la bobina y a la vez rota conjuntamente con ella durante el proceso. Existen algunos tipos de desenrrolladores pero los más utilizados son los denominados de “Conos dobles” y de “Mandril expansible”

FIGURA 1.5 DESENRROLLADOR DEL TIPO CONO DOBLE

FIGURA 1.6 DESENRROLLADOR DEL TIPO MANDRIL EXPANDIBLE

El Planchador.- Es el elemento de la máquina alisadora que aplana por deformación plástica las chapas de acero durante el desenrrollamiento de la bobina.

Este elemento está compuesto de dos hileras de rodillos denominado "tren de rodillos planchadores" fabricados en acero de 80 a 85 N/mm2 de resistencia de diámetro 120 mm y de longitud 2140 mm dispuestos en zigzag, en número de 8 inferiores y 9 superiores.

La hilera de rodillos inferiores es la que normalmente se acciona mediante un motor eléctrico, mientras que la hilera de rodillos superiores es móvil en sentido vertical para permitir la regulación de la presión de deformación que se aplicará a la chapa.

A la entrada y salida del planchador se encuentran sendas

mesas metálicas destinadas a sostener la chapa a enderezar

FIGURA 1.7 VISTA A LA ENTRADA DEL PLANCHADOR

FIGURA 1.8 VISTA LATERAL DEL PLANCHADOR

El Cortador.- Es el elemento de la máquina alisadora que produce el corte transversal a la chapa previamente aplanada en el tren de rodillos alisadores cuando esta ha alcanzado la longitud comercial establecida, básicamente es una cizalla tipo guillotina.

FIGURA 1.9 EL CORTADOR

La Mesa de Salida.- Es el elemento de la máquina alisadora que conduce las chapas cortadas desde la salida del cortador hasta el lugar de apilamiento de la misma.

Esta mesa está compuesta de una estructura con rodillos motorizados de ancho y largo adecuado para que las chapas alisadas puedan ser transportadas sin ningún inconveniente

FIGURA 1.10 MESA DE SALIDA

Parámetros que gobiernan el proceso de alisado.- Los parámetros que gobiernan el proceso de alisado son: el espesor de la chapa de la que está formada la bobina, el peso de esta y el largo al que se corta las chapas.

El espesor define la calibración del tren de rodillos planchadores y la abertura de separación de las cuchillas del cortador.

El peso de la bobina y el largo de las chapas cortadas, determinan el tiempo requerido para procesarla así como los

equipos utilizados en el apilado, empaquetamiento y evacuación de los paquetes del área de trabajo.

1.2 La norma ASTM A1008/A1008M para bobinas de acero al carbono laminadas al frío

La norma que especifica la calidad del acero del que está compuesta la bobina es la norma ASTM A1008/A1008M, esta se refiere a la especificación estándar del acero al carbono que conforma la bobina laminada en frío en los tipos de acero calidad comercial, acero estructural de alta-resistencia y baja aleación, acero de alta-resistencia y baja aleación con mejoras para la conformabilidad.

Esta norma clasifica al acero al carbono laminados en frío que conforma las chapas con las siguientes designaciones:

Comercial Steel (CS Types A, B, and C)

Acero calidad comercial (Tipos A, B, y C)

Drawing Steel (DS Types A and B)

Acero para embutición moderada (Tipos A y B)

Deep Drawing Steel (DDS)

Acero para embutición profunda

Extra Deep Drawing Steel (EDDS)

Acero para embutición extra profunda

Structural Steel (SS grades 25, 30, 33 Types 1 and 2, 40 Types 1 and 2, and 80)

Acero calidad estructural (grados 25,30, 33 tipos 1 y 2, 40 tipos 1 y 2, y 80)

High-Strength Low-Alloy Steel (HSLAS grades 45, 50, 55, 60, 65 and 70 in classes 1 and 2)

Acero de alta resistencia y baja aleación (grados 45, 50, 55, 60, 65 y 70 in clases 1 y 2)

High-Strength Low-Alloy Steel with Improved Formability (HSLAS-F grades 50, 60, 70, and 80)

Acero de alta resistencia y baja aleación con mejoras para la conformidad (grados 50, 60, 70, y 80)

Las bobinas que esta compañía importa son en acero calidad comercial CS tipos A, B y C cuyas composiciones químicas son las siguientes:

TABLA 1

COMPOSICIÓN QUIMICA DE LOS ACEROS CALIDAD COMERCIAL (CS)

ACERO CS	% C	% Mn	% P	% S	Al	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Cb	Ti	N
Tipo A	0,10	0,60	0,03	0,035	-----	-----	0,20	0,20	0,15	0,06	0,008	0,008	0,008	-----
Tipo B	0,02 -0,15	0,60	0,03	0,035	-----	-----	0,20	0,20	0,15	0,06	0,008	0,008	0,008	-----
Tipo C	0,08	0,60	0,10	0,035	-----	-----	0,20	0,20	0,15	0,06	0,008	0,008	0,008	-----

Para estos tipos de aceros la norma no especifica el porcentaje de silicio, aluminio ni nitrógeno.

Las propiedades mecánicas de los acero CS tipo A, B y C son:

Esfuerzo de fluencia 140 a 275 MPa

Elongación en 50 mm mayor o igual a 30%

La norma no especifica el esfuerzo de tensión para estos aceros. Esta gama de aceros es ampliamente utilizada en aplicaciones de plegado y embutición de los sectores de industria general, edificación y automóvil, así como en sectores relacionados a éstos.

1.3 La norma ASTM A568/A568M aplicada como control de calidad de las chapas alisadas.

La norma ASTM A568/A568M es la norma tomada como referencia y utilizada para controlar la calidad de las chapas obtenidas, en cuanto a las tolerancias de las medidas y acabado se refiere exigido para los estándares comerciales establecidos.

En esta compañía también se aplican procedimientos propios de controles en cuanto a la observación física de los productos que se manejan con el propósito de evitar que el producto final se despache con imperfecciones, este control es aplicados desde que se recibe la materia prima hasta que el producto terminado es despachado, queriendo decir con esto que tanto la bobina, las chapas durante el proceso de alisado y la conformación de los paquetes de chapas son inspeccionadas y registradas sus resultados para futuros análisis de procesos.

Controles de calidad aplicados a la materia prima.

Siendo las bobinas la materia prima de donde se obtienen las chapas, es muy importante verificar visualmente y realizar mediciones específicas a ellas para comprobar que están aptas para de estas obtener el correspondiente producto final. Son dos las actividades de control que se le realizan a las bobinas, una es la inspección visual y la otra son las mediciones tomadas.

Sobre la inspección visual podemos decir que al momento de recepcionar las bobinas recibidas de importación o compradas localmente, se realiza una inspección para determinar el estado físico de las mismas, esta inspección corresponde a la búsqueda de abolladuras, oxidaciones, aplastamiento, y a la comprobación de las especificaciones técnicas indicadas en la etiqueta de identificación comparadas con la guía de importación o la factura correspondiente.

Si alguna bobina recibida presenta oxidación o abolladuras se notifica a la Gerencia para que esta realice los respectivos reclamos al proveedor de la materia prima, originándose dos situaciones, una es la devolución de la misma y la otra es el consecuente proceso.

En la etapa de preparación de la bobina antes del proceso de alisado, se toman mediciones en cuanto al peso, espesor de la chapa, y el ancho de estas.

Todos los datos obtenidos de las operaciones de control descritas anteriormente son registrados en los correspondientes documentos destinados para estos fines, indicando que las inspecciones visuales pertenecen al control interno de esta compañía y las tolerancias en las mediciones obtenidas son comparadas con las tolerancias indicadas en la norma de control establecida.

A continuación se presentan algunos casos de daños ocurridos en las bobinas.

FIGURA 1.11 BOBINA APLASTADA

FIGURA 1.12 BOBINA CON FORRO

DAÑADO

FIGURA 1.13 BOBINA GOLPEADA

FIGURA 1.14 PROTECCIÓN DE BOBINA DAÑADA

Controles aplicados a las chapas durante el proceso de alisado.

Son realizados los respectivos controles visuales y mediciones a las chapas durante el proceso de alisado, esto es con el fin de evitar que posteriormente se formen los paquetes con chapas defectuosas.

La inspección visual se utiliza para comprobar que las chapas durante el proceso de alisado no se obtengan con defectos tales como, abolladuras, falta de planitud (ondulaciones), bordes dañados, rebabado en el corte transversal producido por las cuchillas del cortador

Periódicamente cada cierta cantidad de chapas producidas se toman mediciones tales como el espesor, el ancho, el largo y el escuadrado de las chapas, con la finalidad de verificar que el proceso continúa realizándose de acuerdo a lo planificado, de lo contrario se efectúan los correctivos adecuados.

Medición del espesor de la chapa.- La tolerancia en el espesor según la norma adoptada como referencia debe ser (+ -) el 10 % del espesor nominal de la chapa, pero como la bobina es comprada el espesor viene indicado en la etiqueta de identificación, de igual forma el espesor de las chapas es medido para su comprobación con lo indicado por el fabricante.

FIGURA 1.15 MEDICIÓN DEL ESPESOR DE LA CHAPA

Medición del ancho de la chapa.- La tolerancia en la medida del ancho según la norma de calidad adoptada como referencia debe ser (+ -) el 1 % del ancho comercial nominal de la chapa, el mismo que es 1.220 mm es decir cualquier chapa medido su ancho debe estar entre 1.208 a 1.232 mm.

La chapa indicada en la figura mide 1.222 mm de ancho y según la tolerancia tiene el ancho comercialmente establecido.

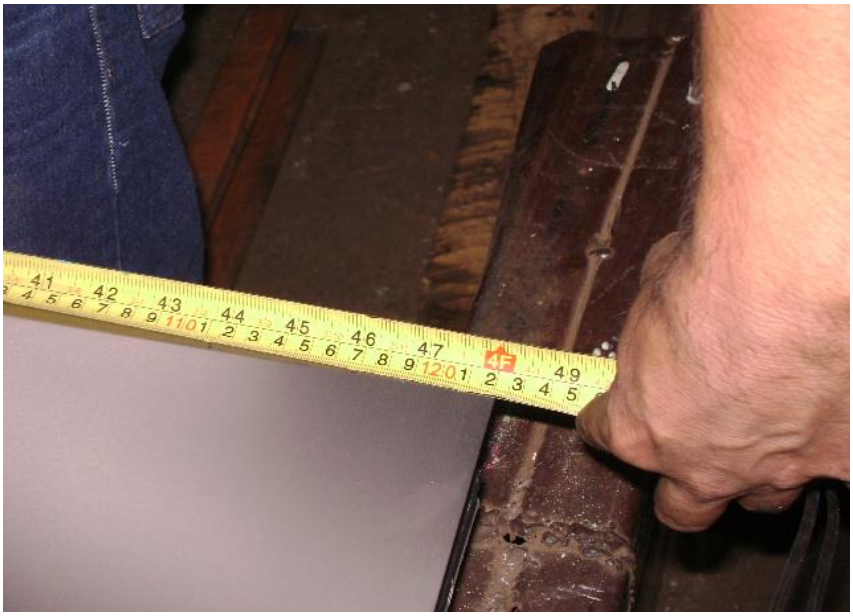

FIGURA 1.16 MEDICIÓN DEL ANCHO DE LA CHAPA

Medición del largo de la chapa.- La tolerancia en el largo según la norma adoptada como referencia puede llegar hasta (+) 15 mm como máximo del largo comercial establecido siendo este 2.440 mm, por tanto la longitud a la cual se cortó la chapa mostrada en la figura (2.443 mm) cumple con la tolerancia.

FIGURA 1.17 MEDICIÓN DEL LARGO DE LA CHAPA.

Medición del escuadrado de la chapa.- La falta de escuadrado admisible según la tolerancia indicada en la norma de control deberá ser menor o igual a 1.6 mm; también se obtiene midiendo las diagonales donde la diferencia entre ellas debe ser menor o igual a 2.86 mm.

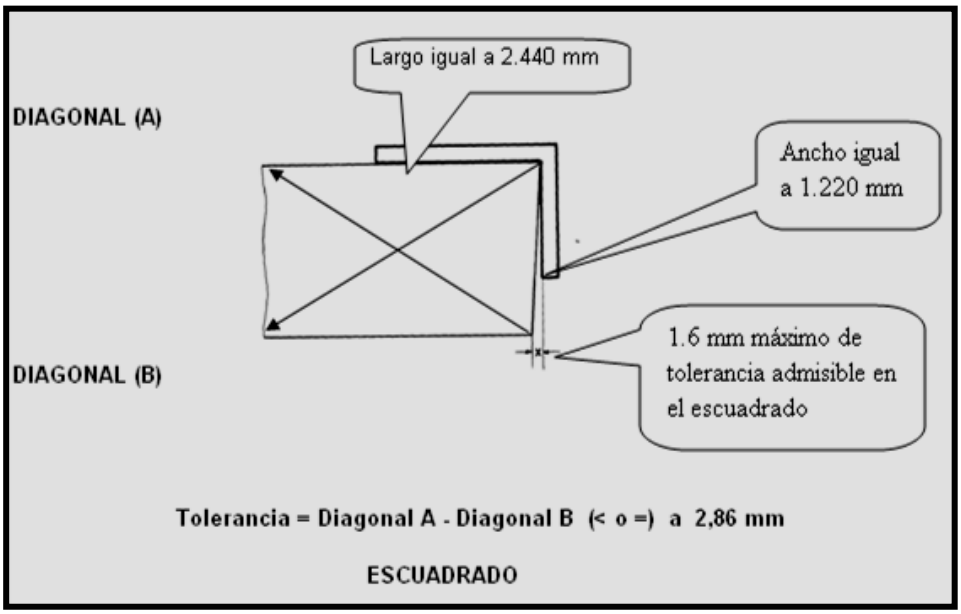

FIGURA 1.18 ESCUADRADO

FIGURA 1.19 MEDIDA DE DIAGONAL (B)

IGUAL A 2.724 MM

FIGURA 1.20 MEDIDA DE DIAGONAL (A)

IGUAL A 2.733 MM

Si 1.6 mm de escuadrado corresponde a 2.86 mm en la diferencia entre diagonales (A – B), entonces la chapa mostrada no cumple con la tolerancia, puesto que al restar 2.733 mm correspondiente a la diagonal mayor menos 2.724 mm correspondiente a la diagonal menor el resultado es 9 mm siendo este valor superior al establecido como control.

Controles aplicados a los paquetes de chapas producidas.

Este tipo de control es netamente visual y en él se verifica que los paquetes formados salgan perfectamente embalados, enzunchados y con la etiqueta de identificación correctamente explicita, cabe indicar que en esta etapa se verifica por última vez la cantidad de chapas que contienen el paquete

Defectos en las chapas obtenidas que originan que estas no cumplan con la tolerancia indicada en el control de calidad establecido.

Los defectos en las chapas alisadas originados durante el proceso de alisado, son las causas para que el 12% de la producción mensual no cumplan con los estándares de calidad establecido, considerándolas por este motivo como de segunda calidad, siendo estos defectos las ondulaciones superficiales, la rebaba en el borde cortado, los bordes ondulados o rotos y los bordes descuadrados.

Chapas con ondulaciones superficiales.- Este defecto es producto de la calibración incorrecta del tren de rodillos del planchador, por lo general resulta en la primera chapa obtenida ya que es la que se utiliza para comprobar la calibración antes realizada.

FIGURA 1.21 CHAPAS CON ONDULACIONES SUPERFICIALES

Chapas con rebaba en el borde cortado.- Este defecto se produce en las primeras chapas procesadas y se debe a la incorrecta calibración de las cuchillas del cortador.

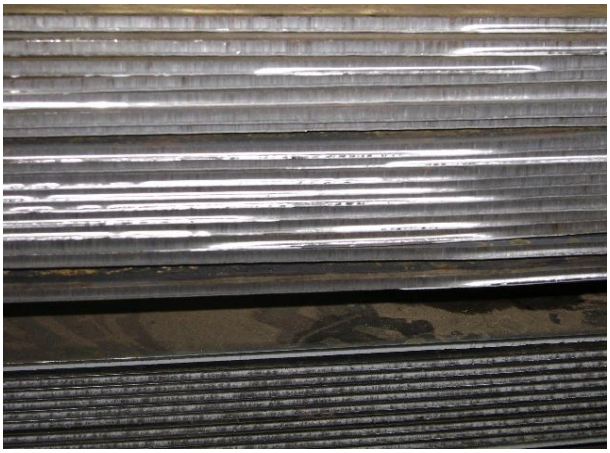

FIGURA 1.22 CHAPAS CON REBABA EN EL BORDE CORTADO

Chapas con los bordes ondulados y rotos.- Este defecto se debe al daño producido por los conos del desenrrollador sobre la bobina al momento de enhebrarla.

En la operación de enhebrado el desenrrollador de esta máquina que es del tipo cono doble, daña el interior de la bobina provocando que las últimas vueltas que se desenrollan se dañen, obteniéndose como resultado chapas alisadas con los filos totalmente ondulados y en algunos casos rotos.

FIGURA 1.23 CHAPAS CON BORDES ONDULADOS

Chapas con descuadre.- Este defecto se produce cuando la chapa se desalinea de la posición correcta que debe mantener cuando esta pasa por el planchador. Otra causa de descuadre pero en menos grado es cuando la chapa se desplaza

ligeramente al momento del corte empujada por las cuchillas del cortador.

Chapas oxidadas y abolladas.- Estos defectos ocurren cuando la materia prima presenta oxidaciones o golpes.

Las producciones obtenidas de estas bobinas son consideradas como chatarra o de segunda calidad dependiendo del estado de deterioro del producto obtenido y no son registradas dentro del total producido en ese mes.

FIGURA 1.24 CHAPA OXIDADA

FIGURA 1.25 CHAPA ABOLLADA O ROTA

Los valores porcentuales de cada tipo de defectos que conforman el 12% antes mencionado en el año 2007 se indican en el siguiente cuadro:

TABLA 2

PORCENTAJE DE DEFECTOS GENERADOS EN LAS CHAPAS DURANTE EL PROCESO PRODUCTIVO

	Año 2007												Promedio
TIPOS DE DEFECTOS	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	año
	PORCENTAJE												
Chapas descuadradas	6,0	7,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	7,0	6,0	5,8
Chapas con ondulaciones	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	0,7
Chapas con bordes con rebaba	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,3
Chapas con bordes rotos	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,5
PORCENTAJES TOTALES	12,5	12,4	11,5	10,5	12,5	11,5	12,0	11,8	12,8	11,8	14,5	13,5	12,3

Por lo tanto disminuir el valor de estos porcentajes era uno de los mayores problemas a resolver. Es muy importante priorizar los alcances de realizar un buen control de calidad ya que si por algún error alguna chapa con defecto es considerada como de primera calidad, al momento de comercializarla el consumidor final la detectará, y podría rechazar todo el lote fabricado o lo que es peor se aprovecharía de la situación para pedir que el precio de venta de todo el lote sea rebajado.

Conseguir que el consumidor final mantenga la confianza que el producto entregado es de primera calidad, también era otro problema que debía ser resuelto.

1.4 El coeficiente de maquila establecido como índice de eficiencia de la línea de producción

El coeficiente de maquila establecido como índice de eficiencia de la línea de alisado, es el valor correspondiente al coeficiente costo / beneficio, donde el costo es medido en dólares y corresponde a los recursos gastados para transformar la bobina en chapas alisadas, y el beneficios corresponde a la producción misma de las chapas medido en toneladas métricas, tanto los valores de costo como beneficio son datos registrados mensualmente.

El valor mensual de referencia correspondiente al coeficiente de maquila establecido por la Gerencia de esta compañía para que su línea de proceso se considere rentable es 40 dólares la tonelada métrica, esta cifra establecida es un valor común para todas las demás líneas de producción de las compañías dedicadas a la misma actividad productiva que operan en el País. Los componentes del costo son definidos por la administración de esta compañía como "Gastos directos" y corresponde a los siguientes rubros:

Servicio prestado tercerizados

Gastos comisión tercerizados

Gastos comisión servicios

Seguro maquinaria

Seguro accidentes personales

Seguro incendio

Seguro lucro cesante por maquinaria

Arriendo maquinaria

Honorarios profesionales

Suministros y repuestos

Los datos registrados durante el año 2007, referente a los costos generados para convertir bobinas en chapas alisadas, así como

los de las producciones obtenidas y los valores de coeficiente de maquila causados, se indican en la tabla siguiente:

TABLA 3

VALORES DE PRODUCCIONES, COSTOS GENERADOS Y COEFICIENTES DE MAQUILA OBTENIDOS DURANTE EL AÑO 2007

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Promedio año
Producciones (TM)	112	116	100	112	115	112	118	115	110	112	112	114	112
Costos ($)	4.800	4.800	4.850	4.800	4.500	4.500	4.800	4.800	4.500	4.500	4.800	4.800	4.704
Coeficiente de maquila ($ / TM)	42,86	41,38	48,50	42,86	39,13	40,18	40,68	41,74	40,91	40,18	42,86	42,11	41,88

Según los datos estadísticos el valor promedio para el coeficiente de maquila registrado en el año 2007 fue 41.88 dólares la tonelada métrica, siendo este valor mayor que el establecido por la administración de la compañía.

Por diversos factores comerciales esta línea de transformación operó en estas condiciones hasta Diciembre del mismo año, y a partir de Enero del año en curso se aplicaron los correctivos y mejoras propuestas.

Analizando los altos valores registrados de coeficiente de maquila tenemos que son el resultado de las bajas producciones obtenidas en esta línea de proceso, por lo tanto aumentar la producción de chapas para hacer a esta línea competitiva y eficiente era otro problema que se debía solucionar.

1.5 Descripción del proceso de alisado de la línea de producción en referencia.

Los eventos sucesivos que conformaban el proceso de alisado antes de las mejoras aplicadas detallan todas las operaciones que se ejecutaban para convertir una bobina en paquetes de chapas alisadas, estos eventos eran los siguientes:

Recepción de la orden de trabajo.
Solicitud de la bobina en la bodega de materia prima.
Preparación de la bobina.
Calibración del tren planchador.
Calibración de las cuchillas del cortador.
Enhebrada de la bobina.
Planchado de las chapas.
Reajustes por desalineamiento de la chapa.
Apilamiento de las chapas.
Conformación de los paquetes de las chapas

Evacuación de los paquetes de chapas

En el diagrama de flujo mostrado a continuación se describe con más detalle los eventos referidos anteriormente:

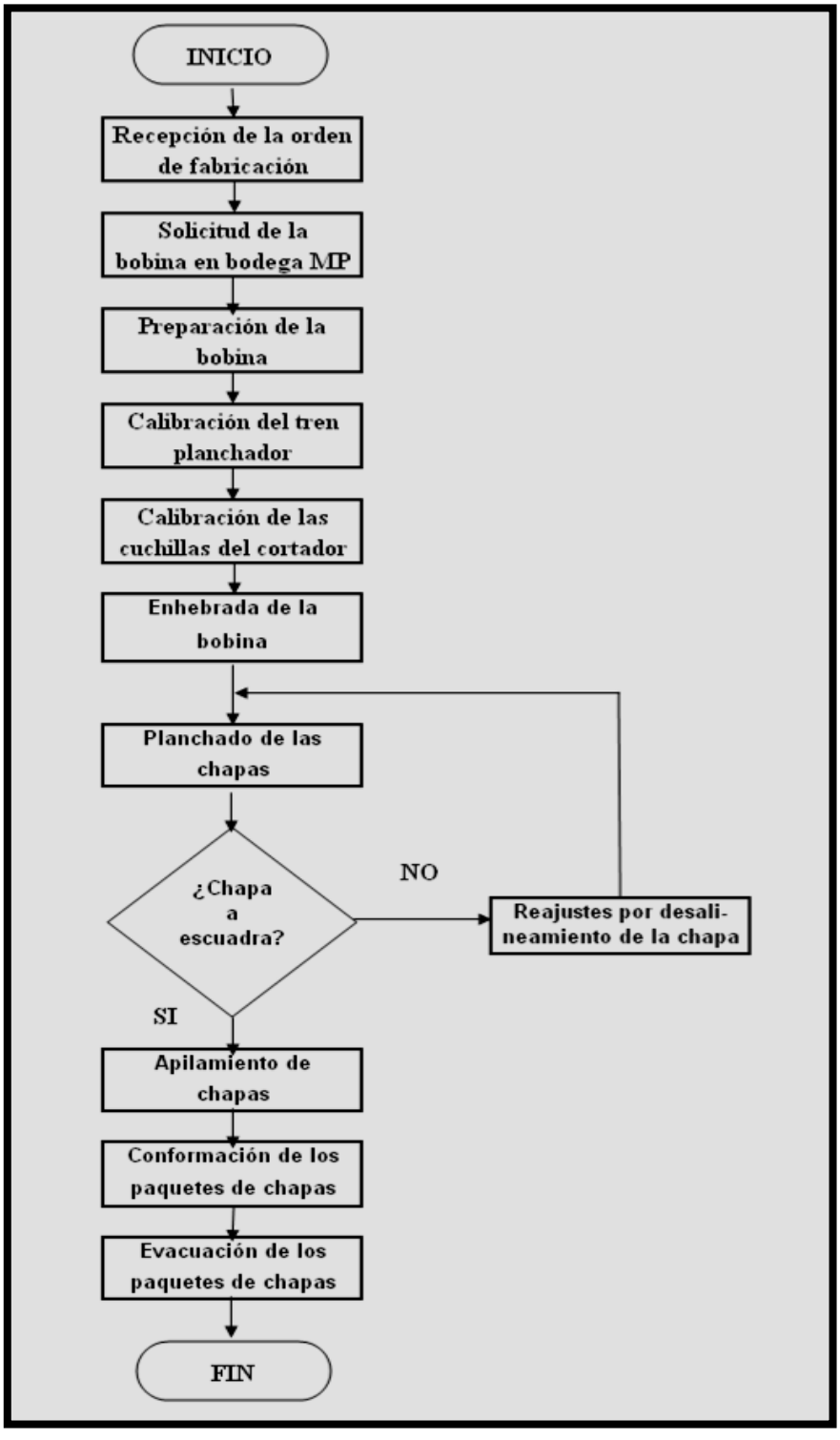

FIGURA 1.26 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ALISADO ANTES DE LAS MEJORAS REALIZADAS

Recepción de la orden de fabricación.- Es el momento en que el operador de la máquina alisadora recibe de manos del supervisor de Planta la orden de trabajo, en esta orden se detalla las características de la bobina a procesarse y lo que se requiere obtener de ella.

Solicitud de la bobina en la bodega de materia prima.- En este evento, el operador de la máquina alisadora solicita al bodeguero de materia prima y a la vez operador del equipo de carga y transporte de bobinas denominado "Puente grúa de 27

T" que extraiga de la zona de materia prima la bobina requerida y la ubique en la zona de preparación de la misma.

Preparación de la bobina.- La bobina ubicada en la zona de preparación se le extrae la envoltura de protección que la cubre, se la pesa en una balanza electrónica y se anota en la orden de trabajo todos los datos indicados en la etiqueta de importación y el peso registrado.

FIGURA 1.27 ELIMINACIÓN DEL FORRO PROTECTOR

FIGURA 1.28 PESAJE EN BALANZA ELECTRÓNICA

Calibración del tren de rodillos superiores del planchador.- Terminada la preparación de la bobina, el operador de la máquina alisadora, calibra el tren de rodillos superiores del planchador de acuerdo al espesor de la chapa que se alisará con el propósito de ajustar la presión necesaria para que las chapas obtenidas estén completamente planas.

Calibración de la abertura entre cuchillas del cortador.- Después de calibrar el planchador, el operador continúa con la calibración de las cuchillas del cortador de acuerdo también al espesor de chapa a cortar, para obtener chapas perfectamente

cortadas y sin rebabas, por criterio técnico la luz que se da a las cuchillas es del 10% del espesor de chapa.

Enhebrada de la bobina.- Enhebrar la bobina abarca algunos pasos; montar la bobina en el desenrrollador de la máquina, tomar el inicio o punta de la chapa de la bobina e introducirla entre los rodillos del planchador, inmediatamente se da marcha a la máquina en modo paso a paso para que la chapa avance lentamente por todos los rodillos desde la entrada hasta la salida del planchador hasta llegar al cortador, aquí se corta el comienzo de la chapa para eliminar esta parte que generalmente sufre daño debido al manipuleo de la bobina y dar el escuadrado inicial.

FIGURA 1.29 BOBINA EN FASE DE MONTAJE EN DESENRROLLADOR

Planchado de las chapas.- Se acciona la máquina en modo normal y se inicia el proceso de planchado, cuando la chapa alisada antes de ser cortada alcanza el largo establecido, acciona un limitador de carrera tipo bandera produciéndose que el motor del planchador se detenga y se produzca al mismo tiempo el corte transversal respectivo, después del corte, la cuchilla superior del cortador regresa a la posición superior original activando el motor de la mesa de salida que da movimiento a los rodillos transportadores de esta provocándose el arrastre de la chapa cortada desde la salida del cortador hasta el lugar de apilamiento que está en el piso al final de la mesa de salida.

FIGURA 1.30 CHAPA EN FASE DE PLANCHADO

Reajustes por desalineamiento de la chapa.- Periódicamente es detenido el proceso para comprobar que la calidad de las chapas alisadas estén de acuerdo a los controles de calidad establecidos, si las chapas obtenidas no cumplen con los estándares, se realizan los correctivos pertinentes.

El procedimiento para corregir el descuadre de las chapas es levantar el tren planchador y alinear la posición de la chapa con respecto a la posición de la bobina montada en el desenrrollador y a la vez con respecto a la perpendicularidad de la cuchilla del cortador, una vez hecho esto se baja el tren planchador y se continua con el proceso de alisado hasta que la bobina se haya desenrrollado completamente.

El planchador de esta máquina al no tener un dispositivo que guiará la chapa a la entrada del tren aplanador provoca un desalineamiento de la chapa que conforma la bobina montada en el desenrrollador con respecto al tren de rodillos alisadores, obteniéndose como resultado en las chapas un descuadre severo, que a su vez originaba la paralización del proceso por lapsos considerables de tiempo hasta que se hacían las respectivas correcciones.

Empaquetamiento de las chapas.- Las chapas apiladas al final de la mesa de salida, son transferidas manualmente una a una a un soporte de empaquetamiento llamado "pallet". Los pallet utilizados para formar y contener los paquetes de chapas son de madera tienen una resistencia de carga aproximada de 2.500 Kg., por lo tanto la cantidad de chapas apiladas y empaquetas en cada uno está en función a su capacidad.

Este tipo de operación originaba el agotamiento físico del personal de esta máquina durante la jornada de trabajo causando malestar e incomodidad.

Una de las misiones de la compañía es mantener a su personal en un ambiente sano y productivo, por lo tanto la situación descrita anteriormente era todo lo contrario, convirtiéndose en otro problema más que se debía resolver.

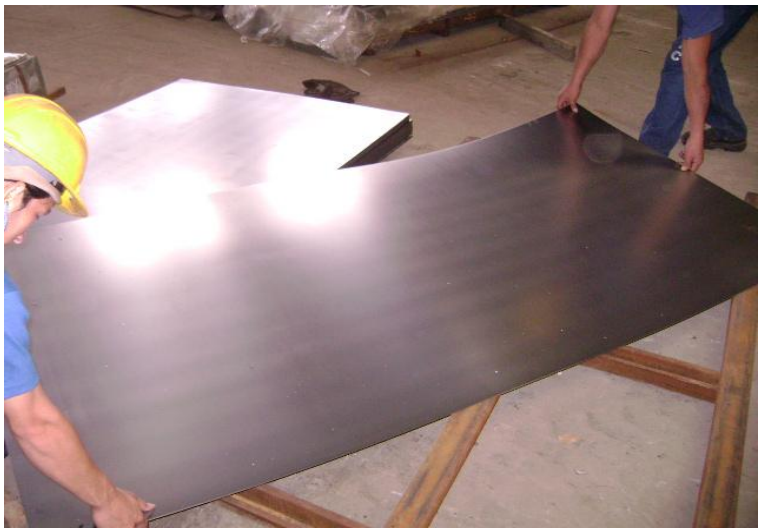

FIGURA 1.31 TRABAJADORES ARMANDO LOS PAQUETES DE CHAPAS

Evacuación de los paquetes de chapas.- La evacuación de los paquetes de chapas desde el lugar de apilamiento al final de la

mesa de salida hasta la zona de producto terminado, es realizada por medio de un equipo de carga denominado "montacargas" cuya capacidad es de 5.000 Kg. Hecha esta evacuación se coloca otro pallet para ser llenado con más chapas, repitiéndose este trabajo hasta empaquetar y evacuar hasta la última chapa apilada

FIGURA 1.32 MONTACARGAS EVACUANDO LOS PAQUETES DE CHAPA

CAPÍTULO 2

2. OPTIMIZACION DE LA LINEA DE PRODUCCION

Para optimizar la línea de producción se estudiaron y analizaron todas las operaciones directas e indirectas que se realizaban en el trabajo de convertir la bobina en chapas alisadas, así como el funcionamiento de cada elemento de la máquina alisadora durante el proceso de conversión.

Todo lo antes descrito fue con la finalidad de obtener un mejor enfoque de lo que sucedía físicamente y el tiempo empleado en cada operación del proceso para luego realizar los correctivos pertinentes.

Con los resultados obtenidos del estudio y de las observaciones se pudo determinar los motivos por los cuales la calidad de las chapas alisadas no cumplían con las estándares adoptados y además los factores que incidían directa e indirectamente en la producción de las chapas, siendo esta producción el motivo principal para que el coeficiente de maquila sea mayor que el establecido.

Estudio de tiempos y métodos aplicados a la línea de producción

El estudio de tiempos y métodos fue la herramienta principal para visualizar de mejor manera todas las actividades que ocurrían durante el proceso de alisado así como los tiempos empleados para su ejecución en cada una de ellas que por lo general el resultado final es un valor promedio de los valores obtenidos en un periodo de tiempo.

El estudio de tiempos y métodos aplicado a la línea de producción en referencia se realizó en dos periodos diferentes, el primero antes de las mejoras realizadas durante los 21 días

laborables del mes de noviembre del año 2007 y el segundo después de las mejoras, siendo este periodo los 19 días laborables de Febrero del 2008.

El primer periodo se lo realizó con el objeto de determinar las falencias antes descritas en la línea de proceso y el segundo para comprobar los resultados obtenidos por las mejoras implantadas.

TABLA 4

ESTUDIO DE TIEMPOS Y METODOS APLICADO AL PROCESO DE ALISADO

	Días de Noviembre 2007																				TIEMPO
Operaciones realizadas para alisar bobinas cuyos pesos fluctuan alrededor de 5.200 kg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	PROM. MES
	MINUTOS																					
Recepción de la orden de trabajo	3	2	3	4	5	2	4	3	4	4	4	4	3	5	2	3	4	5	3	4	4	4
Solicitud de la bobina en la bodega de materia prima	10	11	12	11	11	11	11	10	10	12	13	13	15	9	10	9	9	10	11	10	10	11
Preparación de la bobina	15	20	15	12	13	13	14	15	14	14	13	14	15	14	15	14	15	15	15	15	14	14
Calibración del tren de rodillos superiores del planchado	5	5	5	5	5	5	3	3	4	3	3	3	4	4	5	3	4	3	3	3	3	4
Calibración de la abertura entre cuchillas del cortador	9	10	10	10	10	9	9	9	9	9	8	9	8	9	9	9	9	9	10	8	9	9
Enhebrada de la bobina	15	17	17	17	17	15	15	15	16	16	15	16	14	15	16	16	15	15	15	15	15	16
Planchado de las chapas	90	90	91	90	91	92	90	90	90	91	91	90	91	90	90	90	91	91	90	90	91	90
Reaustes por descuadres de las chapas	14	14	15	13	14	15	15	15	15	15	15	15	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15
Armado y ensunchado del primer paquete de chapas	102	100	103	101	99	97	102	102	101	100	100	100	101	103	102	101	101	101	100	100	100	101
Evacuación del primer paquete de chapas	7	7	7	7	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	7	6	7	6	6	6	7	6
Armado y ensunchado del segundo paquete de chapas	98	98	100	99	99	100	100	100	102	101	101	102	102	101	102	102	102	102	102	101	100	101
Evacuación del segundo paquete de chapas	6	7	7	7	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6
TOTAL MINUTOS	374	381	385	376	376	370	375	374	376	377	374	378	379	376	378	374	378	378	376	373	374	376

NOTA: El total de minutos registrado es el tiempo consumido para procesar una bobina

2.2 Determinación de las causas que afectan la calidad de las chapas alisadas

Del resultado obtenido por la aplicación del estudio de tiempos y métodos en el año 2007, además de la observación física del funcionamiento de los elementos que conforman la máquina alisadora, se determinó que las causas que afectan la calidad de las chapas alisadas, las mismas que originan la obtención del 12% de la producción obtenida mensualmente de chapas que no cumplen con el control de calidad establecido, son:

- La utilización del desenrrollador inapropiado
- La falta de un elemento en el cortador que sujete la chapa al momento del corte y
- La falta de un elemento en el planchador que guía a la chapa cuando esta entra al tren aplanador.

Desenrrollador inapropiado.- Observando directamente la operación que efectúa el desenrrollador durante el proceso de alisado y en los defectos producidos en las chapas obtenidas, se determinó que los conos de este no son los indicados para servir como elemento de soportes a las bobinas en proceso ya que estas son de material fino susceptible a dañarse. Por lo tanto

una de las causas que afecta la calidad en las chapas obtenidas es el desenrrollador utilizado por la máquina alisadora.

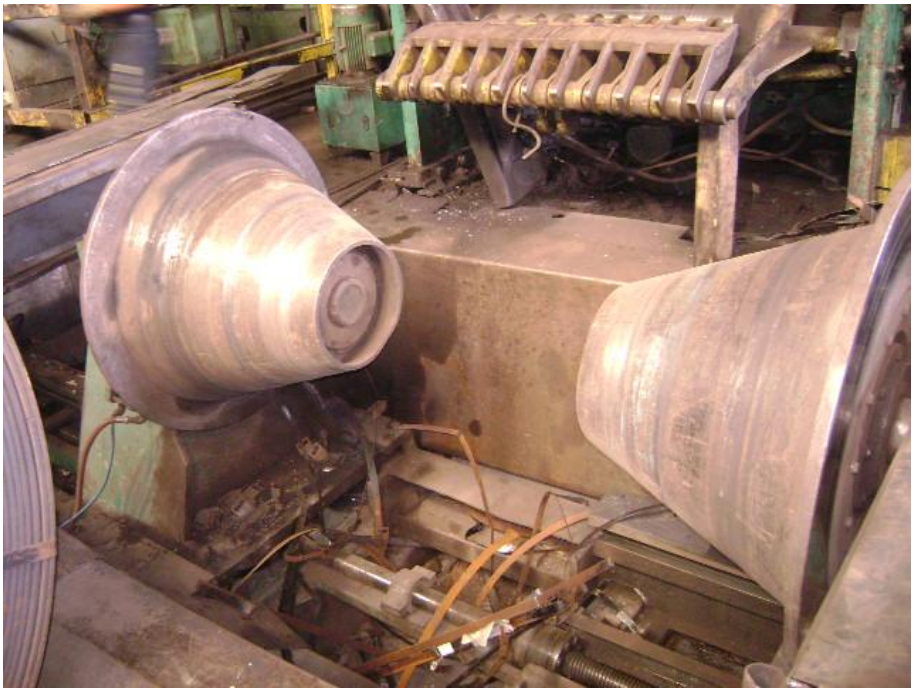

FIGURA 2.1 LOS CONOS DEL DESENRROLLADOR

Falta de un elemento fijador de chapa en el cortador.- Basados en la observación directa durante el funcionamiento del cortador y en los defectos producidos en las chapas cuando esta pasa por esta etapa, se determinó que el cortador de esta línea necesita un elemento que afirme la chapa al momento del corte puesto que esta se desplaza cuando es cortada, ocasionando los consecuentes descuadres, otras máquina similar tienen

incorporado un elemento denominado “Prensachapas”, cuya función es fijar la chapa al momento del corte, por lo tanto otra de las causa que afecta la calidad de las chapas obtenidas es la falta de un prensachapas.

FIGURA 2.2 PRENSACHAPAS DE LA CORTADORA DE FLEJES

Guías para las chapas a la entrada del planchador.- Utilizando la observación directa en el desempeño del planchador y en los defectos obtenidos en las chapas al momento del planchado, se determinó que este elemento

necesitaba un dispositivo que guíe la chapa a la entrada del tren aplanador para que no se desalinee de su posición correcta provocando los consecuentes descuadres mencionados y además la paralización del proceso para realizar las correcciones respectivas, por lo tanto otra causa que afecta la calidad de las chapas producidas es la falta de guías para la chapa a la entrada en el planchador.

FIGURA 2.3 GUÍAS DE ENTRADA DE LA CORTADORA DE ROLLOS

2.3 Determinación de los factores que elevan el valor del coeficiente de maquila.

El componente principal que afecta el valor del coeficiente de maquila es la producción, por lo tanto utilizando el estudio de métodos y tiempos como herramienta principal y la observación física, determinamos que el factor principal que afecta la producción elevando el valor del coeficiente de maquila es el tiempo en que no se produce, a este se lo llama “tiempo muerto”, se generan tiempos muertos cuando se debe alinear la chapa debido a su desalineamiento durante el proceso, también al ocurrido para formar los paquetes de chapas, y además al que se puede disminuir cuando se procede a ejecutar la fase de solicitud y preparación de la bobina por parte del operador de la máquina.

Tiempos muertos por reajuste de la chapa debido al desalineamiento.- Por medio del estudio de métodos y tiempos aplicado a la línea de proceso se determinó que el tiempo utilizado en corregir las desalineaciones de la chapa durante el proceso provocando la paralización de este, es uno de los factores que elevan el valor del coeficiente da maquila.

Tiempos muertos por la conformación de los paquetes de chapas.- Con los resultados del estudio de tiempos y métodos en cuanto al tiempo utilizado para armar los paquetes de chapas

se determina que las chapas apiladas al final de la mesa de salida impiden el proceso de otra bobina ya que el área de apilamiento se encuentra ocupada y el tiempo empleado para conformar los paquetes y continuar con el proceso es otro factor que eleva el valor del coeficiente de maquila.

Tiempos muertos por solicitud y preparación de bobina.- Revisando los datos obtenidos en el estudio de tiempos y métodos sobre los tiempos empleados para solicitar y preparar la bobina por parte del operador es notorio que este tipo de operación podría realizarla otra persona y así de esta manera se trabajaría paralelamente las etapas de calibraciones acortando en algunos minutos todo el proceso, consideramos que este tiempo mal empleado es otro factor que eleva el valor del coeficiente de maquila.

2.4 Planteamiento de los correctivos y mejoras a aplicarse

Determinadas las causas que afectan la calidad de las chapas alisadas, y los factores que influyen para que la producción de las mismas no aumente, se plantearon los siguientes correctivos:

Cambio del desenrrollador utilizado.- Puesto que una de las causas de obtención del porcentaje de defectos era el daño de las última chapas de la bobinas en proceso debido a los conos del desenrrollador utilizado, se planteó la instalación de otro que no produjera el daño que se quería eliminar.

Instalación de un elemento de fijación en el cortador.- Para evitar que las chapas al momento del corte en el cortado se muevan provocando el consecuente descuadre como parte de la reducción del porcentaje de chapas obtenidas con defecto, se planteó la construcción e instalación de un elemento de fijación que las inmovilice evitando el defecto antes mencionado.

Instalación de un elemento que guíe la chapa a la entrada del planchador.- Para eliminar las paralizaciones repetitivas del proceso por los constantes desalineamiento de la chapa y evitar los consecuentes descuadres como parte de la reducción del porcentaje de chapas obtenidas con defectos, se planteó la construcción e instalación de un elemento que guíe a esta a la entrada del planchado.

Reducir tiempos en actividades previo al enhebrado de la bobina.- Para evitar la pérdida de tiempo debido a que el

operador tenía que realizar las actividades de solicitud de la bobina en la bodega de materia prima, de preparación de la bobina, de la calibración el tren planchador y la calibración de las cuchillas del cortador antes de enhebrar la bobina, se planteó la necesidad de delegar a otra persona la realización de alguna actividad de estas, para que al mismo tiempo se pudiera trabajar paralelamente en las actividades antes descritas.

Específicamente se designó al ayudante de la máquina para que realizara las actividades de solicitud y preparación de la bobina.

Reducir el tiempo empleado para apilar, empaquetar y evacuar los paquetes de chapas.- Debido a que, el excesivo tiempo empleado en apilar, empaquetar y evacuar los paquetes de chapas era uno de los factores de que la producción no aumente, y a la vez estas operaciones causaban el agotamiento físico de los trabajadores que laboran en esta línea, se planteó modificar la manera de realizar las operaciones antes mencionadas por otras más rápidas y efectivas que acorten el tiempo de proceso y de esta manera utilizar este tiempo para procesar más bobinas y a la vez con menos esfuerzo por parte del personal.

2.5 Selección de los equipos que se instalarán para cumplir con los objetivos propuestos

Desenrrollador del tipo mandril expansible.- El primer equipo seleccionado para optimizar la línea de proceso fue un desenrrollador del tipo mandril expansible, el cual reemplazó al que era utilizado hasta ese momento. Este desenrrollador era utilizado en la línea de alisado de chapas de acero laminados en caliente, y lo que se hizo fue intercambiar desenrrolladores para ambas líneas.

El principio de funcionamiento es hidráulico, es decir que las uñas del mandril se expanden o se contraen debido al desplazamiento interno de eslabones accionados por un eje unido a un pistón hidráulico, sin deteriorar la parte interior de la bobina y causar los defectos en las últimas chapas alisadas.

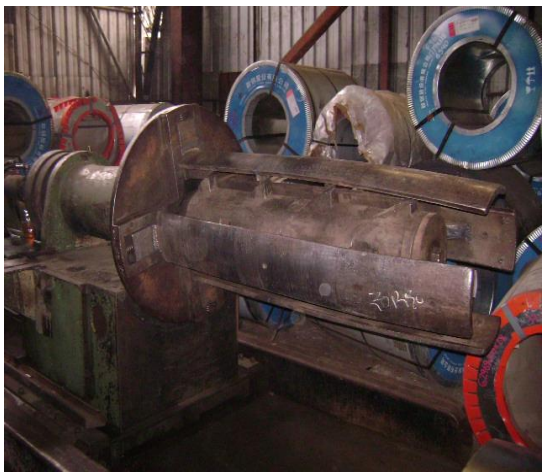

FIGURA 2.4 DESENRROLLADOR DEL TIPO MANDRIL EXPANDIBLE

Prensachapas del cortador.- Este prensachapas fue construido en un taller mecánico según los requerimientos especificados teniendo presente las características físicas y de operación del cortador, su forma básica es, cuatro dispositivos de sujeción montados sobre un bastidor el cual se adosó a la parte móvil del cortador.

Cada dispositivo de sujeción esta conformado por un disco pisador, un eje columna, un resorte y una guía de deslizamiento.

El principio de funcionamiento correspondiente es el de ejercer presión sobre la chapa por parte de los discos pisadores utilizando la energía potencial elástica de los resortes, esto ocurre cuando se inicia el corte de la chapa, donde la parte móvil en sentido vertical del cortador denominado "cortina" baja la cuchilla apernada a ella, efectuando un corte similar al de una guillotina, pero antes que la cuchilla toque la chapa, los discos pisadores del prensachapas que también son desplazados en el mismo sentido, sujetan la chapa para que de esta manera no se

mueva de su posición y no se produzca el consecuente descuadre, después del corte la cortina vuelve a su posición superior liberando la chapa de la presión de los discos pisadores.

El tiempo de instalación y prueba de este prensachapas fue de un día.

FIGURA 2.5 PRENSACHAPAS

Guías de entrada al planchador.- Las guías de entrada utilizadas fueron fabricadas en un taller mecánico de acuerdo a

las características, requerimientos y disposición física en el planchador.

Están conformadas por un bastidor acanalado transversalmente donde se alojan dos dados deslizantes uno en cada extremo del bastidor, los dados son regulado en su desplazamiento por ejes roscados con su respectivas manivelas, montado en cada dado se sitúa una guía que tiene la forma de una barra acanalada cuyas medidas son 80 mm de ancho por 500 mm de largo y 30 mm de espesor y el canal de 30 mm de profundidad, 10 mm de ancho y a todo lo largo de la barra; dos polines locos a la entrada de las guías y una bancada que soporta a todo los demás elementos.

El principio de funcionamiento se base en la regulación de la abertura existente entre las guías acanaladas por medio de los ejes roscados para de esta manera guiar la chapa que pasa por el planchador y se mantenga alineada en esa posición hasta que termine todo el proceso evitando así el descuadre de la misma.

El tiempo de instalación, calibración y prueba fue de dos días.

FIGURA 2.6 GUÍAS DE ENTRADA AL PLANCHADOR

Carro para apilar las chapas y evacuar los paquetes de estas.- Se fabricaron 2 carros con las medidas y capacidades adecuadas para soportar un paquete de chapas de aproximadamente 2.500 Kg. de peso utilizándose perfiles estructurales para la fabricación de los marcos o plataformas de los carros y se instalaron en cada uno con cuatro ruedas tipo garruchas adecuadamente seleccionadas, tanto los marcos como las garruchas fueron solicitadas de acuerdo a los requerimientos especificados y construidas en un taller mecánico local.

Debido a la utilización de estos carros fue modificada la manera de proceder en cuanto al apilamiento, empaquetamiento y evacuación de los paquetes de chapas.

FIGURA 2.7 CARRO APILADOR Y EVACUADOR

CAPÍTULO 3

3. EVALUACION DE LOS RESULTADOS

Como consecuencia de las aplicaciones de los correctivos y las mejoras descritas en el capitulo 2 se han obtenido los resultados perseguidos en cuanto a la manera de proceder en la ejecución de las diferentes etapas en el proceso de alisado y el tiempo empleado para realizarlas, así como los valores obtenidos para el porcentaje de chapas con defectos que provocan que estas no cumplan con el control de calidad establecido y además para la producción de chapas alisadas y su consecuente coeficiente de maquila.

Del estudio de tiempos y métodos realizado en Febrero del 2008 se obtiene como resultado que el tiempo empleado para procesar una bobina es 167 minutos, que al compararlo con los datos del estudio realizado en Noviembre del 2007 se determina que este tiempo se ha reducido en un 55.58 %, siguiendo el presente diagrama de flujo.

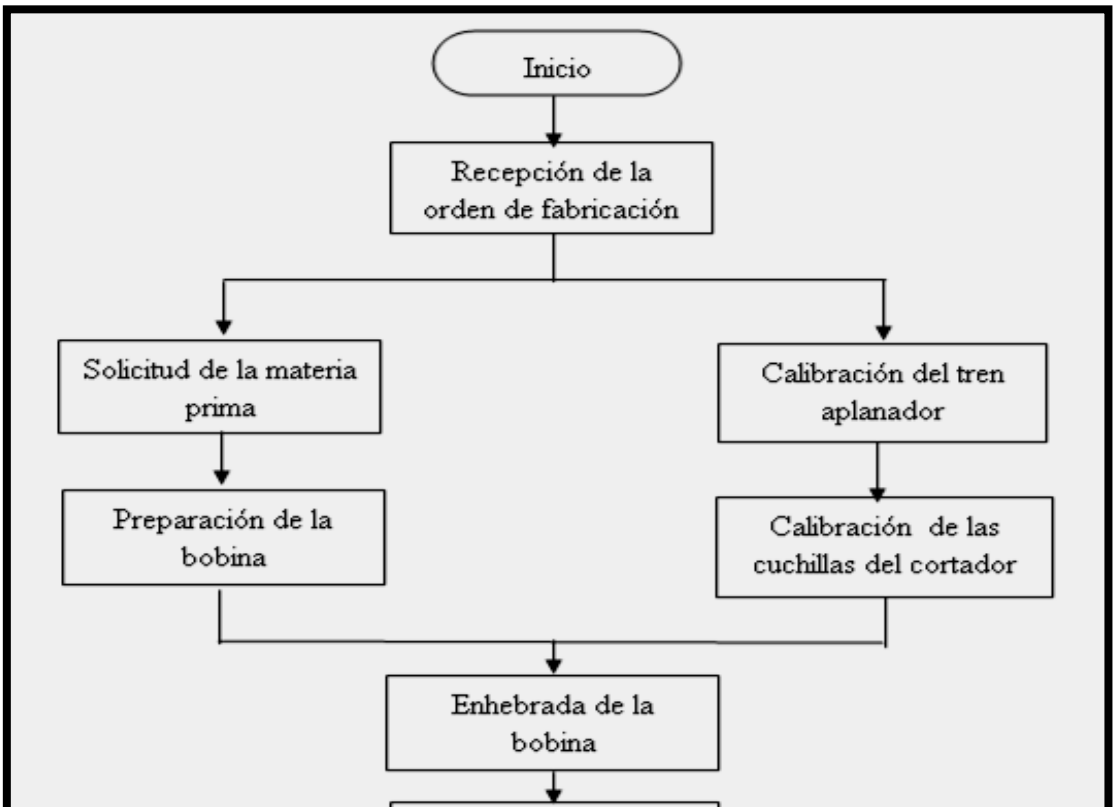

FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ALISADO DESPUÉS DE LAS MEJORAS REALIZADAS

TABLA 5

ESTUDIO DE TIEMPOS Y METODOS APLICADO AL PROCESO DE ALISADO

	Dias de Febrero 2008																			TIEMPO
Operaciones realizadas para alisar bobinas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	PROM. MES
cuyos pesos fluctuan alrededor de 5.200 kg	MINUTOS																			
Recepción de la orden de trabajo	3	5	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4
Calibración del tren de rodillos superiores del planchado	5	5	5	5	5	5	3	3	4	3	4	3	4	4	5	3	4	3	3	4
Calibración de la abertura entre cuchillas del cortador	9	10	10	10	10	9	9	9	9	9	8	9	8	9	9	9	9	9	10	9
Solicitud y preparación de la bobina	16	11	12	15	11	15	14	15	10	12	12	13	15	15	14	15	15	14	15	14
Enhebrada de la bobina	15	17	17	17	17	15	15	15	16	16	16	16	14	15	16	16	15	15	15	16
Planchado de las chapas (parte primera)	46	45	42	44	43	45	44	45	44	44	45	46	46	45	44	44	45	44	45	45
Ensunchado del primer paquete de chapas	12	11	10	10	10	10	10	11	12	11	11	11	11	11	10	9	10	10	10	11
Mover carro con primer paquete a la zona de evacuación	6	5	5	5	6	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	5	6	5
Planchado de las chapas (parte segunda)	44	44	44	45	45	45	44	44	45	46	44	45	45	45	45	44	44	44	44	45
Ensunchado del segundo paquete de chapas	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	11	10	10	10	10	10	10	11
Mover carro con segundo paquete a la zona de evacuación	5	6	4	6	5	5	4	6	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5
TOTAL MINUTOS	171	169	162	171	166	169	163	168	165	168	164	170	166	168	166	165	164	162	167	167

NOTA: El total de minutos registrado es el tiempo consumido para procesar una bobina

3.1 Determinación del porcentaje de chapas que no cumplen con la calidad normalizada

Los datos registrados mensualmente durante el primer semestre del año en curso al respecto de los defectos encontrados en las chapas producidas mostrados como porcentaje, nos indican que el valor total fue alrededor del 1.2 %, siendo estos los indicados en la siguiente tabla:

TABLA 6

PORCENTAJES DE DEFECTOS GENERADOS EN LAS CHAPAS DURANTE EL PROCESO PRODUCTIVO

	Año 2008						Promedio
TIPOS DE DEFECTOS	ene	feb	mar	abr	may	jun	semestre
	PORCENTAJE						
Chapas descuadradas	1.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**0.3**
Chapas con ondulaciones	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	**0.6**
Chapas con bordes con rebaba	0.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	**0.4**
Chapas con bordes rotos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
PORCENTAJES TOTALES	**1.5**	**1.0**	**1.1**	**1.1**	**1.1**	**1.2**	**1.2**

Comparando los resultado obtenidos en el primer semestre del año 2008 con los del año

2007 tenemos que el porcentaje de chapas con defectos consideradas como de segunda calidad disminuyó en un 90 %.

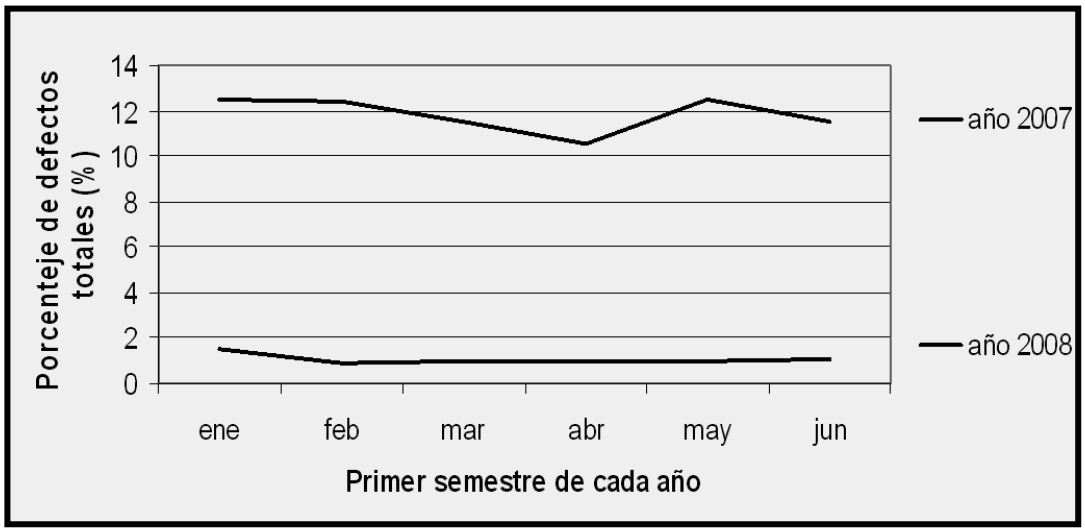

FIGURA 3.2 COMPARACION ENTRE PORCENTAJES DE DEFECTOS OBTENIDOS EN LAS CHAPAS DURANTE EL PROCESO PRODUCTIVO

3.2 Determinación del nuevo valor de coeficiente de maquila

En la siguiente tabla se indican los valores de Producciones de chapas obtenidas y sus consecuentes coeficientes de maquila.

TABLA 7

VALORES DE PRODUCCIONES, COSTOS GENERADOS Y COEFICIENTES DE MAQUILA OBTENIDOS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2008

	ene	feb	mar	abr	may	jun	Promedio semestre
Producciones (TM)	242	241	240	240	240	245	241
Costos ($)	4,800	4,800	4,850	4,850	4,850	4,850	4,833
Coeficiente de maquila ($ / TM)	19.83	19.92	20.21	20.21	20.21	19.80	20.03

Los datos registrados mensualmente durante el primer semestre del año en curso nos indican que la producción de chapas alisadas aumentó a 240 toneladas métricas aproximadamente que comparadas con las del año 2007 tubo un incremento del 100 %

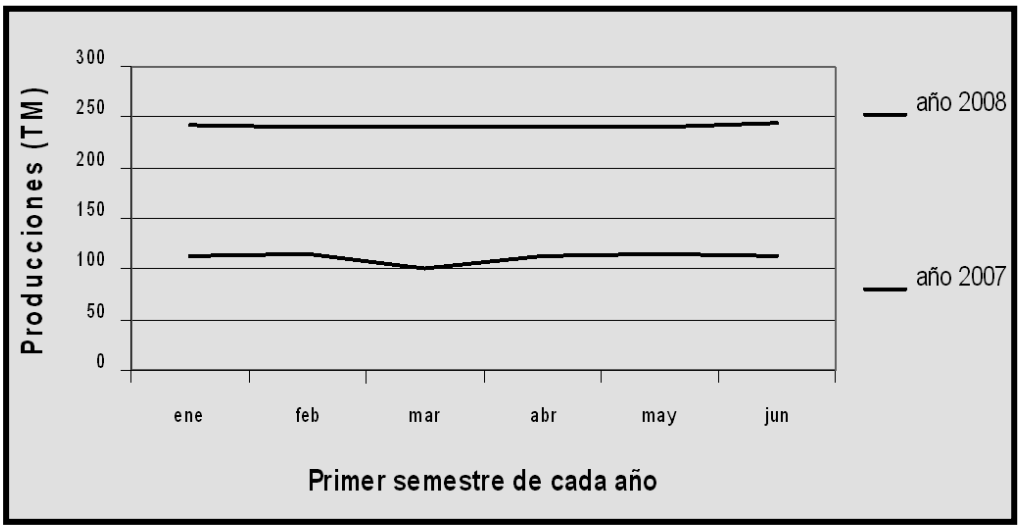

FIGURA 3.3 COMPARACION ENTRE PRODUCCIONES OBTENIDAS

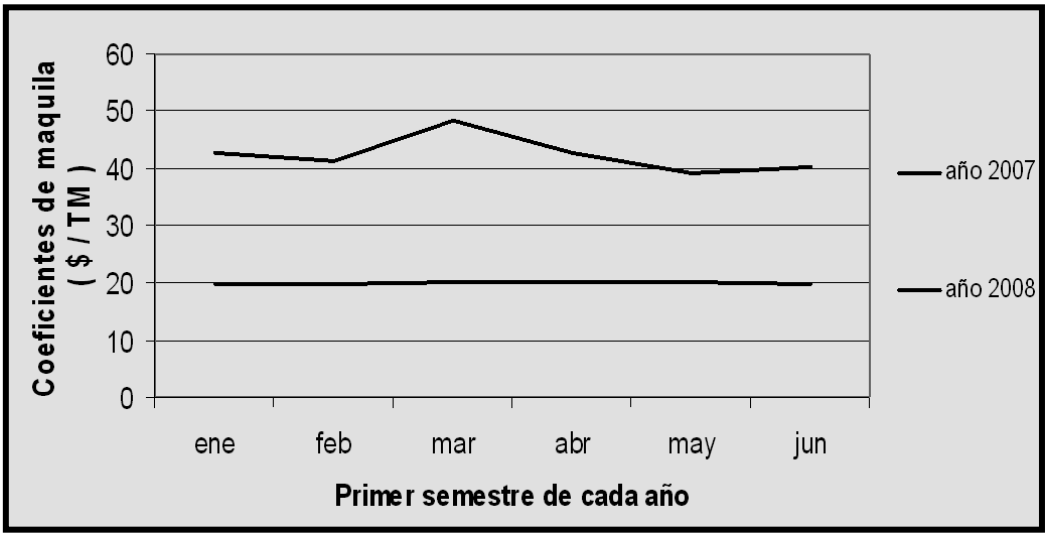

FIGURA 3.4 COMPARACION ENTRE PRODUCCIONES OBTENIDOS

Como consecuencia en el incremento de la producción de chapas, el valor para el coeficiente de maquila durante el primer semestre del año 2008 disminuyó a 20 dólares la tonelada métrica que comparado con el obtenido en el primer semestre del año 2007 este valor disminuyo en un 52.17 %

3.3 Determinación del tiempo de reposición del capital invertido en las mejoras aplicadas

El valor invertido en optimizar esta línea de proceso fue de acuerdo a la fabricación e instalación de los elementos seleccionados, como lo fueron el prensachapas, las guías de entrada, los carros evacuadotes, el cambio del desenrrolador y además de los dos estudios de tiempos y métodos realizados.

Este valor fue de $ 15.000, el mismo que está detallado de acuerdo a los rubros pagados mostrados en la tabla a continuación:

TABLA 8

COSTO DE INVERSION PARA OPTIMIZAR LA LINEA DE PROCESO

RUBRO	VALOR $
Estudios de tiempos y métodos	8.000
Construcción de las guías de entradas para el planchador	3.700
Construcción del prensachapas para el cortador	1.200
Cambio del desenrrollador	1.300
Construcción de dos carros evacuadores	800
TOTAL INVERTIDO	15.000

El tiempo de reposición del capital invertido se calculó empleando las siguientes consideraciones.

La producción de chapas alisadas aumentó de 120 a 240 TM manteniendo los costos iguales, entones cada mes que se produzca 240 TM se está ahorrando $4.800 que correspondería a la producción obtenida de 120 TM.

Por lo tanto los $ 15.000 invertidos para los $ 4.800 mensuales ahorrados da como resultado 3.13 meses, que sería el tiempo en el cual se repuso el capital invertido en la optimización de la línea estudiada.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las conclusiones y recomendaciones producto de las acciones tomadas para optimizar la línea de proceso de alisado:

4.1 Conclusiones

- Antes de las mejoras realizadas el valor promedio mensual del coeficiente de maquila de la línea era $ 42 / TM después de las mejoras es $ 20 / TM, es decir el coeficiente de maquila disminuyó en un 52.17 %

- La producción promedio mensual de chapas alisadas era 120 TM después de las mejoras es 240 TM. es decir aumentó la producción de chapas en un 100%
- El promedio mensual del porcentaje de chapas producidas que no cumplían con el control de calidad establecido era el 12% y después de las mejoras es el 1.2 %, es decir disminuyó el porcentaje de chapas con defecto en un 90 %.

- Los cambios realizados en las operaciones de empaquetado de chapas, por medio de operaciones mecanizadas y condiciones de trabajo apropiadas y entrenamiento, el personal mejoró su desempeño.

- También se consiguieron otras mejoras y son las siguientes:

- Mejoramiento de la competitividad y algo muy importante, confiabilidad de los clientes en la calidad de nuestros productos

4.2 Recomendaciones

Durante el lapso de estudio para mejorar esta línea y sus respectivos cambios en los procedimientos así como en la instalación de nuevos maquinas complementarias, surgieron nuevas ideas para seguir optimizando la línea y de esta manera obtener mejores resultados en cuanto a aumentar y mejorar: producción, calidad, y costos,.

Se recomienda automatizar la línea que de acuerdo a datos estimados referentes a la eliminación de tiempos muertos se podría obtener un 25% más de producción, como consecuencia el coeficiente de maquila bajaría a $ 16 / TM y de esta manera se obtendría mayores márgenes de ganancias en la comercialización de estas chapas.

Además, posteriormente a la automatización se pensará en la adquisición o fabricación de un empaquetador, por medio de

esta acción se podrá reducir el coeficiente de maquila hasta $ 14.66 / TM y se podría pensar en exportar este producto a otros países con menor ventajas competitivas

BIBLIOGRAFÍA

1. BENJAMIN W. NIEBEL, Manual de Laboratorio para Ingeniería Industrial, Editorial Marcombo

2. ALFREDO CASO NEIRA, Técnica de Medición del Trabajo, Editorial Fundación Confemetal

3. ASTM, Annual Book of ASTM Standards, Section One, Volume 01.03

4. FERDINAND L. SINGER / ANDREW PYTEL, Resistencia de Materiales, Tercera Edición

5. IVAN BOHMAN C. A, Catálogo de Aceros Especiales.

6. SHIGLEY, J, Diseño en Ingeniería Mecánica, Cuarta Edición, Mc Graw Hill, México D.F., 1979.

7. NORTON ROBERT L, Diseño de Maquinas, Primera Edición, Prentice Hall, México 1999

8. MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico, Novena Edición, Mc Graw Hill, México 1999

9. AVNER, Introducción a la Metalurgia Física, Segunda Edición

10. YODER, Catálogo Roll Forming Lines, Metal Processing Lines

11. ANSI B 11.3-1982, American National Standard for machine tools - power press brakes - safety requirements for construction, care, and use.

APENDICE A: Norma ASTM A1008 / A1008M

APENDICE B: Norma ASTM A568 / A568M