



U
N
E
X
P
O

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE- RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**Análisis de los costos de PAM Despunte y Reproceso por
variación de ancho en la punta del material durante la
operación de la Cizalla Rotativa en modo de corte
KELK (fijo y optimizado) en el Laminador
en Caliente de SIDOR**

Br. ARIANNYS DI SABATINO P
C.I.: 18.665.306

PUERTO ORDAZ, JULIO DE 2010



**Análisis de los costos de PAM Despunte y Reproceso por
variación de ancho en la punta del material durante la
operación de la Cizalla Rotativa en modo de corte
KELK (fijo y optimizado) en el Laminador
en Caliente de SIDOR**



U
N
E
X
P
O
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE- RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**Análisis de los costos de PAM Despunte y Reproceso por
variación de ancho en la punta del material durante la
operación de la Cizalla Rotativa en modo de corte
KELK (fijo y optimizado) en el Laminador
en Caliente de SIDOR**

Trabajo de pasantía que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial- Unexpo Vice-Rectorado Puerto Ordaz como requisito para aprobar la Práctica Profesional.

Br. Ariannys Di Sabatino P

Ing. Andrés Blanco
Tutor Académico

Ing. Tatiana Vallejo
Tutor Industrial

PUERTO ORDAZ, JULIO DE 2010

Di Sabatino Pitre, Ariannys Desiree.

Analizar los costos de PAM Despunte y Reproceso por variación de ancho en la punta del material durante la operación de la Cizalla rotativa en modo de corte KELK (fijo y optimizado) en el Laminador en Caliente de SIDOR.

Puerto Ordaz, Julio de 2010.

108 Páginas.

Práctica Profesional.

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vice-rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: Ing. Andrés Blanco

Tutor Industrial: Ing. Tatiana Vallejo.

Bibliografía pág. 101.

Capítulos: I.- Formulación del Problema. II.- Generalidades de la Empresa. III.- Marco Teórico. IV.- Marco Metodológico. V.- Situación Actual. VI.- Cálculo y Análisis de los Resultados. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Apéndices. Anexo.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por existir, por estar, porque a él me debo.

A mi madre Norvis Pitre y mi abuelo Antonio Pitre y mi padrastro Julio Véliz porque han sido mi pilar fundamental escuchándome, apoyándome y ayudándome a salir adelante dándome siempre una palabra de aliento cuando lo necesite, que cada día fortalecen mis metas estimulándome para lograr mis objetivos, siendo ustedes lo más grande que Dios me ha regalado, esto es para ustedes.

A mis hermanas Yolibert Valdez, Patricia Valdez, Norvis Di Sabatino, Aimee Véliz que me ha apoyado y siempre han estado a mi lado motivándome y recordándome que el único camino a seguir es el del éxito, a las cual me he esforzado para servirle como ejemplo y orgullo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma sirvieron de apoyo en esta etapa de mi vida, a mis tías, tíos, primos y demás familiares a quienes quiero muchísimo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios TODOPODEROSO, quien sigue, guía y cuida cada paso que doy día a día, por darme paciencia, calma, fortaleza, entendimiento, sabiduría, tolerancia y sobretodo vida y muchas ganas de realizarme como profesional, por permitirme llegar a mis principales objetivos en la vida.

A mi abuelo Antonio Pitre, mi madre Norvis Pitre y mi padrastro Julio Véliz por haberme brindado refugio, apoyo, amor y muchos consejos en esta etapa de mi vida.

A la Unexpo, por haber sido mi segunda casa y principal motor para mi formación como Ingeniero Industrial, a el profesor Andrés Eloy Blanco, mi tutor académico, persona a quien agradezco muchísimo sus consejos, y a quien le doy mi respeto y admiración.

A los señores Euclides Guerra y Homero Bolívar por el apoyo y la ayuda que hizo posible mi entrada en SIDOR.

A SIDOR C.A, por darme la oportunidad de desarrollar la pasantía, a mi asesor industrial Freddy Pinto, quien estuvo pendiente de cada etapa del desarrollo de este proyecto, y al personal de Ing. Industrial quienes fueron los más grandes colaboradores para la realización de este proyecto. ¡A TODOS GRACIAS!

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE- RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

Análisis de los costos de PAM Despunte y Reproceso por variación de ancho en la punta del material durante la operación de la Cizalla Rotativa en modo de corte KELK (fijo y optimizado) en el Laminador en Caliente de SIDOR.

Autor (a): Di Sabatino P, Ariannys.
Tutor Industrial: Ing. Tatiana Vallejo.
Tutor Académico: Ing. Andrés Blanco.

RESUMEN

En el siguiente trabajo se efectuó el análisis los costos de PAM Despunte y Reproceso por variación de ancho en la punta del material durante la operación de la cizalla rotativa en modo de corte KELK (fijo y optimizado) en el Laminador en Caliente de SIDOR. El estudio fue realizado aplicando el diseño de tipo no experimental, descriptiva, evaluativa y de campo. Se planteó como objetivo general: Analizar los costos de PAM Despunte y Reproceso por variación de ancho en la punta del material durante la operación de la cizalla rotativa en modo de corte KELK (fijo y optimizado) en el Laminador en Caliente de SIDOR. La propuesta realizada consta: Estudio del ancho del material en punta en modo de corte fijo y optimizado, determinación de los costos de PAM Despunte y Reproceso por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento en modo de corte fijo y optimizado y la determinación de ancho por estiramiento mediante la medición de las piezas en físico y el posicionamiento de los levantabucles.

PALABRAS CLAVES: Optimización, Cizalla, Corte Fijo, Corte Optimizado, Reproceso, PAM Despunte, Costos, Variación de Ancho, Variación de Ancho por Estiramiento.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1. Planteamiento del Problema	3
2. Objetivos	5
2.1 Objetivo General	5
2.2 Objetivo Específico	6
3. Alcance	6
4. Limitaciones	6
5. Justificación e importancia	7
CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	8
1. Nombre de la empresa	8
2. Descripción general de SIDOR	8
3. Ubicación	8
4. Nacionalización	10
5. Misión	11
6. Visión	12
7. Objetivos de la empresa	12
8. Política de calidad	13
9. Política de persona	14
10. Medio ambiente	15
11. Productos de la empresa	15
12. Instalaciones básicas	16
13. Estructura organizativa	18
14. Gerencia de laminación en caliente	19
15. Proceso productivo de laminación en caliente	20
16. Laminación en caliente	22
17. Descripción general de la planta de productos planos laminados en caliente	23
18. Descripción de las instalaciones	24
18.1 Patio de recepción de planchones	24
18.2 Hornos de barras móviles	24
18.3 Dúo descamador	25
18.4 Tren IV reversible	26
18.5 Sistema oxicorte	27
18.6 Cizalla	27
18.7 Tren continuo	28
18.8 Mesa de enfriamiento (regaderas)	29

18.9 Enrolladores	29
18.10 Patio de bobinas	30
19. Destinos	30
20. Productos de laminación	30
21. Dimensiones y aplicaciones	32
	32
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	
1. Cizalla	32
2. puesta a mil (PAM) tecnológica	32
2.1 Conceptualmente	32
2.2 Matemáticamente	32
3. PAM despuntes	33
4. Reproceso	33
5. Ruido	33
6. Variación de ancho por estiramiento	33
7. Variación de ancho	34
8. Levantabucle	34
9. Bastidor	34
10. Despuntes	34
11. Optimización	34
12. Sistema KELK	35
13. Características del sistema KELK	35
14. Longitud del corte	35
15. Modalidades de corte del sistema KELK	35
15.1 Modo manual	35
15.2 De longitud fija	36
15.3 Optimizado	36
16. Límites de la longitud de corte para el corte optimizado	36
16.1 Longitud del corte del mínimo	37
16.2 Longitud del corte del máximo	37
17. Porcentaje de la anchura del cuerpo para el corte optimizado	37
18. Hueso del perro	38
19. Cola de pescado	38
20. Simetría	39
21. Operación del sistema de la proyección de imagen	40
22. Principios de la proyección de la imagen	40
23. Ventana de los parámetros	41
24. Ventana de exhibición de la imagen de corte: cabeza	42
25. Ventana de exhibición de la imagen de corte: cola	42
26. Generalidades del sistema ACCUBAND	42
26.1 Encoder incremental	43
26.2 Encoder absoluto	43
26.3 Adaptador remoto	43
26.4 Salida analógica	43
26.5 Tiempo del lazo	44
26.6 Velocidad de la banda	44
26.7 Entradas analógicas	44
26.8 Panel del operador	44

26.9	Secuencia del corte automático	45
26.9.1	Sensor location	45
26.9.2	Bar rockling	45
26.9.3	Lv data valid	45
26.9.4	Strip in view	46
26.9.5	Cut parameters received	46
26.9.6	Cut mark received	46
26.9.7	Cut initiate	46
26.9.8	Cut complete	47
27.	Sistema de corte PLC	47
27.1	Modo automático	47
27.2	Modo manual	48
28.	Costo	49
29.	Tipos de costos	50
29.1	Clasificación según la función que cumplen	50
29.1.1	Costo de producción	50
29.1.2	Costo de comercialización	50
29.1.3	Costo de administración	51
29.1.4	Costo de financiación	51
29.2	Clasificación según su grado de variabilidad	51
29.2.1	Costos fijos	51
29.2.2	Costos variables	52
29.3	Clasificación según su asignación	52
29.3.1	Costos directos	52
29.3.2	Costos indirectos	52
29.4	Clasificación según su comportamiento	53
29.4.1	Costo variable unitario	53
29.4.2	Costo variable total	53
29.4.3	Costo fijo total	53
29.4.4	Costo fijo unitario	53
29.4.5	Costo total	54
30.	Aplicaciones del cálculo de costos	54
31.	Característica de los costos	55
31.1	Veracidad	55
31.2	Comparabilidad	55
31.3	Utilidad	56
31.4	Claridad	56
32.	Tipos de sistemas de costos	56
32.1	Sistemas de costos por órdenes específicas	56
32.1.1	Entre las ventajas tenemos	57
32.1.2	Entre las desventajas tenemos	57
32.2	Sistema de costos por procesos	57
32.3	Sistema de costos por departamento	58
33.	Importancia de los costos en la toma de decisiones	58
33.1	Determinar los precios de los productos	58
33.2	Permitir a la gerencia medir la ejecución del trabajo	58
33.3	Evaluar y controlar el inventario	59
33.4	La inversión del capital y de selección de posibles	59

inversiones

CAPÍTULO IV. MARCO METOLÓGICO	60
1. Diseño de la investigación	60
2. Tipo de investigación	60
3. Población y muestra	61
4. Instrumentos	62
4.1 Revisión documental	62
4.2 Observación directa	62
4.3 Entrevista no estructurada	63
5. Materiales que se utilizaron	63
6. Procedimiento	64
CAPÍTULO V. SITUACIÓN ACTUAL	67
1. Descripción del proceso de corte	67
2. Calculo de la PAM despuntes y reproceso	69
3. Análisis de la situación actual	70
CAPÍTULO VI. CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	77
1. Premisas	77
2. Comportamiento del ancho del material en punta	78
2.1 Corte fijo	78
2.2 Corte optimizado	79
3. Determinación del costo de reproceso	80
3.1 Corte fijo	80
3.2 Corte optimizado	85
4. Determinación de las ganancias o pérdidas de material en PAM despuntes	90
4.1 Corte fijo	90
4.2 Corte optimizado	92
4.3 Ganancias y pérdidas desde el punto de vista económico para PAM despuntes	94
5. Contraste del comportamiento de reproceso y PAM despuntes en los meses estudiados	95
5.1 Modo de corte fijo	95
5.2 Modo de corte optimizado	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	101
APÉNDICES	102
ANEXO	104

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

Figura		Página
1	Esquema de la ubicación geográfica de SIDOR en el estado Bolívar	9
2	Distribución física de SIDOR C.A.	10
3	Productos fabricados en SIDOR	16
4	Estructura Organizativa del Complejo SIDOR	19
5	Estructura Organizativa de la Gerencia de Laminación en Caliente.	20
6	Proceso Productivo general de la planta laminación en caliente	21
7	Sistema de producción para la obtención de productos largos	22
8	Tren Continuo de laminación en caliente	24
9	Transporte de planchones	25
10	Laminador IV Reversible	27
11	Tren Continuo	29
12	Hueso de perro	38
13	Cola de pez	39
14	Simetría	39
15	Ventana de los parámetros	41
16	Ventana de exhibición de la imagen de corte: Cabeza	42
17	Ventana de exhibición de la imagen de corte: Cola	42
18	Secuencia del corte automático. Sensores	45
Grafico		
1	Desglose piezas reproceso por variación de ancho en el mes de Diciembre de 2009	81
2	Desglose piezas reproceso por variación de ancho por estiramiento del mes de Diciembre de 2009	83
3	Desglose piezas reproceso por variación de ancho del mes de Octubre de 2008	86
4	Desglose piezas reproceso por variación de ancho por estiramiento del mes de Octubre de 2008	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Comportamiento PAM y reproceso mes de Junio 2009	71
2	Comportamiento PAM y reproceso mes de Julio 2009	71
3	Comportamiento PAM y reproceso mes de Agosto 2009	72
4	Comportamiento PAM y reproceso mes de Septiembre 2009	73
5	Comportamiento PAM y reproceso mes de Octubre 2009	73
6	Comportamiento PAM y reproceso mes de Noviembre 2009	74
7	Material observado por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento en el mes Diciembre de 2009	78
8	Material reprocesado por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento en el mes de Diciembre de 2009	80
9	Desglose costo real y sugerido de reproceso por variación de ancho del mes de Diciembre de 2009	82
10	Desglose costo real y sugerido de reproceso por variación de ancho por estiramiento del mes de Diciembre de 2009	84
11	Material reprocesado por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento en el mes de Octubre de 2008.	85
12	Desglose costo real y sugerido de reproceso por variación de ancho del mes de Octubre de 2008	87
13	Desglose costo real y sugerido de reproceso por variación de ancho por estiramiento del mes de Octubre de 2008	89
14	Porcentaje de PAM despuntes del mes de Diciembre de 2009	91
15	PAM despuntes real y estándar del mes de Diciembre de 2009	91
16	Perdidas en kg/t de PAM despunte del mes de Diciembre de 2009	93
17	Porcentaje de PAM despunte del mes de Octubre 2008 proyectado	93
18	PAM despuntes real y estándar del mes de Octubre de 2008 proyectado	94
19	Perdidas en kg/t de PAM despuntes del mes de Octubre de 2008 proyectado	94
20	Perdidas Desde el Punto de Vista Económico	

INTRODUCCION

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR), C.A. es la empresa productora de acero más importante del país y una de las mejores productoras de acero del mundo, gracias a un agresivo plan de desarrollo de recursos humanos, inversiones importantes y mejoras notables en la gestión del negocio en todos los ámbitos, que han permitido aprovechar las ventajas comparativas (disponibilidad y bajo costo de las materias primas e insumos) para convertirlas en ventajas competitivas dentro del volátil mercado mundial del acero.

Para lograr el nivel de producción de máxima eficacia económica y máxima ganancia y ser una empresa siderúrgica competitiva, SIDOR C.A, considera a los costos de producción un factor determinante. En tal sentido, asegura que los costos más bajos de producción, la tecnología de vanguardia y el aprovechamiento al máximo de la materia prima en cada proceso es el elemento clave en la diferenciación frente a la competencia.

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. Para que la empresa pueda lograr el nivel de máxima eficacia dependerá del uso de los factores de producción dentro de los límites de la capacidad productiva de la empresa y se habrá logrado el nivel óptimo de producción cuando combine los factores de producción en tal forma que el costo de producir una unidad del producto resulta ser el más bajo posible.

Este trabajo proporciona la determinación del modo de despunte que mas favorece a la empresa en cuanto al cizallamiento del material proveniente del Laminador IV Reversible, esto en relación con el índice de Reproceso por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento para cada

modo de corte (fijo y optimizado), todo esto con la finalidad de escoger el modo de corte que genere los menores costos de producción a la empresa en cuanto a PAM Despunte y Reproceso por variación de ancho en el material.

El siguiente trabajo se esquematiza a través de seis (6) capítulos divididos de la siguiente manera:

En el Capítulo I: El Problema; se describe de manera clara y concisa el marco de la investigación, motivos y objetivos de la misma.

En el Capítulo II: Generalidades de la Empresa; se encuentra la información referente a la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR) C.A, misión, visión y estructura organizativa.

En el Capítulo III: Marco Teórico; se exponen las bases teóricas a tener en cuenta para el desarrollo del estudio de tiempos y determinación tanto de la carga de trabajo como de la mano de obra requerida.

En el Capítulo IV: Marco Metodológico; contiene la metodología utilizada para la recopilación de la información, su clasificación y análisis.

En el Capítulo V: Situación Actual; describe la situación actual que se presenta en el área donde se realizará el estudio y una breve descripción de los modos de cizallamiento (corte) utilizados.

En el Capítulo VI: Análisis y Resultados; se presenta en detalle los métodos utilizados para el análisis de los datos recopilados y los resultados arrojados por el estudio.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía, apéndices y los anexos.

CAPÍTULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”, C.A (SIDOR), es el complejo siderúrgico integrado de Venezuela y hoy es el principal productor de acero de este país y de la comunidad andina. Esta planta es uno de los complejos más grandes de este tipo en el mundo.

Sus actividades abarcan desde la fabricación de acero hasta la producción y comercialización de productos semielaborados (planchones, lingotes y palanquillas), planos (laminados en caliente, frío, hojalata y hoja cromada) y largos (barras y alambrón). Utiliza para la fabricación de acero tecnologías de reducción directa (HYL y MIDREX) y hornos eléctricos de acero.

En el laminador en caliente se fabrican chapas y bobinas de acero para diferentes usos, la materia prima para éste laminador son planchones obtenidos por colada continua en la acería de 200 toneladas. Su capacidad es de 3.000.000 toneladas métricas por año y consta de un patio de recepción de planchones, dos hornos de barras móviles o vigas galopantes, un dúo descamador, un laminador cuarto reversible (IV Reversible), un tren continuo con seis bastidores, un sistema de enfriamiento y tres enrolladores y por último un patio para almacenar las bobinas.

Antes de llegar al tren continuo los extremos del desbaste plano poseen deformaciones no deseadas que pueden dificultar el proceso de inserción o enhebrado del desbaste plano entre los cilindros del primer bastidor del tren continuo. Para asegurar una inserción exitosa se requiere eliminar la punta del desbaste plano, para lo cual se ha implementado un sistema de

cizalla rotativa, el cual por efecto de cizallamiento desprende dicha parte, sin necesidad de detener el desplazamiento del desbaste plano. A este proceso se le llama despunte.

Las modalidades para el despunte del desbaste plano con que cuenta SIDOR, están: el modo de corte PLC y el sistema de corte KELK, el cual opera de tres modos distintos: modo fijo, modo manual y modo optimizado.

En ocasiones durante el cizallamiento o despunte del material, no se desprende correctamente la parte defectuosa que trae el desbaste plano por la deformación sufrida en el IV Reversible (si la deformación sufrida es un ancho inferior), dejando parte del defecto. Cuando el desbaste pasa por el Tren Continuo, esta deformación (si es un ancho inferior) va a adquirir una longitud mayor, lo cual se va a traducir como una caída en el gráfico de ancho y va a ser caracterizada por los inspectores de calidad del área como una variación de ancho por estiramiento (código 331) o una variación de ancho (código 321), en uno de los casos por no contar con un código que les permita identificar este tipo de defecto, y en otro caso por no tener la certeza si la variación observada es real o no.

Cuando se retiene una bobina bajo la condición antes descrita, esta se pasa por una línea adicional para ser reparada por el defecto asignado. En ocasiones este Reproceso es necesario, pero en algunas no, ya que puede existir el caso de que la posible variación de la bobina no sea mayor a los 500 mm medido desde el extremo de la punta hacia el cuerpo de la banda, lo cual no es significativo según las especificaciones del cliente (el cliente descarta 500 mm de cada extremo de la bobina), sin embargo, ha generado un costo por Reproceso (bajo el códigos 331 o 321) de manera innecesaria.

En forma contraria, las variaciones de ancho por estiramiento están directamente relacionada con la posición de los levantabucle, es decir, si el levantabucle no sube a tiempo, luego que la punta haya enhebrado en el bastidor siguiente, se produce un estiramiento del desbaste, el cual debe ser registrado por los inspectores de calidad bajo el código (331) para ser retenida ya que una pieza con esta condición no puede ser despachada de forma directa, sino que debe pasar por una línea adicional la cual va a generar un Reproceso, antes de llegar el comprador final.

De acuerdo a lo reportado por el departamento de proceso del Laminador en caliente en el año 2009 el corte optimizado fue una de las causas más importantes de que la variación de ancho por estiramiento se incrementara en comparación con el Reproceso del corte fijo. Sin embargo cuando está operando el corte en modo fijo, la PAM Despunte de la empresa se incrementa. Es aquí cuando la empresa necesita evaluar para el corte fijo y para el corte optimizado los indicadores de Reproceso y PAM Despunte para poder contar con estadísticas que le permita tomar la mejor decisión en cuanto al despunte de los desbaste.

Tomando en cuenta lo señalado anteriormente y ante la incertidumbre de la empresa, surge la necesidad de realizar un estudio que permita demostrar si el modo de corte optimizado origina las variaciones de ancho por estiramiento en la punta de las bobinas o caídas de ancho por corte defectuoso, así como también demostrar cuál de estos modos de despunte (optimizado o fijo) es el que más la beneficia.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar los costos de PAM Despunte y Reproceso por variación de ancho en la punta del material durante la operación de la cizalla rotativa

en modo de corte KELK (fijo y optimizado) en el Laminador en Caliente de SIDOR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estudiar el comportamiento del ancho del material en punta, estando el modo de corte en fijo.
2. Estudiar el comportamiento del ancho del material en punta, estando el modo de corte en optimizado.
3. Determinar el costo generado, a partir de las toneladas del material reprocesado por variación de ancho por estiramiento y variación de ancho durante la evaluación del corte en modo fijo.
4. Determinar el costo generado, a partir de las toneladas del material reprocesado por variación de ancho por estiramiento y variación de ancho durante la evaluación del corte en modo optimizado.
5. Determinar las pérdidas de PAM Despunte del material evaluado en modo de corte fijo.
6. Determinar las pérdidas de PAM Despunte del material evaluado en modo de corte optimizado.
7. Contrastar el comportamiento de Reproceso y PAM Despunte para ambos modos de corte.

3. ALCANCE

El estudio abarca determinar y analizar la relación que existe entre la formación del defecto variación de ancho y variación de ancho por estiramiento, operando el sistemas de corte KELK en modo fijo y optimizado, evaluando para cada una de estas modalidades los costos de PAM Despunte y Reproceso a manera de establecer comparaciones que permitan identificar con cual modo de corte la empresa obtiene mayores beneficios o menos perdidas.

4. LIMITACIONES

Se puede evidenciar las siguientes restricciones en el desarrollo de la presente investigación:

No hubo producción, debido a la crisis energética que atraviesa el país en este momento, desde el 27/12/09 al 02/02/10 y luego desde el 22/02/10 al 10/04/10, por lo que la producción del Laminador en Caliente fue suspendida para contribuir con el racionamiento energético, lo cual afecta de manera directa la investigación ya que al no producirse bobinas durante este período, no se tiene material para el estudio.

No se colocó el modo de corte optimizado durante todo el mes de estudio (Febrero), éste se colocó por muy cortos períodos (12 horas) y no durante todo el mes como se esperaba para el estudio, lo que ocasionó (por la falta de datos) que se tomara para el estudio en modo de corte optimizado la data del mes de Octubre de 2008 donde estuvo activo durante todo el mes.

La data de Octubre de 2008 por ser una data vieja, fue imposible encontrar en el histórico de la empresa toda la información necesaria para realizar la evaluación del comportamiento del material en punta, lo que impidió el cumplimiento del segundo objetivo específico.

Otro factor limitante de la investigación es el tiempo estipulado para la realización de esta Práctica Profesional, el cual tiene una duración de cuatro (4) meses.

5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La realización de este estudio es de importancia para la empresa puesto que permitirá determinar si la variación de ancho por estiramiento en la punta de las bobinas es causada por el corte optimizado, así como también cual de los sistemas de corte es el que le proporciona mayores beneficios a la empresa, conociendo el comportamiento de los indicadores de Reproceso y PAM Despunte para cada uno de estos sistemas de corte (fijo y optimizado), para que de esta forma la empresa tenga el conocimiento de cuál es el que más le favorece.

CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1. NOMBRE DE LA EMPRESA

SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO” (SIDOR) C.A.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE SIDOR

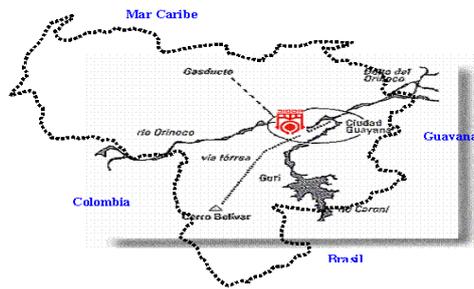
SIDOR C.A. es una empresa del Estado venezolano, siendo su objetivo la fabricación y comercialización de productos siderúrgicos de alta calidad en forma eficiente, competitiva y rentable, usando para ello alta tecnología en lo que se refiere a Reducción Directa y Hornos de Arco Eléctrico. Cumple con la función de disminuir la necesidad de importar productos de acero y aprovechar el mineral de hierro ubicado en la región de Guayana.

Es una empresa integral, donde su proceso productivo comienza desde la fabricación de pellas y culminan con la comercialización y venta de productos finales; tipo Largos (Barras y Alambrón) o tipo Planos (Láminas en Caliente, Láminas en Frío y Recubiertos).

SIDOR C.A. produce acero a partir de un mineral de alto contenido de hierro, 80% de hierro de reducción directa y 20% máximo de chatarra, utilizando la vía de reducción directa, hornos eléctricos de arco y colada continua, lo que contribuye a la elaboración de un acero de bajo contenido de impureza.

3. UBICACIÓN

La Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR), está situada en el Estado Bolívar, dentro del perímetro urbano de Ciudad Guayana en la Zona Industrial de Matanzas, sobre el margen Sur del río Orinoco específicamente a 17 Km. de su confluencia con el río Caroní y a 300 Km. de la desembocadura del Orinoco en el Océano Atlántico (ver figura 1).



Fuente: Intranet de la empresa

Figura 1. Esquema de la ubicación geográfica de SIDOR en el estado Bolívar

Su ubicación responde principalmente a razones económicas y geográficas, que le permite conectarse con el resto del país por vía terrestre, y por vía fluvial-marítima con el resto del mundo. Además se abastece de la energía eléctrica generada en la zona por las represas Guri y Macagua, ubicadas sobre el río Caroní, así como del gas natural proveniente de los campos petroleros en la región oriental. Anexando a todas estas ventajas la cercanía con los cerros Bolívar y Pao en los que se encuentra el mineral de hierro.

Sus instalaciones se extienden sobre una superficie de 2200 hectáreas, de las cuales 90 son techadas. Además, tiene una amplia red de carreteras pavimentadas dentro del área industrial de 74 kilómetros, 155 kilómetros de vías férreas, por donde se transporta la materia prima a la planta, y acceso al mar por vía fluvial a través del río Orinoco, para lo cual, cuenta con un terminal portuario de 1.195 m. con una capacidad para atacar simultáneamente seis barcos de 20.000 toneladas cada uno. (Ver Figura 2).



Fuente: Intranet de la empresa

Figura 2. Distribución física de SIDOR C.A.

4. NACIONALIZACIÓN

El 12 de marzo de 2008 se firma el decreto de nacionalización y el contrato colectivo de los trabajadores de Sidor, y se empieza a trabajar por lo que sería el paso de la acería de manos del capital privado al estado Venezolano. Luego, el 16 de abril del mismo año se dio paso a las conversaciones entre los representantes de Ternium y el gobierno venezolano, en relación con los términos y condiciones bajo las cuales la totalidad o una parte significativa de la participación de Ternium en Sidor debería ser transferida al gobierno.

El 13 de mayo del año 2008 entró en vigencia el Decreto de Ley 6058 que regula la actividad de producción de acero en la región de Guayana. Dicho decreto ordena que Sidor y sus empresas filiales y afiliadas sean transformadas en empresas del estado, con una participación accionaria estatal no menor al 60% de sus respectivos capitales sociales.

El decreto estipula la conformación de dos comisiones. Una comisión de transición debe ser creada para incorporarse a la directiva de Sidor y garantizar la transferencia a las empresas estatales del control de todas las actividades que realizan Sidor y sus empresas filiales y afiliadas a más tardar el 30 de junio de 2008. Una segunda comisión técnica, compuesta por representantes del Estado y por las personas jurídicas del sector privado que actualmente son accionistas de Sidor y sus empresas filiales

y afiliadas, será conformada para negociar por un periodo de 60 días el justiprecio de las acciones a ser transferidas al estado y acordar los términos y condiciones de la posible participación accionaria de dichos accionistas privados en las nuevas empresas del estado.

El decreto también establece que, en el supuesto de que las partes no llegasen a un acuerdo con relación a los términos y condiciones de la transformación de Sidor y sus empresas filiales y afiliadas a la empresa del Estado una vez transcurrido el plazo de 60 días, el Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería asumirá el control y la operación exclusiva de las mismas, y el Ejecutivo Nacional decretará la expropiación de las referidas acciones. No se tiene información de cual había sido el criterio de valuación de las acciones a ser transferidas al Estado; sin embargo, el Decreto estipula que para el cálculo de la indemnización o del justiprecio en ningún caso se tomarían en cuenta ni los daños por lucro cesante ni los daños indirectos.

Ternium aún continúa reservando todos sus derechos bajo contratos, tratados de inversión y legislación venezolana e internacional, y con el fin de minimizar daños, se encontró dispuesta a continuar las negociaciones con el gobierno venezolano con relación a los términos y condiciones adecuados y equitativos en que toda o una parte significativa de su participación en Sidor sería transferida a dicho gobierno.

5. MISIÓN

Crear valor con nuestros clientes, mejorando la competitividad y productividad conjunta, a través de una base industrial y tecnológica de alta eficiencia y una red comercial global.

6. VISIÓN

Ser la empresa siderúrgica líder de América, comprometida con el desarrollo de sus clientes, a la vanguardia en parámetros industriales y destacada por la excelencia de sus recursos humanos.

7. OBJETIVOS DE LA EMPRESA

La Siderúrgica del Orinoco es una empresa dedicada a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinado primordialmente a:

- Abastecer el mercado nacional específicamente los sectores industriales de la construcción, petróleo, y otros.
- Sustituir las importaciones adicionales de productos siderúrgicos en el mercado nacional, abasteciéndolo plenamente, a la vez que genera ingresos de divisas por concepto de las exportaciones a los mercados internacionales.
- Una mayor participación de la industria del hierro y del acero en la economía nacional y regional.
- Para el cumplimiento de la misión que le ha sido encomendada, la empresa se trazó varios objetivos que responden a las áreas de gestión y orientan a las acciones a mediano y largo plazo de la organización.
- Optimizar y aumentar la producción en función de las exigencias del mercado en cuanto a volumen, calidad y oportunidad.
- Optimizar los beneficios de la empresa mediante la venta de productos siderúrgicos, cumpliendo oportunamente con los requisitos y necesidades del mercado, prestando a los clientes un servicio confiable, de buena calidad y a precios cooperativos.
- Alcanzar la independencia, dominio y desarrollo de la tecnología siderúrgica.

- Alcanzar y mantener una estructura financiera sana para la empresa, teniéndose en cuenta los requisitos propios y la política financiera nacional.
- Conformar la estructura del sistema administrativo para el logro de la misión de la empresa.
- Asegurar la disponibilidad, desarrollo y eficiente utilización de los recursos humanos de la empresa.
- Promover la identificación de la empresa con las necesidades y aspiraciones sociales con la comunidad.

8. POLÍTICA DE LA CALIDAD

SIDOR tiene como compromiso la búsqueda de la excelencia empresarial con un enfoque dinámico que considera sus relaciones con los clientes, accionistas, trabajadores, proveedores y la comunidad, promoviendo la calidad en todas sus manifestaciones, como una manera de asegurar la confiabilidad de sus productos siderúrgicos, la prestación de servicio y la preservación del medio ambiente.

Para ello se requiere especial atención en:

- Satisfacer los requerimientos y expectativas de los clientes.
- Implementar y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.
- Promover una cultura organizacional que priorice la participación, la integración, la capacitación, la motivación, la calidad de vida y la seguridad de sus trabajadores y el bienestar de las comunidades.
- Generar relaciones confiables de largo plazo con nuestros proveedores, evaluando la calidad de sus productos y servicio.
- Desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes previendo las necesidades de los clientes.
- Mejorar constantemente los procesos y servicios incorporando actividades de investigación, innovación y nuevas tecnologías.

- Cumplir la legislación y otros requisitos que suscriba la empresa, en materia de calidad, seguridad y ambiente.

El compromiso con esta política de la calidad es responsabilidad de todos los integrantes de la empresa.

9. POLÍTICA DE PERSONAL

Para lograr ser una empresa siderúrgica competitiva, SIDOR C.A, considera al recurso humano uno de los factores determinantes. En tal sentido, asegurar el mayor nivel de su fuerza laboral constituye el elemento clave en la diferenciación frente a la competencia.

La empresa, a este respecto, posee ciertos criterios para definir el perfil óptimo que debe tener cada uno de los puestos de trabajo dentro de la compañía:

- Los procesos de selección y desarrollo del personal se diseñan para captar y dar oportunidad en la compañía a los mejores recursos. El mejor recurso humano es aquel cuyo conocimiento se ajusta o supera los requerimientos del cargo, demuestra compromiso con su tarea, posee sólidos principios morales y un equilibrio emocional superior al promedio.
- El esquema de trabajo está concebido para revalorizar al individuo, incrementando su nivel de conocimientos, para permitirle incidir efectivamente sobre la productividad de los equipos y ampliarle sus posibilidades de desarrollo individual.
- La capacitación y el entrenamiento de la gente constituyen una inversión.
- La mejora permanente de las actitudes y condiciones de higiene y seguridad, el cuidado de la salud del trabajador y su protección en el ámbito laboral son premisas básicas para una empresa competitiva.

- El sistema de desarrollo de personal está dirigido a incorporar un modelo supervisorio sustentado en el liderazgo técnico, privilegiar a la especialización del trabajador y dotar a SIDOR C.A. de la generación de relevo tanto en el ámbito de dirección y gerencia como en el ámbito técnico.
- Las relaciones laborales se caracterizan por la confianza mutua, la veracidad y transparencia en las comunicaciones, así como por el respeto entre las partes.
- La aplicación estricta de las leyes, normas, procedimientos y acuerdos, es un principio organizacional.

10. MEDIO AMBIENTE

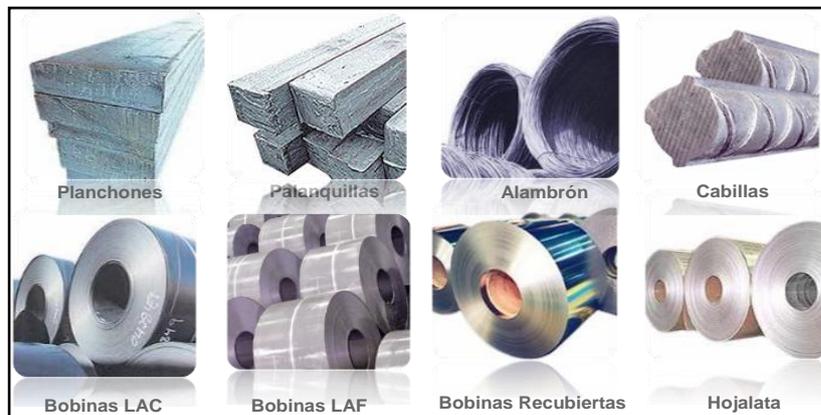
SIDOR se encuentra frente al inicio de la implementación de su sistema de Gestión Integrado de Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional (SGASSO), conforme a lo establecido en su Política ASSO, basada en el principio de desarrollo sostenible que integra todas las actividades relacionadas, incluyendo a la comunidad y las generaciones futuras.

El sistema de gestión integrado es un conjunto de procedimientos y prácticas que ayudan a SIDOR a mejorar permanentemente su desempeño ambiental de acuerdo con los lineamientos de normas internacionales, como la ISO 14001 (Sistema de Gestión Ambiental) y la OHSAS 18001 (Sistema de Gestión de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional). Así mismo se aplican conceptos de eco-eficiencia y seguridad integral en todo el sistema, desde el diseño de productos e inversión industrial, hasta el desarrollo de las comunidades con las cuales interactúa.

11. PRODUCTOS DE LA EMPRESA

La Figura 3 muestra la gama de productos fabricados en SIDOR los cuales comprende productos laminados planos como láminas y bobinas laminadas en caliente, láminas y bobinas laminadas en frío, hojalata y

hoja cromada; comprende también productos largos como alambón y barras para la construcción. Además de estos productos, en SIDOR se comercializa semielaborados tales como planchones y palanquillas.



Fuente: Intranet de la empresa

Figura 3. Productos fabricados en SIDOR

12. INSTALACIONES BÁSICAS

- **Planta de Peletización:** En ella se fabrican pellas de mineral de hierro fino, tiene una capacidad de 7.2 millones de toneladas por año.
- **Plantas de Reducción Directa:** Constituidas por dos plantas Midrex (I, II) con una capacidad de 3.4 millones de toneladas por año y una planta H y L, con una capacidad de 0.7 millones de toneladas por año.
- **Acería Eléctrica y Colada Continua de planchones:** Consta de cuatro hornos de 200 toneladas por colada. Tiene una capacidad total de producción de 3.6 millones de toneladas de acero líquido por año. Está acoplada a tres máquinas de colada continua con dos líneas cada una, cuenta con dos hornos de metalurgia secundaria.

- **Acería Eléctrica y Colada Continua de Palanquillas:** Consta de dos hornos eléctricos y dos de metalurgia secundaria de 150 toneladas cada uno y producen un total de 1.3 millones de toneladas de acero líquido por año. Está acoplada a dos máquinas de colada continua con seis líneas cada una. Posee un área de vaciado por el fondo, para la fabricación de lingotes poligonales.
- **Tren de Barras:** Su capacidad de laminación por año es de 350.000 toneladas de barras lisas y estriadas, en aceros de calidad comercial y de alta resistencia.
- **Tren de Alambrón:** Su capacidad es de 600.000 toneladas anuales de alambrón de diferentes diámetros.
- **Planta de Productos Planos en Frío:** En ella se fabrican Láminas y Bobinas de acero laminadas en frío, Hojalata y Hoja cromada, para diferentes usos. Está integrada por dos líneas de laminación en frío, con instalaciones para recocido, temple, corte y tajado y con líneas de estañado y cromado.
- **Planta de Productos Planos en Caliente:** Diseñada para producir 2.4 millones de toneladas de Bobinas y Láminas en caliente. Está integrada por dos hornos de calentamiento, un tren cuarto reversible de laminación en caliente, un laminador continuo de seis bastidores, enrolladores, dos líneas de corte en caliente, instalaciones para decapados de bobinas, línea de corte y tajado por otra parte se encuentra una línea conocida como Skin Pass, con una capacidad de 600 t/año y la cual permite mejorar la forma y calidad de los aceros laminados en caliente.

13. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Las distintas direcciones que conforman a SIDOR, son (ver figura 4):

- **Dirección de asuntos legales:** Además de garantizar que la empresa actúe dentro del marco legal nacional y el que regula el comercio internacional, representa a la empresa ante terceros.
- **Dirección de relaciones institucionales:** Promueve la imagen institucional de la empresa, organiza y coordina las actividades de la empresa en la comunidad.
- **Dirección administrativa:** Se encarga de actividades relacionadas con la contabilidad y auditoría de la empresa, así como de organizar los sistemas de computación.
- **Dirección industrial:** Se encarga de las actividades productivas.
- **Dirección comercial:** Pretende la comercialización y el despacho de los productos de SIDOR, en óptimas condiciones.
- **Dirección de abastecimiento:** Debe obtener y suministrar los materiales e insumos requeridos por la empresa.
- **Dirección de finanzas:** Administra y asegura el rendimiento de los recursos financieros.



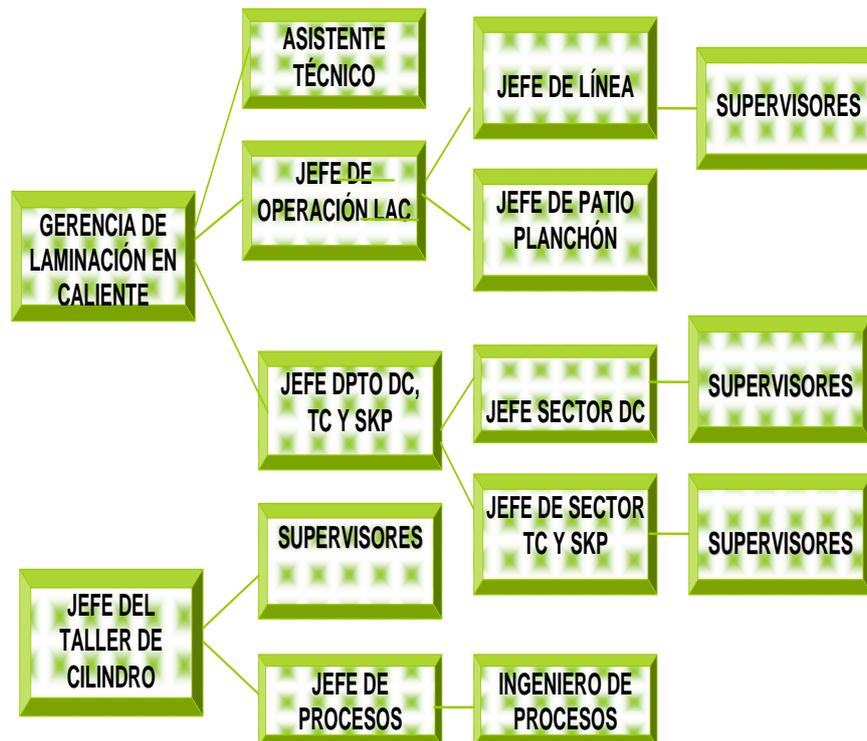
Fuente: Intranet de la empresa

Figura 4. Estructura Organizativa del Complejo SIDOR

14. GERENCIA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE

La gerencia de laminación en Caliente tiene la responsabilidad de velar por el buen desenvolvimiento de las plantas que conforman el complejo de distribución SIDOR ya que en este cae la mayor responsabilidad de las ventas de productos que se lleven a cabo en cada una de las plantas de distribución.

El siguiente organigrama describe brevemente como está conformada la gerencia de Laminación en Caliente de SIDOR. (Ver figura 5).

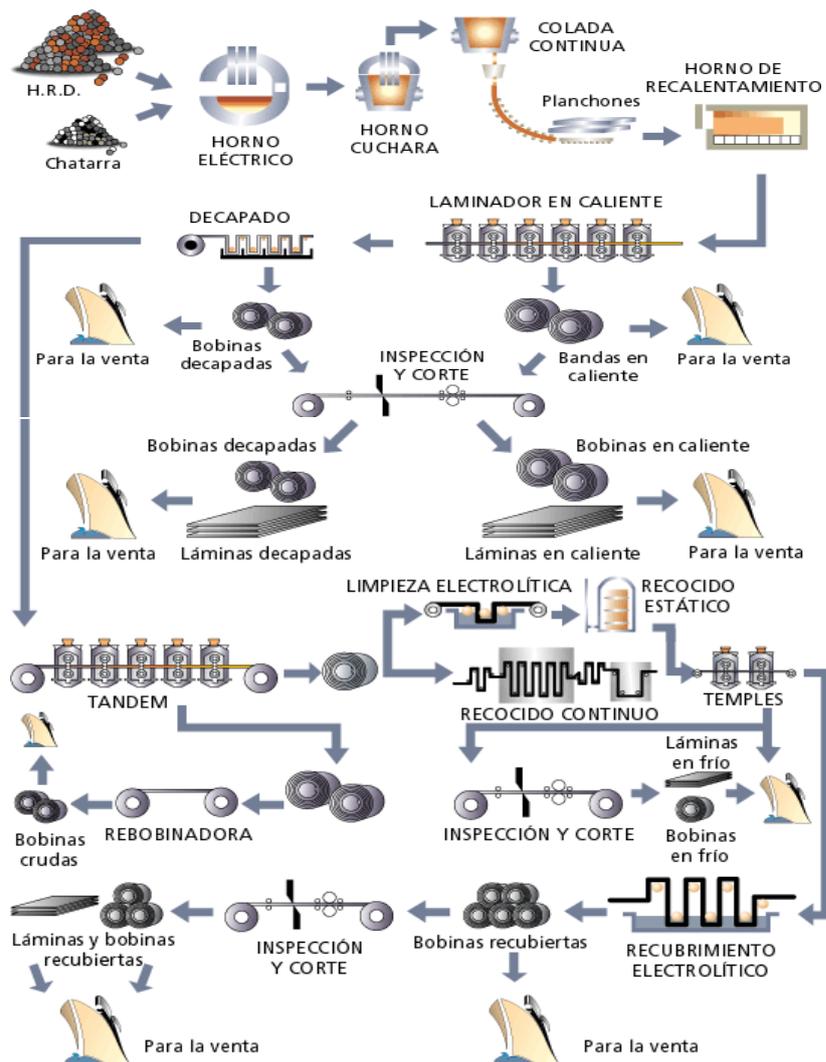


Fuente: Intranet de la empresa

Figura 5. Estructura Organizativa de la Gerencia de Laminación en Caliente

15. PROCESO PRODUCTIVO DE LAMINACIÓN EN CALIENTE

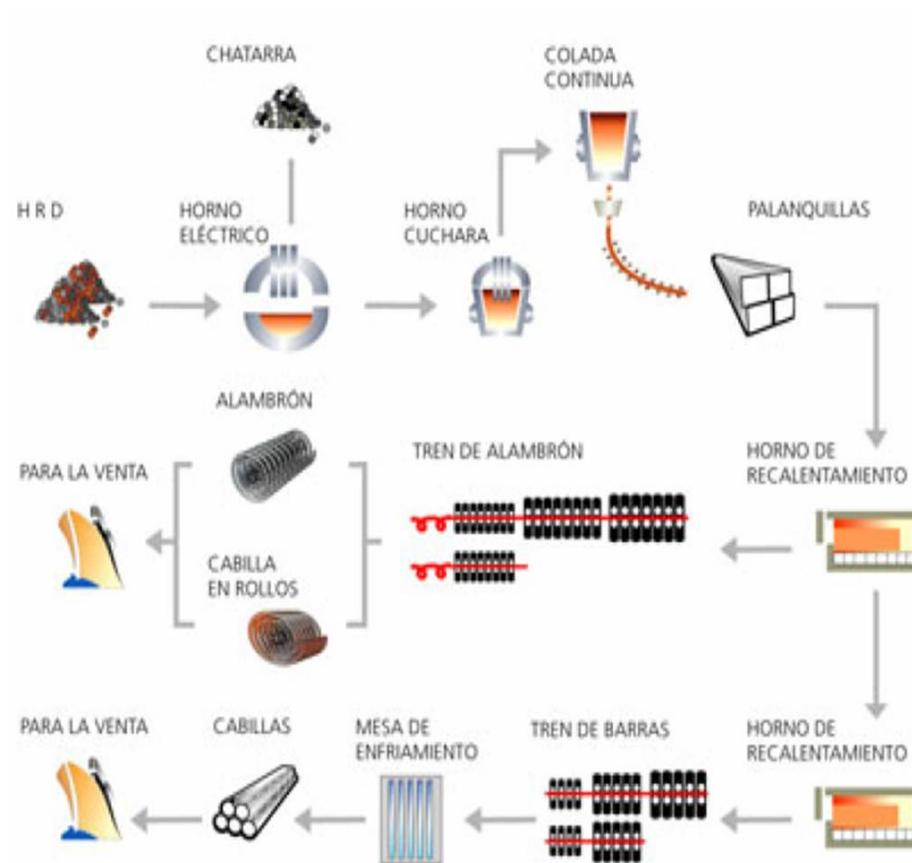
Consta de una Acería de Planchones, un Proceso de Laminación en Caliente y un Proceso de Laminación en Frío. A continuación se presenta un diagrama que ayuda a visualizar como se lleva a cabo la fabricación de los productos planos de la empresa SIDOR. (Ver figura 6).



Fuente: Intranet de la empresa

Figura 6. Proceso Productivo general de la planta laminación en caliente

El diagrama que se presenta a continuación ayuda a visualizar como se lleva a cabo la fabricación de los productos largos de la empresa SIDOR. (Ver figura 7).



Fuente: Intranet de la empresa

Figura 7. Sistema de producción para la obtención de productos largos

16. LAMINACIÓN EN CALIENTE

Llamamos laminación en caliente, al proceso consistente en deformar plásticamente los metales, con el fin de reducir su sección transversal, haciéndolos pasar entre cilindros giratorios a una temperatura superior a la de recristalización, por medio de un tipo de máquina de fabricación conocida como tren de laminación.

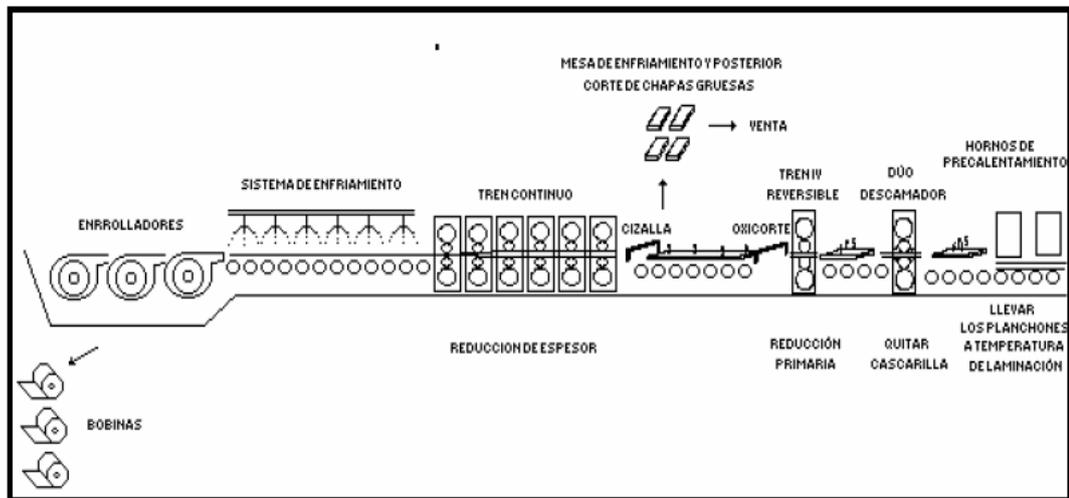
La laminación en caliente de productos planos en el sentido estricto, debería aplicarse únicamente a la laminación de planchones y desbastes con una temperatura tal que la recristalización se produjese continua

durante el proceso de laminación, para que al final de la operación el material quedase completamente en estado de recocido.

En la laminación de productos planos se pretende fundamentalmente disminuir el espesor del metal. Por lo general, aumenta un poco la anchura, por lo que la disminución del espesor se traduce en un aumento de longitud, debido a que el volumen de la pieza permanece constante.

17. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN CALIENTE

En el laminador de bandas en caliente de SIDOR se fabrican chapas y bobinas de acero para diferentes usos. Su capacidad es de 3.000.000 toneladas métricas por año y consta de un patio de recepción de planchones, dos hornos de barras móviles o vigas galopantes para recalentamiento de planchones con una capacidad de 300 t/hora cada uno de ellos, un dúo descamador, un laminador cuarto reversible, un tren continuo con seis bastidores, un sistema de enfriamiento y tres enrolladores y por último un patio para almacenar las bobinas; el conjunto de la instalación se muestra en la figura 8. La materia prima para éste laminador son planchones obtenidos por colada continua en la acería de 200 toneladas, los cuales son recalentados a la temperatura de laminación, éste calentamiento generalmente se hace 300 °C por arriba de la temperatura crítica superior y entre 150 °C a 250 °C por debajo de la temperatura de fusión; luego se pasan por un dúo descamador con el fin de eliminarles la cascarilla que se forma en los hornos. Posteriormente el planchón se lamina en el laminador IV REVERSIBLE donde se le dan tres o cinco pases de reducción, para obtener un desbaste plano del orden de 28 mm. de espesor y luego se continua laminando en el tren continuo en caliente, para obtener bandas laminadas en caliente en forma de bobinas, con espesores comprendidos entre 1,84 a 13,00 mm. y con un ancho máximo de 1300 mm.



Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío
 Figura 8. Tren Continuo de laminación en caliente

18. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

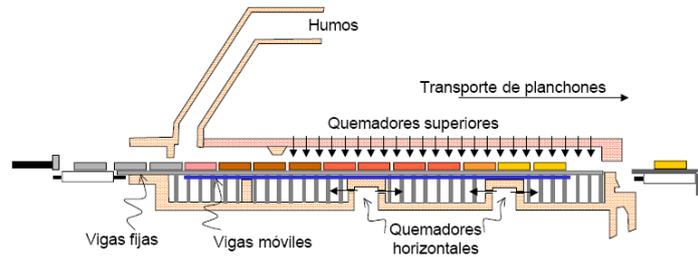
18.1 PATIO DE RECEPCIÓN DE PLANCHONES

Es aquí donde se reciben los planchones provenientes de colada continua. En esta área se tiene la responsabilidad del proceso de carga de los hornos. Este proceso de carga se realiza por medio de puentes grúas. Los datos del planchón son manejados por un sistema supervisorio con el objetivo de seleccionar el material almacenado en la zona.

18.2 HORNOS DE BARRAS MÓVILES

Los hornos Stein son instalaciones destinadas al calentamiento de planchones con gas natural y aire de combustión precalentado, a una temperatura comprendida entre 1250 °C y 1300 °C, con una capacidad instalada de 300 toneladas métricas por hora cada uno de ellos, donde el planchón se desplaza a través de movimientos de barras móviles producidos por un sistema hidráulico como se muestra en la figura 9.

Transporte de planchones en los hornos walking-beam



Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío

Figura 9. Transporte de planchones

EL HORNO SE ENCUENTRA DIVIDIDO EN TRES ZONAS:

a.- Zona de precalentamiento: es aquella en la cual los planchones obtienen una temperatura inicial de precalentamiento alcanzando temperaturas de 1.340 °C en la superficie.

b.- Zona de calentamiento: en esta zona el planchón adquiere una temperatura de 1.300°C.

c.- Zona de igualación: es donde el planchón obtiene una homogenización en la temperatura a todo lo largo y ancho de su extensión, con una temperatura de alrededor de 1.320 °C, siendo la condición ideal una diferencia de 20 °C entre las caras superior o inferior y el núcleo. Es de hacer notar que esta condición es muy importante en el proceso de laminación, ya que de no lograrse una correcta homogenización de la temperatura, aparecerán zonas frías en el planchón, que podrían ocasionar diferencias de espesores en la banda y deformaciones no homogéneas, disminuyendo además la vida útil de los cilindros de laminación y causando grandes anomalías en el proceso.

18.3 DÚO DESCAMADOR

El dúo descamador es una máquina constituida por dos cilindros horizontales, los cuales al ejercer presión sobre la superficie del planchón que proviene del horno de recalentamiento, fractura la capa de óxido

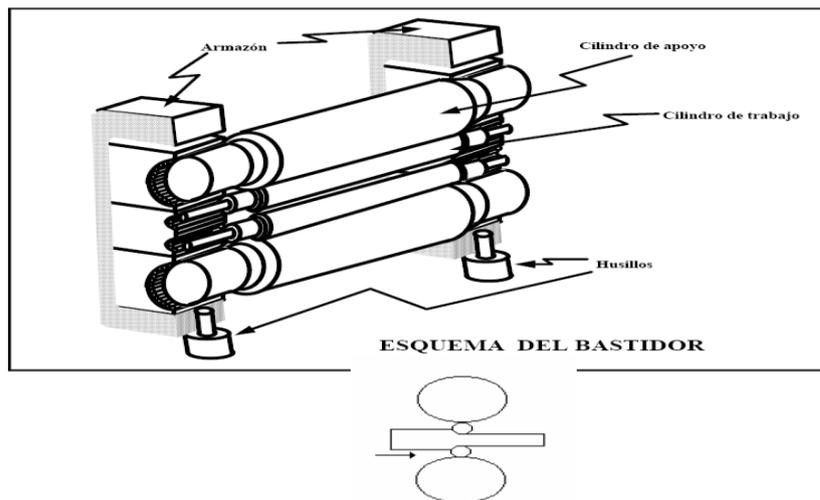
formada en el mismo debido a la alta temperatura en el que se encuentra el material. Posteriormente esta capa es desprendida de la superficie del planchón por un sistema de agua a presión (140kg/cm^2) que se encuentra ubicada en la entrada y salida del mismo. Es importante que la capa de óxido sea completamente retirada de la superficie del material, ya que de lo contrario durante el proceso de laminación el óxido es forzado a penetrar en el material, lo cual generaría defectos en la superficie de la banda laminada.

18.4 TREN IV REVERSIBLE

Una vez que el planchón ha sido descamado, continúa por vía de rodillos hasta el tren laminador IV Reversible. Este posee cuatro cilindros, dos de trabajo y dos de apoyo, los cuales reducen el planchón en cada pasada con movimientos de avance y retroceso, al mismo tiempo dos cilindros verticales (cilindros canteadores) comprimen ambos lados del planchón en las pasadas impares, para garantizar el ancho a lo largo de toda la pieza. El tren IV Reversible posee un solo bastidor, cuyos cilindros de trabajo van acoplados a los motores, mientras que los cilindros de apoyo que se encuentran en contacto con los cilindros de trabajo, giran por el efecto de arrastre. La abertura entre los cilindros de trabajo se fijan mediante los husillos, los cuales son accionados electromecánicamente. Los cilindros de trabajo y apoyo son enfriados por medio de un sistema de agua que posee una presión de 10kg/cm^2 . (Ver figura 10).

Es en esta etapa donde se destruye la estructura dendrítica por medio de la deformación y posterior recristalización del material.

De esta etapa se obtienen desbastes planos con un espesor aproximado de 30 mm. como semiproducto que puede ser procesada por el tren continuo para así obtener bandas laminadas en caliente y enrolladas para formar bobinas.



Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío
 Figura10. Laminador IV Reversible

18.5 SISTEMA OXICORTE

Una etapa alternativa en la fabricación de desbaste plano es el corte de la misma en secciones de longitudes predeterminadas, cuando se desea producir chapa, con sistema de soplete oxicorte (oxipropánicos), las cuales, luego de ser cortadas, son colocadas sobre una mesa de enfriamiento.

18.6 CIZALLA

Luego de que el desbaste plano sale del tren IV Reversible, sus extremos (punta y cola) poseen deformaciones no deseadas que pueden dificultar el proceso de inserción o enhebrado del desbaste plano entre los cilindros del primer bastidor del tren continuo. Para asegurar una inserción exitosa se requiere eliminar la punta del desbaste plano, para lo cual se ha implementado un sistema de cizalla rotativa, el cual por efecto de cizallamiento desprende dicha parte, sin necesidad de detener el desplazamiento del desbaste plano. A este proceso se le llama despunte.

El mismo procedimiento se efectúa en la cola del desbaste plano, ya que esta zona también posee deformaciones indeseables que pueden afectar

el proceso de laminación. Después de la cizalla, el material pasa por una caja descamadora para eliminar la cascarilla secundaria que se forma durante el viaje de la banda.

18.7 TREN CONTINUO

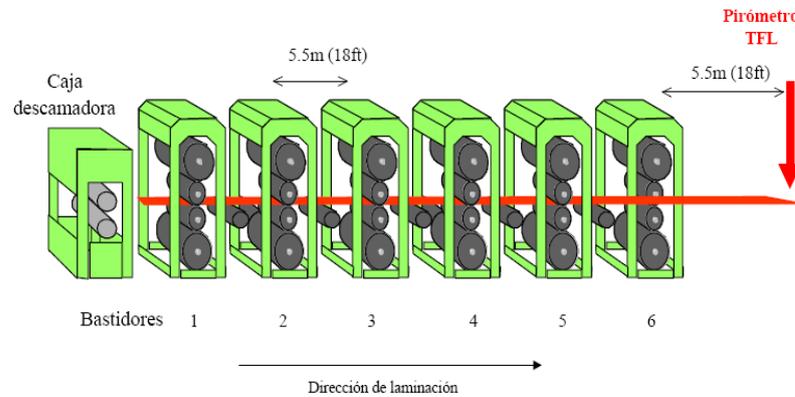
El Tren Continuo consiste en una serie de bastidores colocados de tal manera que la pieza a ser laminada viaja a través del laminador realizando una sola pasada por bastidor, en los cuales podemos encontrar laminadores cuartos.

Tiene como función transformar en bandas los desbaste planos provenientes del tren IV Reversible. Comprende un conjunto de seis bastidores colocados uno a continuación del otro, de forma tal, que la banda pase sucesivamente a través de ellos. Cada bastidor posee dos cilindros de trabajo y dos de apoyo, un sistema de enfriamiento para los cilindros de trabajo y otras partes tales como guías, levanta bucles, sistema de enfriamiento interstand raspadores, etc.

Entre cada bastidor existe un tensor de banda o "levantabucle", el cual tiene la función de mantener una tensión de banda constante tanto en la salida del bastidor como en la entrada del siguiente bastidor y es el responsable de mantener un control del flujo másico. Además para mejorar la calidad del producto, en esta misma zona se ubican regadores de agua a presión para retirar el óxido que se ha formado sobre la superficie de la banda, desde que la misma ha salido del tren IV Reversible.

Los espesores obtenidos en esta etapa varían entre 1,84 mm. y 13,0 mm, y los anchos de banda varían desde 457 mm hasta 1255 mm, según los requerimientos del mercado. Los desbaste planos entran al tren continuo a una temperatura que oscila alrededor de los 1.030 °C y sale con una temperatura cercana a los 850 °C, dependiendo del tipo de acero, de los

parámetros operacionales del proceso, y el uso final de la banda. (Ver figura 11).



Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío
Figura 11. Tren Continuo

18.8 MESA DE ENFRIAMIENTO (REGADERAS)

Luego de que la banda ha salido del tren continuo se desplaza sobre una vía de rodillos que posee un sistema de regaderas conocida como mesa

de enfriamiento, la cual vierte agua sobre ella manteniendo en lo posible un flujo laminar para disminuir su temperatura a un valor comprendido entre 570 °C y 740 °C, dependiendo ésta temperatura del acero laminado y de la aplicación que va a recibir el mismo. A esta temperatura se le denomina temperatura de enrollado (TE). Esta disminución de temperatura se realiza con el fin de obtener la estructura metalúrgica requerida en la banda, para que así, posea las propiedades físicas deseadas.

18.9 ENROLLADORES

Son máquinas diseñadas para enrollar bandas del laminador tren continuo con el fin de obtener una bobina. En el tren continuo se dispone de tres enrolladores, los cuales disponen de una capacidad de 21 toneladas con

dimensiones de 1.800 mm. de diámetro máximo, ancho máximo de 1.275 mm. y espesor máximo de 12,7 mm.

18.10 PATIO DE BOBINAS

Es en esta zona donde se reciben las bobinas o producto terminado y semiterminado. Posee una capacidad actual de almacenamiento de 45.000 toneladas métricas, lo cual es aproximadamente igual a 2.796 bobinas.

19. DESTINOS

El destino de las bobinas LAC en Sidor es el siguiente:

- 50% se destinan a la Laminación en Frío.
- 50% restante se destina a las líneas de Corte y a Venta Directa a Clientes.

20. PRODUCTOS DE LAMINACIÓN

- Bandas: bobinas negras que luego de enfriadas al aire son embaladas y despachadas a los clientes sin ningún tipo de tratamiento adicional
- Bobinas: bobinas negras que tienen un proceso posterior de nivelado, planchado o templado para lograr condiciones de planitud más exigentes y mejorar atributos estéticos de la banda, tales como el quebrado, teja o tensiones internas que provoquen alabeo.
- Bobinas decapadas: son bobinas negras que luego de ser templadas son decapadas, embaladas con protección especial y despachadas
- Crudos, recocidos y hoja negra. Son bobinas negras que se envían a decapado y luego seguirán proceso en laminación en frío.

21. DIMENSIONES Y APLICACIONES

Los principales productos planos obtenidos mediante el proceso de laminación en caliente son:

1.- Desbaste plano, con espesores de 14 mm. hasta 76 mm., con ancho de 700 mm a 1220 mm., destinados a ingeniería, construcciones navales, calderas, recipientes a presión, tubería de gas, petróleo o agua, vehículos (vagones, camiones cisternas, etc.).

2.- Bandas en Caliente, con espesores que van desde 1,84 mm. hasta 12,70 mm. de espesor y. de 730 mm. a 1.250 mm. de ancho y dispuestas en rollos (bobinas en caliente).

Son utilizados por una variedad de consumidores industriales en usos tales como la fabricación de ruedas, piezas automotrices, tubos, cilindros de gas, etc. También se emplean en la construcción de edificios, puentes, ferrocarriles y para chasis de automóviles o camiones. Los productos laminados en caliente se pueden proveer como bobinas o laminas cortadas a una longitud específica. Estos productos también sirven como entrada para la producción de productos laminados en frío. Sectores a los cuales está destinado: Industrial, Soldadura, Construcción, Ductos, Caños y Tubos, Envases, Automotriz y transporte, Forja entre otros.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

1. CIZALLA

Se denomina Cizalla a la máquina de obra que se utiliza para cortar metales. Funciona de igual manera que una tijera común, sólo que permite mayor potencia y precisión en el corte. Puede ser manual o eléctrica.

2. PUESTA A MIL (PAM) TECNOLÓGICA

La PAM Tecnológica se define de manera conceptual y matemáticamente de la siguiente manera:

2.1 CONCEPTUALMENTE

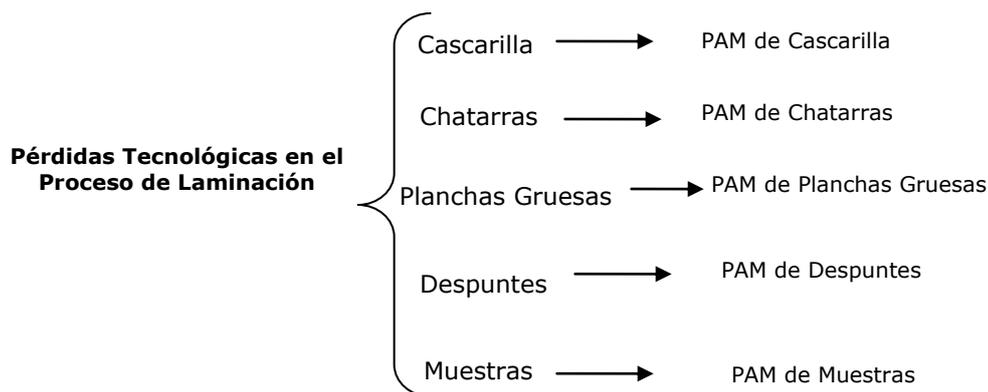
Es la medida del rendimiento del material cargado en los Hornos de recalentamiento, durante su proceso de transformación de planchones a bobinas. Cuantifica las pérdidas de peso en el material por razones tecnológicas entre el inicio y el fin del proceso.

2.2 MATEMÁTICAMENTE

Es el valor resultante de dividir los kilogramos de carga en Hornos entre las toneladas de salida del Laminador. Como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{PAM Tecnológica} = \frac{\text{Kilogramos de Carga en Hornos}}{\text{Toneladas de Salida del Laminador}}$$

En el esquema siguiente se muestra las pérdidas en el proceso de laminación por causas tecnológicas.



3. PAM DESPUNTES

Es la pérdida tecnológica por concepto de Despunte y se calcula como sigue:

$$\text{PAM Despunte} = \frac{\text{Peso de Carga en Hornos} - \text{Peso de Despunte}}{\text{Peso de Carga en Hornos}} \times 1000$$

Los Pesos son expresados en una misma unidad y se multiplican por 1000 para expresar el resultado en “miles de kilogramos por tonelada”.

4. REPROCESO

Proceso adicional que se le aplica a una bobina para descartarle imperfecciones que pueden presentar las mismas.

5. RUIDO

Es la caracterización que se le asigna a algo (en este caso a caídas en el gráfico de ancho de las bobinas) que se considera no es real.

6. VARIACIÓN DE ANCHO POR ESTIRAMIENTO

Es el angostamiento del ancho de la banda, incumpliendo lo indicado en la Imagen de la Orden de Venta (IOV).

7. VARIACIÓN DE ANCHO

Es el angostamiento de la banda en uno o varios puntos, como consecuencia de estiramiento durante el proceso de laminador semicontinuo en caliente (LSCC), dicho estiramiento sobrepasa el mínimo de la tolerancia dimensional solicitada en la orden de venta. La pieza debe mandarse a reparar para eliminar la parte defectuosa.

8. LEVANTABUCLE

Entre cada bastidor existe un tensor de banda o "levantabucle", el cual tiene la función de mantener una tensión de banda constante tanto en la salida del bastidor como en la entrada del siguiente bastidor y es el responsable de mantener un control del flujo másico. Además para mejorar la calidad del producto, en esta misma zona se ubican regadores de agua a presión para retirar el óxido que se ha formado sobre la superficie de la banda, desde que la misma ha salido del tren IV Reversible.

9. BASTIDOR

Termino usado en conexión con la laminación para hacer referencia a una unidad sencilla o tren de laminación, dotada de un juego de cilindro de laminación, adicionalmente descritos como, 2 en alto, 3 en alto, 4 en alto, etc. Un tren de laminación puede consistir de uno o varios bastidores de tandem.

10. DESPUNTES

Pedazos de metal de longitud relativamente pequeña, cortados de cada uno de los extremos de una pieza laminada. Los despuntes son componentes comunes en la chatarra cargada a los hornos de aceración.

11. OPTIMIZACIÓN

El balance de un número de factores variables, por medio del ajuste continuo, de manera de obtener el mejor resultado.

12. SISTEMA KELK

Este sistema es utilizado para el cizallamiento del material proveniente del Laminador IV Reversible y opera en tres modalidades: modo manual, modo fijo y modo optimizado.

13. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA KELK

- Medida absoluta de la anchura
- Medida de la desviación de la anchura
- Medida de la línea central
- Proyección de imagen del corte
- Clasificación de la forma de corte
- Determinación de la longitud de corte
- Estadística del peso
- Divida el corte (opcional)

14. LONGITUD DEL CORTE

La longitud del corte se mide de la extremidad de la barra. La extremidad de la barra se define como la parte de la barra que primero alcanza el campo visual del analizador. Este campo visual es visible dando vuelta en el láser de la alineación dentro del analizador de Accuband.

15. MODALIDADES DE CORTE

Entre las modalidades de corte con que cuenta el sistema KELK se encuentran el modo de corte manual, el fijo y el optimizado.

15.1 MODO MANUAL

Esto es con eficacia un método para inhabilitar un corte. Seleccionar este modo es igual que diciendo "NO HAGA UN CORTE ". La imagen aparecerá en la pantalla pero sin una línea de corte. Los pesos del corte no cambiarán y las longitudes del corte serán cero. Fijar el modo de corte manual es un método para inhabilitar cortes. Es también posible inhabilitar el corte del panel de operador cambiando el interruptor de selector modo

a manual. Esto también evitará que un corte ocurra. La diferencia importante es el efecto sobre la estadística de corte. En este caso la estadística de corte sería actualizada, con todo en ambos casos la barra no fue cortada.

15.2 DE LONGITUD FIJA

Si el modo de longitud fija se selecciona entonces el usuario debe también especificar la cantidad que se cortará. En la optimización de la cosecha de algunos casos está no es la preocupación principal. En algunos casos una cantidad grande se corta de la barra para asegurar que el extremo tiene una buena temperatura, o para quitar cualquier defecto significativo. El modo es también un punto de referencia para determinar exactitud del sistema. La estadística de corte es actualizada para cada cortada.

15.3 OPTIMIZADO

Éste es el modo que reducirá al mínimo las pérdidas en corte. Se determina la longitud del corte basado en la forma de la barra y la estadística de corte es actualizada para cada corte.

En esta modalidad de corte toma como referencia, en el caso de SIDOR, el 98% del ancho del cuerpo del desbaste. Este concepto se define en forma más detallada en el porcentaje de la anchura del cuerpo. A demás en esta modalidad de corte se caracterizan todos los defectos; cola de pescado, hueso de perro, simetría y cuadrangular.

16. LÍMITES DE LA LONGITUD DE CORTE PARA EL CORTE OPTIMIZADO

Los límites se deben poner en la longitud de los corte. Hay límites separados para la cabeza y la cola. Si el pedazo de corte es demasiado pequeño no será cortado limpio de la barra. La longitud mínima se utiliza para asegurar que el pedazo se caerá del extremo de la barra. El valor

máximo se utiliza para asegurar que el pedazo no excederá la longitud máxima especificada del canal inclinado, y por ende evitar que el despunte no baje hasta la cesta de chatarra.

16.1 LONGITUD DEL CORTE DEL MÍNIMO

El límite más bajo práctico en este valor es determinado por el cizallamiento. Si el pedazo es demasiado pequeño no se va a separar de la barra. Típicamente 100 a 150 milímetros.

16.2 LONGITUD DEL CORTE DEL MÁXIMO

Los valores máximos prácticos dependen en gran magnitud del diseño del canal inclinado de corte. Los valores típicos están entre 500 y 700 milímetros.

17. PORCENTAJE DE LA ANCHURA DEL CUERPO PARA EL CORTE OPTIMIZADO

La anchura del cuerpo es el ancho promedio medido por los límites predefinidos. Se utiliza como referencia para dos tipos de imágenes; porcentaje de ancho del cuerpo y el hueso de perro. La anchura del cuerpo se calcula por separado para la cabeza y de la cola.

La anchura del cuerpo se calcula sobre una longitud de 200 milímetros de la barra. Esta longitud comienza 500 milímetros del extremo de la barra y de los extremos 700 milímetros en la barra. Los valores típicos usados para este parámetro están en la gama de 93 al 98%. Este parámetro es directamente proporcional a la longitud del corte. Mientras más pequeño es el ajuste más pequeño el corte será. Más grande es el ajuste más largo el corte será.

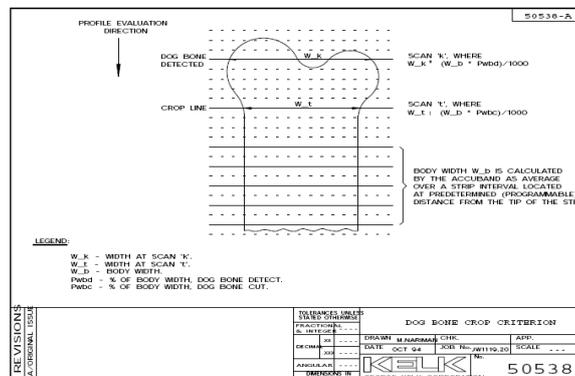
Cuando el ajuste alcanza el 99% la longitud de los cortes informados tenderá a ser la longitud de corte máximo. Esto es debido al hecho de que la anchura del cuerpo es levemente mayor que la anchura del

extremo de la barra, que es típico para todos los casos excepto la condición del hueso del perro.

18. HUESO DEL PERRO

Entre los criterios existen dos parámetros para cada extremo de la barra. Típicamente estos dos se hacen iguales. El primer parámetro se utiliza para detectar la condición del hueso del perro. Esta condición se define como anchura que sea mayor que la anchura del cuerpo. El segundo parámetro es típicamente igual o menos que al primer parámetro.

Si se asume que el hueso del perro está detectado, entonces el segundo parámetro será inverso proporcional a la longitud del corte, mientras más pequeño sea segundo parámetro, el corte más largo será. Si el segundo parámetro se hace más grande que el primero, entonces es posible que la condición del hueso del perro no divulgue una longitud del corte. En efecto el hueso del perro no será detectado (ver figura 12).

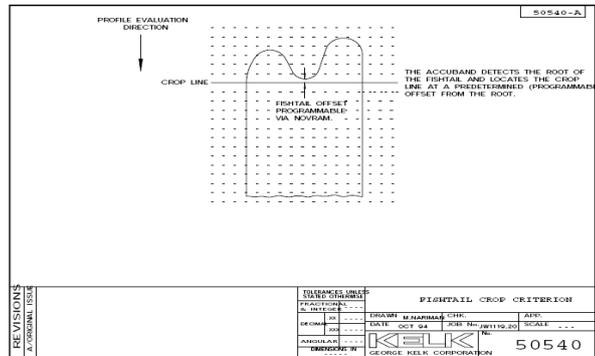


Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío
Figura 12. Hueso de Perro

19. COLA DE PESCADO

El algoritmo consiste en la detección de la forma cola de pez y se determina dónde está localizada la raíz de la espina de pescado. Esto se mide de la extremidad de la barra. Los criterios no utilizan el parámetro de la anchura del cuerpo. La colocación de la línea de corte puede ser

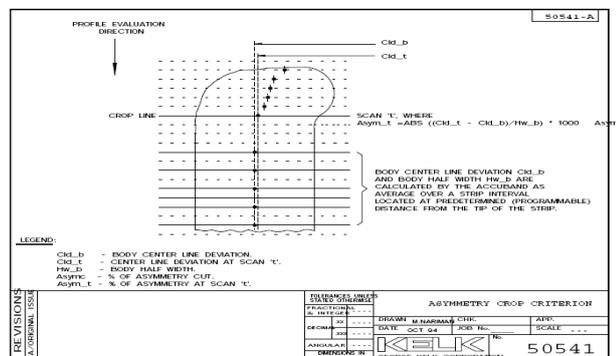
compensada usando el parámetro compensado de la espina de pescado. Esta compensación se aplica a las espinas de pescado sin importar si ocurren en la cabeza o la cola de la barra. (Ver figura 13).



Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío
Figura 13. Cola de Pez

20. SIMETRÍA

Los valores típicos están en la gama de 10 a del 15%. Los criterios operan en la línea central de la anchura del cuerpo y la línea central del defecto. La línea central de cada medida de la anchura se compara a la línea central de la anchura del cuerpo. Este valor es convertido a un valor porcentual usando la mitad de la anchura del cuerpo como la referencia. La línea de cultivo se coloca en el punto donde la diferencia porcentual es igual a la configuración. (Ver figura 14).



Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío
Figura14 .Simetría

21. OPERACIÓN DE SISTEMA DE LA PROYECCIÓN DE IMAGEN

Este sistema de la proyección de imagen de corte de Accuband se compone de dos porciones principales:

- Medidor de ancho Accuband.
- El láser de velocidad Accuspeed.

Explorador de Accuband es un explorador con sensor óptico que realiza las funciones principales siguientes:

- Detecta el extremo principal de la barra.
- Detecta el extremo de la cola de la barra.
- Proporciona la información de la posición del borde para la determinación de la anchura y de la forma.

22. PRINCIPIOS DE LA PROYECCIÓN DE LA IMAGEN

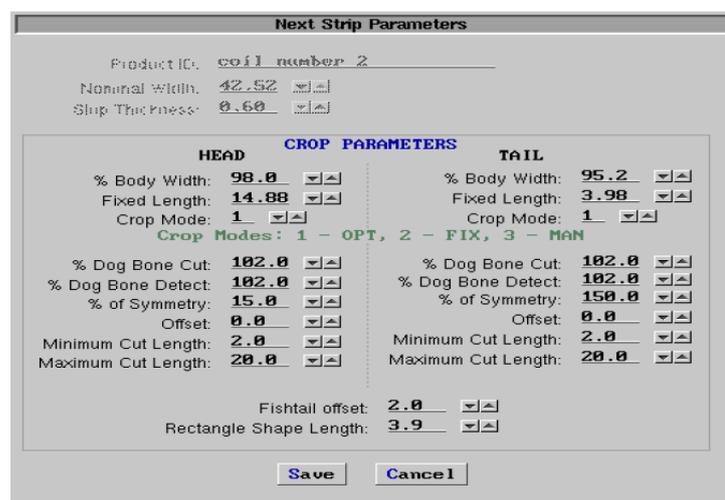
El explorador de Accuband Genera nuevos datos, información de la posición del borde, aproximadamente cada 1 milisegundo. El explorador ajusta el tiempo de integración de las cámaras fotográficas como parte de ganancia de control automático del bucle. Este control de aumento automático compensa los cambios en la temperatura de la barra. Por esta razón los datos del explorador varían inversamente con la temperatura de la barra.

Normalmente, este tiempo de integración varía de 1 a 1,6 milisegundos. La información del borde se transmite a la unidad electrónica Accuband. Estas medidas del borde son convertidas adentro a las medidas de la anchura y a las medidas de la desviación de la línea central por la electrónica de Accuband. Luego se registran en un buffer de datos que es la longitud de base. En conjunto, estos datos permiten la determinación de la forma de la barra, el ancho y la posición central.

El velocímetro Accuspeed Proporciona la fuente de la velocidad necesaria para crear un almacenador intermediario basado en la longitud exacta de los datos. La unidad electrónica Accuband utiliza la velocidad Accuspeed para generar una interrupción de software en intervalos de longitud fija. Este intervalo es generalmente de 5 mm. Cada vez que esta interrupción se produce el sistema registrará el ancho informado desde el escáner. Con este procedimiento, se tienen la base de datos del escáner de la longitud que se requiere para producir una imagen precisa del corte.

23. VENTANA DE LOS PARÁMETROS

Los modos de corte de la punta y de la cola en la ventana de los parámetros de corte se pueden fijar independientemente. La ventana del modo de imagen de corte se utiliza para este propósito. Los cambios se pueden realizar en cualquier momento, mientras que la barra está en la visión o no. Tan pronto como se ahorran los cambios aparecerán en la ventana siguiente de parámetro. Los cambios tomarán afecto cuando la barra siguiente entra en la visión. (Ver figura 15).



Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío
Figura15. Ventana de los Parámetros

24. VENTANA DE EXHIBICIÓN DE LA IMAGEN DE CORTE: CABEZA

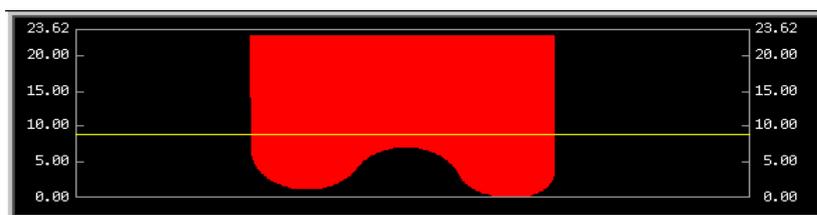
La ventana de exhibición de la imagen mostrara el corte cuando el extremo de la barra aparece debajo del explorador. La ventana también etiquetará la forma de la cabeza o cola y la línea de corte junto con una escala también será exhibida. La orientación de las imágenes de la cabeza y de la cola es ajustada por 180 grados. (Ver figura. 16).



Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío
Figura16. Ventana de Exhibición de la Imagen de Corte: Cabeza

25. VENTANA DE EXHIBICIÓN DE LA IMAGEN DE CORTE: COLA

La imagen de la cola se muestra en la misma ventana que la imagen de la cabeza, pero desde la dirección opuesta. Para la imagen de la cabeza la escala se inicia en la parte superior de la ventana y para la cola la escala se inicia en la parte inferior de la ventana. Las etiquetas adecuadas son actualizadas con cada imagen. (Ver figura 17).



Fuente: Manual de Laminación de Productos Planos en Frío
Figura17. Ventana de Exhibición de la Imagen de Corte: Cola

26. GENERALIDADES DEL SISTEMA ACCUBAND

Breve descripción de los elementos principales que componen el Accuband Closed Loop Cropshear Controler modelo C965C.

26.1 ENCODER INCREMENTAL

El codificador incremental produce 600 pulsos / revolución, las salidas son de tipo cuadradas, la tarjeta de interfaz del codificador, NP 62500 procesa esta señal y produce una resolución de 12000 pulsos / revolución.

26.2 ENCODER ABSOLUTO

El codificador absoluto es un dispositivo serial de 13 bits, una revolución del eje se convierte a un rango de 0 a 8191; la tarjeta de interfaz del codificador PN 62500 procesa los datos en forma serial y los convierte en forma paralela.

26.3 ADAPTADOR REMOTO

El adaptador remoto proporciona la interfaz entre la salida analógica del controlador del Accucrop y el drive de la cizalla.

La salida analógica proveniente del Accucrop es una señal diferencial, el adaptador remoto convierte esta señal de diferencial a señal sencilla terminada, esta es luego aplicada a la tasa de índice del limitador de cambio. También provee un aislamiento galvánico entre el sistema KELK y el drive de la cizalla. Finalmente un relé en la salida permite al Accucrop o al sistema AEG ser habilitado por el drive de la cizalla.

26.4 SALIDA ANALÓGICA

La salida analógica es una señal diferencial de 12 bits, el máx. voltaje entre las dos (2) salidas es más o menos 20 voltios, el voltaje de cualquier salida a tierra son más o menos 10 voltios.

26.5 TIEMPO DEL LAZO

El controlador tiene un tiempo para el lazo de 4 milisegundos. Los datos esenciales son:

- Velocidad proyectada de la cizalla.
- Posición de la banda.

- Velocidad de la banda.
- Posición de la cizalla.
- Velocidad de la cizalla.

26.6 VELOCIDAD DE LA BANDA

La fuente primaria de la velocidad de la banda es el Accuspeed láser, el bus TTL para la trayectoria de los datos es de 16 bits, el formato de los datos es de dos (2) palabras de velocidad, una (1) palabra de estado y una (1) de condición.

26.7 ENTRADAS ANALÓGICAS

Las entradas analógicas son usadas como velocidad primaria de cola y como respaldo de la velocidad de punta, estos valores analógicos son convertidos en valores digitales de 12 bits y están calibradas en contra del láser para cada banda. El escalamiento de estas entradas es posible hacerlo usando el Accucrop GUI.

26.8 PANEL DEL OPERADOR

El panel del operador se compone por switches físicos para entradas que requieren una acción por parte del operador.

- Switch selector del sistema: KELK / AEG.
- Switch selector de modo: Auto / Manual.
- Pulsador para corte manual.
- Pulsador para corte tipo Ski.
- Puerto Serial.

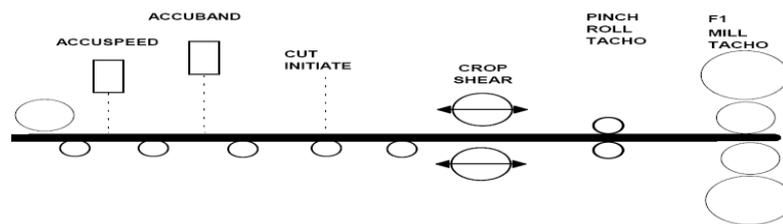
El Accucrop tiene tres (3) puertos, dos de ellos realizan las mismas funciones, es decir, se comunican como el Accucrop GUI. El GUI funciona en dos sitios, uno en la PC de la unidad electrónica y la otra en la PC del operador. La comunicación se puede establecer solo con uno de estos en cualquier momento, el tercer punto es designado Acculink, quien se comunica con el resto del sistema.

26.9 SECUENCIA DEL CORTE AUTOMATICO

Secuencia del corte en modo automático.

26.10 SENSOR LOCATION

En la figura 18 se muestra la ubicación de los sensores a los que se hará referencia para describir la secuencia.



Fuente: Accuband Model C965 Crop Imaging System And Gui
Figura18. Secuencia del Corte Automático. Sensores

26.10.1 Bar Rockling

Esta señal es utilizada para deshabitar la cizalla una vez que el operador la mueve hacia atrás y hacia delante (esperando para cortar la banda y la baila debajo del láser) o cuando se produce un encalle y el operador se ve en la necesidad de retroceder la banda. Esta señal deshabilita la cizalla cuando el operador acciona la vía de rodillos en reversa para evitar que se produzca un corte indeseado.

26.10.2 LV Data Valid

El primer evento en la secuencia ocurre cuando la banda entra en el área de visualización del láser, la señal LV Data Valid informa tanto al Accuband como al Accucrop que el Accuspeed está midiendo la velocidad de la banda, los que utilizan esta señal como un método de confirmación mientras el Accuspeed es una fuente para medir la velocidad de la banda. Si el bit de Data Valid deja de ser aceptable, entonces la velocidad medida por el láser no es utilizada como la velocidad de la banda.

26.10.3 Strip in View

Este evento es generado cuando la punta de la banda es detectada por el Accuband Imagine System, el indicado visual es mostrado como el mensaje de texto “banda a la vista” y aparece en la ventana de estado de Accuband. Esto marca el inicio de la imagen y rastreo del proceso.

Una vez que el Accuband detecta la punta de la banda, rastrea este punto mientras que la banda se mueve hacia la cizalla , durante este tiempo también es recopilada data, para luego procesar esta data y determinar el largo del corte. Una vez que ha sido determinada la línea de corte, se suichea de rastreo de la punta de la banda a rastreo de la línea de corte.

26.10.4 Cut Parameters Received

Este evento indica cuando el Accuband ha determinado el tamaño del corte y ha enviado los parámetros requeridos al controlador del Accucrop. La primera información enviada es el espesor de la banda, este es el único parámetro que es requerido por el Accucrop para realizar un corte acertado.

26.10.5 Cut mark Received

Esta señal es generada por el Accuband y es utilizada como referencia, cuando el Accucrop recibe esta señal el sistema sabe que tan lejos se encuentra la línea de corte de la cizalla; este punto es llamado marca de inicio d3e corte. Esto representa el punto donde el proceso de rastreo es enviado al Accucrop. La distancia es medida desde la línea central y la posición inicial de la cizalla. La distancia nominal está ajustada al doble de la distancia de recorrido de la cizalla. La distancia de recorrido de la cizalla es calculada desde el ángulo más largo que pueda ser utilizado.

26.10.6 Cut Initiate

Esta señal es una indicación de que el Accucrop ha iniciado el ciclo de corte y que las cuchillas han iniciado su movimiento, la marca de corte

mencionada anteriormente está basado en el ángulo de corte más alejado. Luego de haber recibido la marca de corte, Accucrop calcula la distancia actual que tienen que recorrer las cuchillas.

26.10.7 Cut Complete

La señal de corte completado indica que las cuchillas han alcanzado la posición de parada y que Accucrop ha iniciado el ciclo de parada, esto además iniciara el envío de las estadísticas de corte al Accuband y el desempeño de la cizalla hacia la PC del operador.

NOTA: La secuencia utilizada para el corte de punta es muy similar al corte de cola, con la diferencia que para el corte de cola se utiliza como fuente de velocidad para realizar el corte la velocidad del bastidor # 1, la cual es calibrada por el Accuspeed y que se utilizan señales de desprendimiento marcha lenta y desactivar en vez de utilizar señales como marcha alta, sujeción y activar.

27. SISTEMA DE CORTE PLC

El PLC es una lógica de corte de la cizalla desbastadora, la cual puede operar en modo automática y en modo manual.

27.1 MODO AUTOMATICO

Una vez sincronizadas las vías de rodillos y transportada la banda hasta la entrada de la cizalla, se tiene todo previsto para realizar el corte de la siguiente manera:

Entre la HMD 6 y 7 se encuentra un láser para la medición de la velocidad, que es utilizado por el sistema de corte dedicado, marca KELK, el cual desde que tiene presencia de banda mide (promediando) la velocidad con que viaja la banda. Este elemento de medición, es utilizado también en la lógica que realiza el PLC para el cálculo del corte en

automático y en el futuro se prevee tener redundancia en dicho elemento, ya que forma parte del corazón de la lógica de ambos sistemas.

En este modo tenemos la posibilidad de elegir la longitud del corte, tanto de punta como de cola, y el PLC automáticamente calcula el movimiento de cizalla, en armonía con los movimientos de la banda, para la ejecución de dichos cortes.

Se puede seleccionar si queremos corte de punta solamente, de cola, o ambos. En este modo influyen también los porcentajes de ajustes de “velocidad final de corte”, ingresados por el operador, los cuales determinan la velocidad final en el momento de impacto de la cizalla con el material, esto le otorga libertad para selección del torque que es variable según el estado de la cuchilla.

La cizalla comienza el movimiento cuando el punto de corte (dependiendo de la longitud del desbaste seleccionado) se encuentra a una distancia equivalente a dos (2) veces el recorrido perimetral de la punta de la cuchilla desde el reposo hasta el contacto con la banda, por lo que el movimiento de la cizalla será a la mitad de la velocidad de la que viene la banda, hasta un punto donde da una salida en rampa positiva destinada a otorgar el torque final de corte.

27. 2 MODO MANUAL

En este modo, el corte y giro de la cizalla depende únicamente del operador. Con el botón de “corte manual” será cuando se active la cizalla y el instante en que debe pulsar el botón dependerá exclusivamente de la posición y velocidad que observe el operador.

Básicamente, desde el punto de vista del control, este comando consta de tres (3) etapas de referencia de velocidad de cizalla.

En la primera etapa, la referencia de velocidad hacia el driver es en forma de rampa positiva. Dicha rampa posee un tope, que esta definido por el parámetro que ingresa el operador como porcentaje de corrección de velocidad. La velocidad adoptada por un factor de 0% es 1m/s, que corresponde a 5V de referencia de velocidad en el drive. Dentro del corte en punta, la corrección puede variar entre 0% y 15%, con lo cual el límite de la rampa varía entre 5V Y 5,75V.

El sistema detecta automáticamente en el momento de la orden de corte, si se va a cortar punta o cola (chequeando el estado de las foto-celdas 7 y 8), y de acuerdo a que se corta, toma el tope de rampa que corresponda.

La referencia en rampa positiva se mantiene durante el primer recorrido de giro de la cizalla, y finaliza 175 mm (28°) luego del punto de contacto de cuchillas con el material, que se da exactamente a los 1382 mm de la posición de reposo de la cizalla. Luego de esta etapa comienza el proceso de desaceleración, para lo cual se implemento una referencia de velocidad en rampa negativa, la cual es de pendiente fija y de límite inferior de 1,3V.

28. COSTO

Es el sacrificio, o esfuerzo económico que se debe realizar para lograr un objetivo. El costo es fundamentalmente un concepto económico, que influye en el resultado de la empresa.

El Costo o Coste es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Dicho en otras palabras, el costo es el esfuerzo económico (el pago de salarios, la compra de materiales, la fabricación de un producto, la obtención de fondos para la financiación, la administración de la empresa, etc.) que se debe realizar para lograr un objetivo operativo. Cuando no se alcanza el objetivo deseado, se dice que una empresa tiene pérdidas.

29. TIPOS DE COSTOS

Es necesario clasificar los costos de acuerdo a categorías o grupos, de manera tal que posean ciertas características comunes para poder realizar los cálculos, el análisis y presentar la información que puede ser utilizada para la toma de decisiones.

29.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FUNCIÓN QUE CUMPLEN

29.1.1 Costo de Producción

Son los que permiten obtener determinados bienes a partir de otros, mediante el empleo de un proceso de transformación. Por ejemplo:

- Costo de la materia prima y materiales que intervienen en el proceso productivo.
- Sueldos y cargas sociales del personal de producción.
- Depreciaciones del equipo productivo.
- Costo de los Servicios Públicos que intervienen en el proceso productivo.
- Costo de envases y embalajes.
- Costos de almacenamiento, depósito y expedición.

29.1.2 Costo de Comercialización

Es el costo que posibilita el proceso de venta de los bienes o servicios a los clientes. Por ejemplo:

- Sueldos y cargas sociales del personal del área comercial.
- Comisiones sobre ventas.
- Fletes, hasta el lugar de destino de la mercadería.
- Seguros por el transporte de mercadería.
- Promoción y Publicidad.
- Servicios técnicos y garantías de post-ventas.

29.1.3 Costo de Administración

Son aquellos costos necesarios para la gestión del negocio. Por ejemplo:

- Sueldos y cargas sociales del personal del área administrativa y general de la empresa
- Honorarios pagados por servicios profesionales.
- Servicios Públicos correspondientes al área administrativa.
- Alquiler de oficina.
- Papelería e insumos propios de la administración

29.1.4 Costo de Financiación

Es el correspondiente a la obtención de fondos aplicados al negocio. Por ejemplo:

- Intereses pagados por préstamos.
- Comisiones y otros gastos bancarios.
- Impuestos derivados de las transacciones financieras.

29.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU GRADO DE VARIABILIDAD

Esta clasificación es importante para la realización de estudios de planificación y control de operaciones. Está vinculado con las variaciones o no de los costos, según los niveles de actividad.

29.2.1 Costos Fijos

Son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa. Se pueden identificar y llamar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa. Por ejemplo:

- Alquileres
- Amortizaciones o depreciaciones.
- Seguros

- Impuestos fijos
- Servicios Públicos (Luz, TE., Gas, etc.)
- Sueldo y cargas sociales de encargados, supervisores, gerentes, etc.

29.2.2 Costos Variables

Son aquellos costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. Son los costos por "producir" o "vender". Por ejemplo:

- Mano de obra directa (a destajo, por producción o por tanto).
- Materias Primas directas.
- Materiales e Insumos directos.
- Impuestos específicos.
- Envases, Embalajes y etiquetas.
- Comisiones sobre ventas.

29.3 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ASIGNACIÓN

29.3.1 Costos Directos

Son aquellos costos que se asigna directamente a una unidad de producción. Por lo general se asimilan a los costos variables.

29.3.2 Costos Indirectos

Son aquellos que no se pueden asignar directamente a un producto o servicio, sino que se distribuyen entre las diversas unidades productivas mediante algún criterio de reparto. En la mayoría de los casos los costos indirectos son costos fijos.

29. 4 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU COMPORTAMIENTO

29.4.1 Costo Variable Unitario

Es el costo que se asigna directamente a cada unidad de producto. Comprende la unidad de cada materia prima o materiales utilizados para fabricar una unidad de producto terminado, así como la unidad de mano de obra directa, la unidad de envases y embalajes, la unidad de comisión por ventas, etc.

29.4.2 Costo Variable Total

Es el costo que resulta de multiplicar el costo variable unitario por la cantidad de productos fabricados o servicios vendidos en un período determinado; sea éste mensual, anual o cualquier otra periodicidad. La fórmula del costo variable total es la siguiente:

$$\text{Costo Variable Total} = \text{Costo Variable Unitario} \times \text{Cantidad}$$

Para el análisis de los costos variables, se parte de los valores unitarios para llegar a los valores totales.

En los costos fijos el proceso es inverso, se parte de los costos fijos totales para llegar a los costos fijos unitarios.

29.4.3 Costo Fijo Total

Es la suma de todos los costos fijos de la empresa.

29.4.4 Costo Fijo Unitario

Es el costo fijo total dividido por la cantidad de productos fabricados o servicios brindados.

$$\text{Costo fijo Unitario} = \text{Costo Fijo Total} / \text{Cantidad}$$

29.4.5 Costo Total

Es la suma del Costo Variable más el Costo Fijo. Se puede expresar en Valores Unitarios o en Valores Totales

$$\text{Costo Total unitario} = \text{Costo Variable unitario} + \text{Costo Fijo unitario}$$

$$\text{Costo Total} = \text{Costo Variable Total} + \text{Costo Fijo Total}$$

30. APLICACIONES DEL CÁLCULO DE COSTOS

El Cálculo de Costos se integra al sistema de informaciones indispensables para la gestión de una empresa.

El análisis de los costos empresariales es sumamente importante, principalmente desde el punto de vista práctico, puesto que su desconocimiento puede acarrear riesgos para la empresa, e incluso, como ha sucedido en muchos casos, llevarla a su desaparición.

Conocer no sólo que pasó, sino también dónde, cuándo, en qué medida (cuánto), cómo y por qué pasó, permite corregir los desvíos del pasado y preparar una mejor administración del futuro.

Esencialmente se utiliza para realizar las siguientes tareas:

- Sirve de base para calcular el precio adecuado de los productos y servicios.
- Conocer qué bienes o servicios producen utilidades o pérdidas, y en que magnitud.
- Se utiliza para controlar los costos reales en comparación con los costos predeterminados: (comparación entre el costo presupuestado con el costo realmente generado, post-cálculo).
- Permite comparar los costos entre:
 - Diferentes departamentos de la empresa
 - Diferentes empresas

➤ Diferentes períodos

- Localiza puntos débiles de una empresa.
- Determina la parte de la empresa en la que más urgentemente se debe realizar medidas de racionalización.
- Controla el impacto de las medidas de racionalización realizadas.
- Diseñar nuevos productos y servicios que satisfagan las expectativas de los clientes y, al mismo tiempo, puedan ser producidos y entregados con un beneficio.
- Guiar las decisiones de inversión.
- Elegir entre proveedores alternativos.
- Negociar con los clientes el precio, las características del producto, la calidad, las condiciones de entrega y el servicio a satisfacer.
- Estructurar unos procesos eficientes y eficaces de distribución y servicios para los segmentos objetivos de mercado y de clientes.
- Utilizar como instrumento de planificación y control.

31. CARACTERÍSTICA DE LOS COSTOS

Los costos deben de reunir 4 características fundamentales:

31.1 VERACIDAD

Los costos han de ser objetivos y confiables y con una técnica correcta de determinación.

31.2 COMPARABILIDAD

Los costos aislados son pocos comparables y sólo se utilizan en valuación de inventarios y para fijar los precios. Para fijar los precios, Para tener seguridad de que los costos son estándar comparamos el costo anterior con el costo nuevo.

31.3 UTILIDAD

El sistema de costo ha de planearse de forma que sin faltar a los principios contables, rinde beneficios a la dirección y a la supervisión, antes que a los responsables de los departamentos administrativos.

31.4 CLARIDAD

El contador de costos debe tener presente que no sólo trabaje para sí, sino que lo hace también para otros funcionarios que no tienen un amplio conocimiento de costos. Por esto tienen que esforzarse por presentar cifras de forma clara y comprensiva.

32. TIPOS DE SISTEMAS DE COSTOS

Para la determinación de un sistema de costos en cualquier empresa específica, es necesario tomar en cuenta varios factores, entre estos están:

- El tipo de mercado que abastece y su posición dentro de él.
- La naturaleza de sus procesos fabriles.
- El grado de complejidad en las etapas de elaboración.
- El surtido de artículo que se fabrica.
- Las modalidades de producción en cuanto a si se trabaja sobre la base de pedidos especiales ó se almacenan inventarios para las ventas.

Entre los sistemas de costos se encuentran los siguientes:

32.1 SISTEMAS DE COSTOS POR ÓRDENES ESPECÍFICAS

En este sistema se necesita una orden numerada de los productos que se van a producir y se van acumulando la mano de obra directa, los gastos indirectos correspondientes y los materiales usados. Este sistema es aplicado en las industrias que producen unidades perfectas identificadas durante su período de transformación, siendo así más fácil determinar

algunos elementos del costo primo que corresponden a cada unidad y a cada orden.

Este sistema también nos brinda ventajas y desventajas

32.1.1 Entre las Ventajas Tenemos

- Da a conocer con todo el detalle el costo de producción de cada artículo.
- Pueden hacerse estimaciones futuras con base a los costos anteriores.
- Pueden saberse que órdenes han dejado utilidad y cuales pérdidas.
- Se conoce la producción en proceso, sin necesidad de estimarla.

32.1.2 Entre las Desventajas Tenemos

- Su costo de operación es muy alto, debido a que se requiere una gran labor para obtener todos los datos en forma detallada.
- Se requiere mayor tiempo para obtener los costos.
- Existen serias dificultades en cuanto al costo de entregas parciales de productos terminados, ya que el costo total no se obtiene hasta la terminación de la orden.

32.2 SISTEMA DE COSTOS POR PROCESOS

Este sistema utiliza en las empresas cuya producción es continua y en grandes masas, existiendo uno ó varios procesos para la transformación de la materia. Este tipo de sistemas se diferencia con el de orden específica en que en este no se identifica los elementos del material directo y la mano de obra directa, hasta que no esté terminada la producción completa.

32.3 SISTEMA DE COSTOS POR DEPARTAMENTO

Es muy parecido al sistemas de costos por procesos, pero con la diferencia que este sistema depende de los departamentos por lo cuales ha tenido que pasar el producto.

33. IMPORTANCIA DE LOS COSTOS EN LA TOMA DE DECISIONES

Los costos constituyen un ente muy importante, ya que son una herramienta de la gerencia en las grandes, medianas y pequeñas empresas, en cuanto se refiere a la toma de decisiones. Los costos son empleados en las tomas de decisiones para:

33.1 DETERMINAR LOS PRECIOS DE LOS PRODUCTOS

Lo cual constituye un proceso muy complicado, puesto que involucra consideración, como son la naturaleza. Generalmente el gerente de la empresa de venta emplea los costos del producto para determinar en que artículo obtiene mayor ganancia bruta o en cuáles se pierde. Además, los costos le facilitan al gerente de ventas poder presentar presupuesto a los clientes en base al costo estimado del trabajo. También existen ciertos factores ajenos al costo en la toma de decisiones, tales como la necesidad del producto, las condiciones económicas, la situación financiera de la empresa y los costos de producción o venta de un artículo, debiendo estos ser seleccionados con miras a resolver un problema específico que se esté considerando.

33.2 PERMITIR A LA GERENCIA MEDIR LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Es decir, comparar el costo real de fabricación de un producto, de un servicio o de una función con un costo previamente determinado, este último puede obtenerse realmente en fecha reciente o puede ser un cálculo de que el costo debe representar cuando el trabajo se ejecuta bien.

33.3 EVALUAR Y CONTROLAR EL INVENTARIO

La valorización del inventario tiende a ser más complicada en las empresas manufactureras, puesto que están, generalmente, requieren de tres tipos de inventarios: materiales o sustancias, de los cuales se fabrica el artículo, el trabajo en proceso, o sea, el producto en distintas etapas de terminación. A la fecha en que se toma el inventario y el de artículos terminados listos para su venta. La valorización del artículo terminado comprende la combinación de los materiales, mano de obra y gastos de fabricación, en proporciones adecuadas para cada producto que forma el inventario; el trabajo en proceso sigue los mismos principios usados para los artículos terminación.

El control de inventario se refiere a mantener en existencia las cantidades adecuadas de los distintos productos en las proporciones necesarias para la venta, pues, si las cantidades resultan demasiado reducidas, pueden perderse ventas o interrumpirse la producción; si por el contrario, el inventario es muy elevado, resulta que tendremos capital de trabajo inmovilizado surgiendo la necesidad de gastarlos de una u otra forma.

33.4 LA INVERSIÓN DEL CAPITAL Y DE SELECCIÓN DE POSIBLES INVERSIONES

Lo cual implica conocer las alternativas de producción, pronóstico de mercado y determinar los precios de los productos para la toma de decisiones y financiamiento.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad de esta investigación es de un diseño no experimental de campo, ya que requiere intervenir directamente en el área y con el personal involucrado en el proceso, sin manipular o controlar variable alguna, es decir, obteniendo la información sin alterar las condiciones existentes, de allí su carácter de investigación no experimental y evaluativa ya que surge la necesidad de diagnosticar los procedimientos que realizan actualmente. Esto con el objeto de obtener un mayor conocimiento que justifique el estudio y garantice la veracidad de la información. Al respecto Sabino (1992) expresa lo siguiente:

El diseño de campo se basa en datos primarios, obtenidos directamente de la realidad, su innegable valor reside en que permite cerciorarse al investigador de las verdades, condiciones en que se han conseguido los datos, posibilitando su servicio o modificando en el caso de que surjan dudas respecto a su calidad. (Pág. 94).

2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es descriptiva, puesto que describe como es la situación actual del sistema de cizallamiento y el comportamiento costo-beneficio que esto implica para la empresa en cuanto a PAM Despunte y Reproceso, además de registrar, analizar e interpretar la naturaleza de estos hecho con el fin de obtener una idea clara y objetiva del problema en estudio. Al respecto Tamayo (2001) establece que:

La investigación descriptiva comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre una

persona, grupo o cosas que se conducen o funcionan en el presente. (Pág. 46).

3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Balestrini (1.997) nos dice que: “La población es la totalidad de los fenómenos a estudiar, donde las unidades poseen una característica común, que se estudia y da origen a los datos de la investigación, es decir, una población es un conjunto de todas las cosas que concuerdan con una serie determinada de especificaciones”.

Como el estudio está constituido por el análisis de dos situaciones (corte fijo y corte optimizado), y para cada situación evaluar dos indicadores, se tomo la siguiente población y muestra para cada uno de los casos:

Modo de corte fijo: durante la operación del modo de corte fijo se tomaron dos (2) poblaciones para el estudio, ya que se requiere hacer el cálculo del Reproceso y la PAM Despunte durante el mes de Diciembre de 2009 y se estableció de la siguiente manera:

Población Reproceso: la población está representada por seiscientas (600) bobinas. Que representa todas las bobinas retenidas por los inspectores de calidad por presentar variación de ancho por estiramiento y variación de ancho durante el mes de Diciembre 2009.

Muestra Reproceso: de las bobinas que se tomaron como población, se extrajo una muestra mediante un muestreo intencional de cincuenta y cuatro (54) bobinas.

Modo de corte optimizado: durante la operación del modo de corte optimizado también fue necesario (al igual que en el corte fijo) determinar dos (2) poblaciones para poder hacer los cálculos de Reproceso y PAM Despunte del mes de Octubre 2008.

Población y muestra Reproceso: la población para el cálculo del Reproceso del mes de Octubre de 2008 se tomo una población ciento veinticinco (125) bobinas. Esta población va a ser igual a la muestra de Reproceso y está conformada por todas las bobinas que se enviaron a reprocesar por presentar variación de ancho por estiramiento y variación de ancho en este mes.

Población y muestra de PAM Despunte: la población y la muestra de PAM Despunte de los modos de corte fijo y optimizado coinciden en diez mil quinientos ochenta (10580) bobinas, lo cual representa todas las bobinas despuntadas en punta con el modo de corte fijo y optimizado (proyección Octubre de 2008 a Diciembre de 2009).

4. INSTRUMENTOS

4.1 REVISIÓN DOCUMENTAL

Revisión de material bibliográfico relacionado con el proyecto a desarrollar, utilizando el apoyo de tesis, libros, manuales y normativas de la empresa, folletos, Internet, metodologías, leyes y normas, con el propósito de obtener una base teórica amplia.

Durante la realización de este proyecto, se extrajo información de los recursos disponibles presentes en la empresa SIDOR, como son la intranet, tesis y bibliografías referentes al tema a desarrollar, entre otros, que aportaron datos los cuales ayudaron a una mejor resolución del problema en estudio.

4.2 OBSERVACIÓN DIRECTA

La observación directa se aplicó, tanto en la toma de muestras en el patio de almacenamiento, como en el seguimiento de los desbaste desde que salieron del IV Reversible hasta que pasaron por la cizalla, con el fin recoger datos que conlleven a determinar con certeza si la posible

variación, es una variación de ancho por estiramiento o no. Luego estas observaciones fueron comparadas con el diagnóstico de los inspectores de calidad para la elaboración de las conclusiones. Al respecto Tamayo (2001) señala lo siguiente:

La técnica de observación directa es aquella en el cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. (Pág.123).

4.3 ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA

Este tipo de entrevista se les realizó a algunos de los inspectores de calidad, al personal de instrumentación, al personal de proceso, a los operadores del área, entre otros. De esta manera se pudo recopilar una mayor información acerca de los parámetros por los cuales se basan para asignación de los código (321 y 331), sobre el manejo y funcionamiento del sistema KELK, entre otras cosa. En virtud de lo expresado, Briones (1990), afirma lo siguiente:

La entrevista no estructurada es aquella que incluye temas de estudio, dentro de las cuales el investigador formula preguntas que la parecen más apropiadas y con el vocabulario que más se adapte a la situación. (Pág.71).

5. MATERIALES QUE SE UTILIZARON

- Un tablero y formatos, para registrar la información de cada bobina.
- Software: Microsoft Word y Microsoft Excel.
- Intranet de SIDOR, para observar las grafica de ancho de cada bobina, la aplicación y hacer el seguimiento a los gráficos de comportamiento de PAM y Reproceso.
- Cámara fotográfica, para documentar las instalaciones y equipos involucrados.

6. PROCEDIMIENTO

1. REALIZACION DE RECORRIDO POR EL ÁREA

Este recorrido se efectuó con la finalidad de conocer los procesos que se realizan en la misma, las instalaciones donde se realizaría el estudio, así como los equipos y personal que intervienen en el proceso.

2. RECOPIACION Y REVISION DE INFORMACIÓN SOBRE LA VARIACION A ESTUDIAR

Con la finalidad de conocer cuáles son las características de las bobinas a las cuales se les realiza el estudio, la causa de la formación de la variación de ancho por estiramiento y de la variación de ancho, así como también aprender a extraer la información necesaria mediante el intranet de la empresa en cuanto a los sitios que poseen información útil para el estudio.

3. REGISTRO DE INFORMACIÓN SOBRE LAS BOBINAS A ESTUDIAR EN MODO DE CORTE FIJO

Se observaron durante todo el mes de Diciembre, mediante el intranet de la empresa los gráficos de ancho de todas las bobinas que fueron retenidas por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento en punta y se realizó un registro de cada una procurando colocar toda la información necesaria que contribuya a la solución del problema.

4. DETERMINACION DE LAS TONELADAS Y COSTO DE PAM DESPUNTE PARA EL MODO DE CORTE FIJO

Se obtuvo mediante los registros del Departamento de Ingeniería Industrial de la empresa las toneladas de material despuntado en punta en el mes de Febrero y el costo por tonelada y se procedió a calcular el costo total de de PAM Despunte del mes de Febrero (modo de corte Optimizado) con el cual se hará una comparación con el costo de reproceso del mes.

5. CALCULO DEL COSTO DE REPROCESO POR VARIACION DE ANCHO Y VARIACION DE ANCHO POR ESTIRAMIENTO EN MODO DE CORTE FIJO (MES DE DICIEMBRE)

Se obtuvo mediante el personal del Departamento de Ingeniería Industrial el costo de reproceso por línea (TC-1 y TC-2), con los que luego dependiendo la línea por la que había pasado cada bobina, se le asigno un costo de reproceso y se obtuvo un costo total de reproceso por variación de ancho por estiramiento del mes de diciembre.

6. REGISTRO DE INFORMACIÓN SOBRE LAS BOBINAS A ESTUDIAR EN MODO DE CORTE OPTIMIZADO

Para el estudio en modo de corte optimizado fue necesaria la recolección de información por medio del intranet de la empresa e información suministrada por el Departamento de Calidad, para poder tener los datos necesarios, ya que se trabajo con un registro viejo, el cual no está a la disposición de todos, lo cual requirió la solicitud de información a los departamentos que contaban con dicha información.

La data suministrada por el Departamento de Calidad sobre las bobinas retenidas por presentar variación de ancho y variación de ancho por estiramiento durante el mes de Octubre de 2008, fue analizada de igual manera que la del mes de Diciembre de 2009 con el fin de establecer un registro para hacer las respectivas comparaciones y con este registro evaluar los indicadores de PAM y Reproceso.

7. DETERMINACION DE LAS TONELADAS Y COSTO DE PAM DESPUNTE PARA EL MODO DE CORTE OPTIMIZADO

Se obtuvo mediante los registros del Departamento de Ingeniería Industrial de la empresa las toneladas de material despuntado en punta en el mes de Febrero y el costo por tonelada, con lo cual se procedió a calcular el costo total de de PAM Despunte del mes de Febrero (modo de

corte Optimizado) con el cual se hará una comparación con el costo de reproceso del mes.

8. CALCULO DEL COSTO DE REPROCESO POR VARIACION DE ANCHO Y VARIACION DE ANCHO POR ESTIRAMIENTO EN MODO DE CORTE FIJO (MES DE FEBRERO)

Se obtuvo mediante el personal del Departamento de Ingeniería Industrial el costo de reproceso por línea (TC-1 y TC-2), con los que luego dependiendo la línea por la que había pasado cada bobina, se le asignó un costo de reproceso y se obtuvo un costo total de reproceso por variación de ancho por estiramiento del mes de Febrero.

9. CONTRASTAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Se contrastaron los registros del mes de Diciembre y Febrero y se analizaron los resultados obtenidos de PAM y en Reproceso en corte fijo y en corte optimizado para así determinar cual sistema de corte es el que genera mayores beneficios a la empresa o menos pérdidas.

CAPITULO V

SITUACIÓN ACTUAL

4. DESCRIPCION DEL PROCESO DE CORTE

En el laminador en caliente de SIDOR se produce el cizallamiento del material proveniente de Laminador IV Reversible mediante una cizalla rotativa, para eliminar las deformaciones en la punta y en la cola de los desbaste causada por la laminación.

La empresa actualmente coloca en funcionamiento para el despunte de los desbaste el sistema KELK en los modos de corte fijo y optimizado. Ambos modo de corte tienen el mismo principio, salvo algunas excepciones que se presentan en el corte optimizado (cumplimiento del 98 % del ancho de la banda y la evaluación de la forma de la banda, para determinar un posible hueso de perro o cola de pez, entre otros).

Cuando el sistema de corte esta en fijo, el cizallamiento se produce básicamente de la siguiente manera: cuando la banda sale del Laminador IV Reversible continua por la mesa de rodillos hasta llegar al sistema KELK, cuando la banda entra en el área de visualización del láser se envía una señal al ACCUBAND y al ACCUCROP que el ACCUSPEED está midiendo la velocidad de la banda, luego el medidor de ancho (ACCUBAND) detecta la punta de la banda, quien marca el inicio de la imagen y rastreo del proceso. Este inicio es rastreado durante el recorrido de la banda hacia la cizalla y se recolecta información para determinar el largo del corte, una vez que se determina la línea de corte se suichea de rastreo del inicio a rastreo de la línea de corte. Cuando el ACCUBAND ha determinado el tamaño del corte y ha enviado los parámetros requerido (espesor de la banda, tipo de corte, punta o cala) al controlador del ACCUCROP, el ACCUBAND envía una señal digital al ACCUSPED para que este conozca que tan lejos está la línea de corte de la cizalla, este punto es llamado marca de inicio de corte, esta señal es una indicador de

que el ACCUCROP ha iniciado el ciclo de corte y que las cuchillas han iniciado su movimiento. Luego de haber recibido la marca de corte, el

ACCUCROP tiene que calcular la distancia actual que tienen que recorrer las cuchillas. Por último se envía la señal de corte completado a la PC del operador que indica que las cuchillas han alcanzado la posición de parada y que el ACCUCROP ha iniciado el ciclo de parada. En este caso la forma de la banda no es una referencia relevante para el corte, ya que en modo fijo el sistema solo toma en cuenta los parámetros de corte establecidas por el operador.

En el modo de corte optimizado al igual que en el corte fijo el ACCUSPEED detecta la velocidad de la banda y el ACCUBAND el inicio y la forma de la punta, cuando estos dos medidores determinan la forma de la banda el sistema debe precisar cómo realizar el corte. Automáticamente el sistema KELK hace las siguientes consideraciones: los parámetros de corte establecidos para la punta y la cola (mínimo y máximo), determinar si la banda viene con uno de estos defectos: cola de pez, hueso de perro o simetría y los valores de compensación para el defecto. La metodología del sistema es la siguiente:

El sistema trabaja en base a los parámetros establecidos por los operarios en cuanto al corte de punta y cola (mínimo y máximo de cada uno) para cortar cualquier defecto (que no sea cola de pez, hueso de perro o simetría). Se procede de la manera siguiente:

(ACCUSPEED) detecta el inicio de la banda y mide su velocidad, luego el medidor de ancho (ACCUBAND) detecta la forma del inicio de la banda (cada 1 milisegundo), esta información es enviada a la unidad electrónica de ACCUBAND, los datos se registran adentro a un almacenador intermediario quien junta estos detalles para la determinación de la forma y anchura de la barra. La unidad de la electrónica de ACCUBAND utiliza

la velocidad de ACCUSPEED para generar una interrupción del software en los intervalos de longitud fija típicamente, cada 5 milímetros (registro de información en el almacenador intermediario).

Para determinar cuánto se debe cortar, el almacenador intermediario le enviara la señal de corte al ACCUCROP y este a la cizalla cuando la banda haya alcanzado el 98% del ancho esperado, si no se ha alcanzado este 98% y se llega al límite máximo establecido para el corte, el corte se hará según el parámetro máximo establecido; si la banda alcanza el 98% del ancho esperado antes de que se haya alcanzado el límite mínimo establecido de corte se cortara según el parámetro mínimo establecido. En estos casos la cizalla nunca cortara por debajo o por encima de los parámetros establecidos.

En caso de que la banda venga con un defecto (forma) ya sea, espina de pescado, hueso del perro o simetría, los datos registrados en el almacenador intermediario se analizan para el tipo de la forma. El sistema buscara el valor de compensación correspondiente para el defecto y establecerá el corte según este valor. Si el defecto continúa aun con este valor de compensación, la cizalla cortara sin importar que quede material defectuoso o no. En estos casos el sistema no monitorea el cumplimiento del 98% del ancho esperado. En cualquiera de los casos anteriores (corte optimizado) la señal de corte dependerá de la forma que traiga la banda.

En ninguno de los modos de corte (fijo y optimizado), la cizalla dejara una banda sin cortar punta ni cola.

5. CALCULO DE LA PAM DESPUNTES Y REPROCESO

Para el cálculo de la PAM Despunte la empresa toma en cuenta las toneladas de material cargada a los hornos (peso de panchones), esto lo divide entre las toneladas de material a la salida del Laminador (peso de bandas) menos las toneladas totales de despunte, el resultado de este

cociente se multiplica por mil (1000) para expresar el resultado en “miles de kilogramos por tonelada”. Este valor resultante es la PAM Despunte. Este cálculo se puede hacer para conocer la PAM Despunte anual, mensual, semanal y diaria. Con el valor obtenido la empresa puede hacer comparaciones en cuanto a la cantidad de material perdido por motivo de despunte y con este seguimiento implantar mejoras o controlar estas pérdidas, en caso de que sea necesario.

$$\text{PAM Despunte} = \frac{\text{Peso de Carga en Hornos}}{\text{Peso de Carga en Hornos} - \text{Peso de Despunte}} \times 1000$$

Para el cálculo del Reproceso es necesario conocer el peso de la bobina y el costo de producción de dicha bobina por línea, la multiplicación de estos dos da como resultado el costo de Reproceso por pieza. Esto tiene como finalidad que la empresa tenga el conocimiento necesario en cuanto a las pérdidas que ocasiona reparar una bobina dañada proveniente del Laminador, ya que si este costo es muy elevado, quiere decir que hay fallas en el proceso, por lo que se deben tomar las medidas correspondientes.

6. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente la empresa atraviesa una situación de incertidumbre al no contar con registros, estadísticas o estudios que le permitan determinar con cual modo de despunte se tienen menos pérdidas o mayores beneficios, para así poder tomar la decisión que más le favorezca.

Para realizar un análisis de la situación actual es necesario mostrar el comportamiento de los indicadores PAM (despunte y tecnológica) y Reproceso (Variación de ancho por estiramiento y variación de ancho), según el modo de despunte y los parámetros. A continuación se muestra un resumen de estos factores desde el mes de Junio 2009 hasta el mes

de Noviembre de 2009 según registro de las Tendencias de Variables de la empresa.

En la tabla 1 se muestra la tendencia de variables del mes de Junio de 2009.

Tabla 1. Comportamiento PAM y Reproceso Mes de Junio 2009

MES DE JUNIO									
PERIODO	MODO DE CORTE	PARAMETROS				ACUM. PAM DESPUNTE PROG.	ACUM. PAM DESPUNTE REAL	REPROCESO 321 (ton)	REPROCESO 331 (ton)
		PUNTA		COLA					
		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO				
01/06/09 al 06/06/09	FIJO	300		200		1.004	1.004	261	2.260
07/06/09 al 11/06/09	FIJO	300		230					
12/06/09 al 30/06/09	OPTIMIZADO	160	200	160	200				

Fuente: Intranet de la empresa

En la tabla anterior se observa que el modo de corte estuvo variando de fijo a optimizado, así como también se observa que las toneladas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento fueron mucho mayor que las reprocesadas por variación de ancho, en relación con el acumulado de PAM Despunte del mes se puede apreciar que el real coincide con el esperado en 1.004.

En la tabla 2 se muestra la tendencia de variables del mes de Julio de 2009.

Tabla 2. Comportamiento PAM y Reproceso Mes de Julio 2009

MES DE JULIO									
PERIODO	MODO DE CORTE	PARAMETROS				ACUM. PAM DESPUNTE PROG.	ACUM. PAM DESPUNTE REAL	REPROCESO 321 (ton)	REPROCESO 331 (ton)
		PUNTA		COLA					
		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO				
01/07/2009	OPTIMIZADO	120	300	120	200	1.004	1.004	132	369
02/07/09 al 14/07/09	FIJO	250		132					
15/07/09 al 17/07/09	FIJO / OPTIMIZADO	220		120	280				
18/07/2009 al 25/07/09	FIJO / OPTIMIZADO	280		120	280				
26/07/09 al 31/07/09	OPTIMIZADO	120	300	120	300				

Fuente: Intranet de la empresa

En la tabla anterior se observa que el modo de corte estuvo variando de fijo a optimizado incluso en el mismo periodo de tiempo, teniendo un modo de corte para la punta y otro para la cola, así como también se observa, al igual que en el mes anterior, las toneladas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento fueron mucho mayor que las reprocesadas por variación de ancho, y el acumulada de PAM Despunte no tuvo desviación, (real y esperado) coincidiendo en 1.004, al igual que en el mes anterior.

En la tabla 3 se muestra la tendencia de variables del mes de Agosto de 2009.

Tabla 3. Comportamiento PAM y Reproceso Mes de Agosto 2009

MES DE AGOSTO									
PERIODO	MODO DE CORTE	PARAMETROS				ACUM. PAM DESPUNTE PROG.	ACUM. PAM DESPUNTE REAL	REPROCESO 321 (ton)	REPROCESO 331 (ton)
		PUNTA		COLA					
		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO				
01/08/09	FIJO / OPTIMIZADO	120	350	120	250	1.004	1.022	179	1.033
02/08/09 al 05/08/09	FIJO / OPTIMIZADO	250		250					
06/08/09 al 09/08/09	FIJO	250		220					
10/08/09 al 13/08/09	OPTIMIZADO	120	350	120	300				
14/08/09 al 19/08/09	FIJO / OPTIMIZADO	120	350	220					
20/08/09 al 31/08/09		250		220					

Fuente: Intranet de la empresa

Al igual que el mes anterior, la tabla 3, que muestra el mes de Agosto, tuvo el mismo comportamiento en cuanto al modo de corte variante y las toneladas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento, en relación a la PAM Despunte se observa que el valor real se encuentra desviado dieciocho (18) puntos en relación al programado.

En la tabla 4 se muestra la tendencia de variables del mes de Septiembre de 2009.

Tabla 4. Comportamiento PAM y Reproceso Mes de Septiembre 2009

MES DE SEPTIEMBRE									
PERIODO	MODO DE CORTE	PARAMETROS				ACUM. PAM DESPUNTE PROG.	ACUM. PAM DESPUNTE REAL	REPROCESO 321 (ton)	REPROCESO 331 (ton)
		PUNTA		COLA					
		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO				
01/09/09 al 21/09/09	FIJO	250		220		1.004	1.005	303	317
22/09/09 al 30/09/09	FIJO / OPTIMIZADO	230	180	230					

Fuente: Intranet de la empresa

En la tabla anterior se observa que el modo de corte estuvo variando de fijo a optimizado incluso en el mismo periodo, teniendo un modo de corte para la punta y otro para la cola, así como también se observa, al igual que en los meses anteriores, que las toneladas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento fue mucho mayor que las reprocesadas por variación de ancho y se tuvo en PAM Despunte una desviación del real con el programado de un (1) punto.

En la tabla 5 se muestra la tendencia de variables del mes de Octubre de 2009.

Tabla 5. Comportamiento PAM y Reproceso Mes Octubre 2009

MES DE OCTUBRE									
PERIODO	MODO DE CORTE	PARAMETROS				PAM TECNOLOGICA	PAM DESPUNTE	REPROCESO 321 (TNS)	REPROCESO 331 (TNS)
		PUNTA		COLA					
		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO				
01/10/09 al 30/10/09	FIJO / OPTIMIZADO	230		180	230	1,033	1,005	562	1.058

Fuente: Intranet de la empresa

En el mes de Octubre, como la muestra la tabla anterior, el modo de corte fue fijo para la punta y optimizado para la cola y permaneció con los

mismos parámetros durante todo el mes, y al igual que en los meses anteriores las toneladas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento fueron mucho mayores que las reprocesadas por variación de ancho, con una desviación de PAM Despunte del real con el programado de un (1) punto.

En la tabla 6 se muestra la tendencia de variables del mes de Noviembre de 2009.

Tabla 6. Comportamiento PAM y Reproceso Mes de Noviembre 2009

MES DE NOVIEMBRE									
PERIODO	MODO DE CORTE	PARAMETROS				PAM TECNOLÓGICA	PAM DESPUNTE	REPROCESO 321 (TNS)	REPROCESO 331 (TNS)
		PUNTA		COLA					
		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO				
01/11/09 al 30/11/09	FIJO	230		230		1,032	1,005	427	512

Fuente: Intranet de la empresa

En el mes de Noviembre, como la muestra la tabla anterior, el modo de corte fue fijo durante todo el mes, y al igual que en los meses anteriores las toneladas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento fueron mucho mayores que las reprocesadas por variación de ancho y se tuvo una desviación de PAM Despunte del real con el programado de un (1) punto.

En las tablas anteriores es notorio que la empresa ha estado en constante cambio de su modo de corte, ya que durante todos los años que tiene en funcionamiento el sistema KELK, no se ha podido determinar cuál de estos modos de corte (fijo y optimizado) es la mejor opción en relación a los costos que origina a la empresa en cuanto Reproceso por variación de de ancho en punta y las pérdidas de material por PAM Despunte.

De acuerdo a lo reportado por el departamento de proceso del Laminador en caliente en el año 2009 es de conocimiento de la empresa que cuando

opera el modo de corte fijo la PAM Despunte se incrementa en comparación con el modo de corte optimizado, sin embargo, cuando se tiene operando el modo de corte optimizado el Reproceso por variación de ancho por estiramiento se incrementa en mayor proporción que cuando opera el modo de corte fijo. Pero esto no demuestra que el corte optimizado es el causante de la variación de ancho por estiramiento en los desbaste.

Para poder realizar un estudio más eficiente, es necesario separar e identificar algunas situaciones que afectan directamente los costos de Reproceso.

Durante el proceso de laminación pueden ocurrir ciertos eventos que ocasionan deformaciones en la punta del material, entre las cuales se tiene la variación de ancho por estiramiento; la cual es causada por la falta de control de flujo másico entre bastidores, siendo fundamental la posición de los levantabucle, si el levantabucle no sube a tiempo luego que la punta del desbaste haya enhebrado en el bastidor siguiente, este sufre un estiramiento, lo que se denomina variación de ancho por estiramiento (código 331).

Sin embargo, existe otro tipo de eventos que pueden causar deformaciones, como la que se produce cuando durante el cizallamiento no se desprende toda la parte defectuosa que trae el desbaste plano, la cual va a adquirir una longitud mayor al procesar el desbaste por el Laminador Continuo, lo que traerá como resultado una bobina defectuosa.

En la actualidad no se cuenta con un código que permita retener una bobina que haya pasado por esta situación, lo que en ocasiones puede ser mal interpretado por los inspectores de calidad como una variación de ancho (321) o una variación de ancho por estiramiento (331), la cual al ser

reprocesada va a generar un costo de Reproceso para este código (321 ó 331) de manera errónea.

Esto ocurre ya que cuando una bobina es retenida por los inspectores de calidad bajo cualquier defecto, ésta pasará por una línea adicional para quitar el defecto correspondiente, lo cual acarrea un costo adicional para la empresa.

Según el evolutivo de variación de ancho por estiramiento del año 2009, en ocasiones se envía a reparar bobinas por presentar variación de ancho por estiramiento en grafico, pero en físico la variación no existe, lo que común mente es denominado por los trabajadores como un ruido.

Otro factor que afecta el reproceso por variación de ancho por estiramiento es cuando se manda a reparar una bobina por presentar cualquiera de los defectos antes descritos, pero el defecto estas dentro de los límites aceptables para la venta, el cual está estipulado por los compradores en una longitud no mayor a los 500 mm desde la punta de la bobina hacia el cuerpo de la misma.

Un punto a considerar en la PAM Despunte son los parámetros de corte que se establecen en el modo de corte fijo, el cual puede ser significativamente mayor al compararse con los parámetros en modo optimizado y por consiguiente ocasionar que los costo de PAM Despunte en modo fijo lleguen a ser mayor que los de modo optimizado.

CAPÍTULO VI

CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

1. PREMISAS

- El estudio se realizó al material observado en los tres (3) turnos de producción.
- El estudio para el modo de corte fijo se realizó con la cizalla en 230 punta y cola.
- Para el modo de corte optimizado los parámetros de la cizalla fueron mínimo: 120 y máximo: 160 en punta y cola.
- El seguimiento para el modo de corte fijo se efectuó durante todo el mes de Diciembre de 2009.
- El estudio para el modo de corte optimizado se realizó mediante la revisión de los registros históricos de la empresa de la producción del mes de Octubre de 2008.
- El material observado representa todas las bobinas que fueron retenidas por los Inspectores de Calidad por presentar variación de ancho y variación de ancho por estiramiento en punta en su gráfico de ancho.
- La caracterización del material observado se llevó a cabo mediante la aplicación emitida por el Comité de Calidad y la opinión propia emitida según la observación a los gráficos de ancho.
- El costo de instalación Reproceso, costo y cantidad de material despuntado fueron datos suministrados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la empresa.
- Se utilizó el mismo costo de instalación (TC-1 y TC-2) de Reproceso para ambos modos de corte.
- Para el cálculo de la PAM Despunte del modo de corte optimizado se tomó la data del mes de Octubre de 2008 y se hizo una proyección al mix de producción del mes de Diciembre de 2009.
- Para el desglose del material se utilizó el estudio realizado por Rondón, C. Enero de 2009. Caracterización morfológica de

variación de ancho de punta y cola en bandas laminadas en caliente a la salida del tren continuo de laminación en caliente de SIDOR. (Ver anexo 1).

2. COMPORTAMIENTO DEL ANCHO DEL MATERIAL EN PUNTA

2.1 CORTE FIJO

Durante todo el mes de Diciembre estuvo activo el modo de corte fijo permitiendo la observación, seguimiento y registro de todas las bobinas que fueron retenidas por los inspectores de calidad por presentar variación de ancho y variación de ancho por estiramiento en punta, este seguimiento se realizó mediante la información suministrada por la intranet de la empresa en la sección de Gestión de Defecto (SGD) y la caracterización propia emitida.

En la Ver tabla 7 se puede apreciar de manera resumida el estudio efectuado a las seiscientas (600) bobinas retenidas en el mes de Diciembre de 2009 por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento.

Tabla 7. Material Observado por Variación de Ancho y Variación de Ancho por Estiramiento en el Mes Diciembre de 2009

MES DE DICIEMBRE															
DEFECTO	CANTIDAD DE BOBINAS	OBSERVACION			UBICACIÓN DEL DEFECTO					SENTIDO DE LA VARIACION				APLICACIÓN	
		RUIDO	VARIACION	DENTRO DE LOS LIMITES	PUNTA	COLA	PUNTA Y COLA	NO TIENE	OTRO	ARRIBA	DEBAJO	ARRIBA Y DEBAJO	NO TIENE	LPO	REPARACION
VARIACION DE ANCHO	376	350	10	16	36	14	9	314	3	320	14	27	15	345	31
VARIACION DE ANCHO POR ESTIRAMIENTO	224	191	31	2	134	3	84	1	2	17	89	116	2	201	23
TOTAL	600														

Fuente: Propia

En la tabla anterior se puede observar que de las seiscientas (600) bobinas retenidas, trescientas setenta y seis (376) se retuvieron por variación de ancho, teniendo mayor incidencia el sentido de variación

sobre el límite superior del grafico de ancho, de las cuales trescientas cincuenta (350) presentaron ruido en el grafico de ancho. Por variación de ancho por estiramiento se observaron doscientas veinticuatro (224) bobinas, teniendo mayor incidencia el sentido de variación por debajo y hacia arriba de los límites del grafico de ancho, de las cuales ciento noventa y uno (191) presentaron ruido en su grafico de ancho, ambos defecto teniendo mayor incidencia en la punta de las bobinas. En este mes se enviaron a reprocesar treinta y un (31) piezas por variación de ancho y veintitrés (23) por variación de ancho por estiramiento.

2.2 CORTE OPTIMIZADO

Es necesario mencionar que para el estudio del modo de corte optimizado, el cual se tenía programado realizar a la producción del mes de Febrero de 2009, no se pudo llevar a cabo por falta de material para el estudio (producción limitada), razón por la cual se tuvo que efectuar el estudio a la producción del mes de Octubre de 2008, donde estuvo activo el corte optimizado durante todo el mes.

Ya que la producción de octubre 2008 es una data vieja para el registro de la empresa, no fue posible la obtención de los registro del material observado por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento por los inspectores de calidad, motivo que impidió el estudio del comportamiento del ancho del material en punta en modo de corte optimizado.

En el mes de Octubre de 2008 se produjeron setecientos cincuenta y un (751) piezas y se reprocesaron cincuenta y un (51) por variación de ancho y sesenta y ocho (68) por variación de ancho por estiramiento (información suministrada por el Departamento De Calidad).

3. DETERMINACION DEL COSTO DE REPROCESO

3.1 CORTE FIJO

Para determinar la cantidad de material que genera un costo de Reproceso en el mes de Diciembre de 2009 (modo de corte fijo), se hizo un contraste entre la información obtenida en la evaluación del comportamiento del ancho del material en punta en el mes de Diciembre de 2009 y la información obtenida por medio del intranet de la empresa.

En la tabla 8 se muestra la cantidad de piezas que se reprocessaron en el mes de Diciembre de 2009 (modo de corte fijo) por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento y la instalación de Reproceso por la cual pasaron.

Tabla 8. Material Reprocesado por Variación de Ancho y Variación de Ancho por Estiramiento en el Mes de Diciembre de 2009

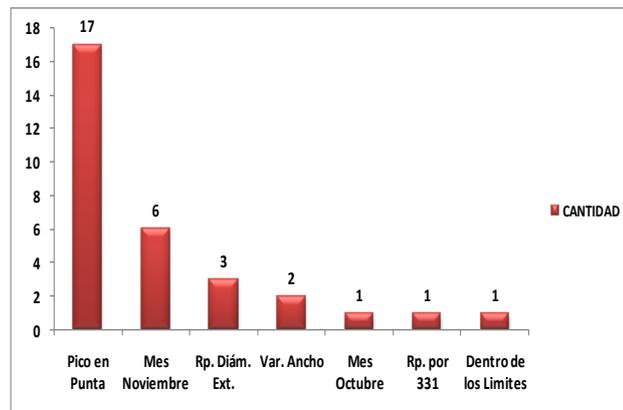
CORTE FIJO			
DEFECTO	CANTIDAD DE BOBINAS	INSTALACION DE REPROCESO	
		TC-1	TC-2
VARIACION DE ANCHO	31	25	6
VARIACION DE ANCHO POR ESTIRAMIENTO	23	19	4
TOTAL	54		

Fuente: Intranet de la empresa

En la tabla anterior se evidencia que el defecto variación de ancho ocurre con mayor frecuencia, en comparación con la variación de ancho por estiramiento, así como también se observa que la instalación de reproceso que tiene el mayor número de reparaciones es la TC-1 para ambos defectos.

En el grafico 1 se desglosan según la observación propia a los gráficos de ancho y la información suministrada por las líneas de Reproceso, la

cantidad de piezas reprocesadas por variación de ancho para la producción de Diciembre de 2009.



Fuente: Propia

Grafico 1. Desglose piezas reproceso por variación de ancho en el mes de Diciembre de 2009

En el grafico anterior se tiene que de las treinta y un (31) bobinas reprocesadas por variación de ancho en el mes de Diciembre de 2009, solo dos (2) presentaron variación de ancho en punta en su grafico de ancho, de las restantes: diecisiete (17) presentaron pico en punta en su grafico de ancho, seis (6) fueron piezas producidas en el mes de Noviembre, tres (3) fueron reparadas en cola, una (1) fue producida en el mes de Octubre, una (1) estaba dentro de los límites del grafico de ancho y la otra fue reprocesada por presentar variación de ancho por estiramiento.

En la tabla 9 se muestran las toneladas y costo de piezas por línea de Reproceso según la observación y la línea por la cual fueron reprocesadas, así como también las toneladas y costo total que debería ser excluido del costo real de Reproceso por variación de ancho del mes, tomando en consideración las observaciones descritas en el grafico anterior.

Tabla 9. Desglose Costo de Real y Sugerido de Reproceso por Variación de Ancho del Mes de Diciembre de 2009

VARIACION DE ANCHO							
OBSERVACION	CANTIDAD PIEZAS		TONELAJE		COSTO TOTAL LINEA (\$)		COSTO TOTAL (\$)
	TC-1	TC-2	TC-1	TC-2	TC-1	TC-2	
Rep. Cola	2	1	29,28	20,5	17.541,65	12.281,55	29.823,20
Var. Ancho	2	0	28,73	0	17.212,14	0,00	17.212,14
Pico en Punta	12	5	165,02	71,63	98.863,48	42.913,53	141.777,02
Mes Noviembre	6	0	100,3	0	60.089,73	0,00	60.089,73
Mes Octubre	1	0	12,91	0	7.734,38	0,00	7.734,38
Rp. 331	1	0	20,12	0	12.053,89	0,00	12.053,89
Dentro de los Limites	1	0	17,65	0	10.574,12	0,00	10.574,12
Total Reproceso	25	6	374,01	92,13	224.069,39	55.195,08	279.264,47
Total a Excluir	23	6	345,28	92,13	206.857,25	55.195,08	262.052,33
				Reproceso Sugerido	17.212,14	0,00	17.212,14

Fuente: Propia

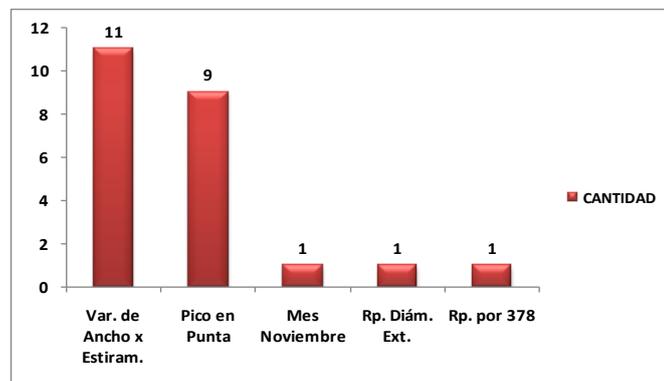
La tabla anterior nos muestra que de las veinticinco (25) piezas Reprocesadas por la TC-1 se debieron excluir veintitrés (23) piezas y de la TC-2 se debieron excluir las seis (6) piezas Reprocesadas, lo que daría un costo total a excluir por variación de ancho para el mes de Diciembre de 2009 de 262.052,33\$ quedando un costo sugerido de Reproceso para el mes de 17.212,14\$.

De estas treinta y un (31) piezas reprocesadas por variación de ancho, solo dos (2) piezas tenían la variación, esto implica un costo de 17.212,14\$. Estas variaciones no son atribuibles a un ancho inferior en la punta por un corte incompleto, sino que es una variación causada por fallas en el posicionamiento inicial de los levantabucles.

Por otro lado, se tienen diecisiete (17) piezas que presentaron ruido en su grafico de ancho, el cual representa un costo total de 141.777,02\$. Esta variación si podría ser atribuida a un mal corte de la cizalla, sin embargo,

en la mayoría de los casos ésta no pasa de los quinientos (500) mm. medidos desde la punta hacia el cuerpo de la bobina (Rondón C, 2009), lo que nos quiere decir que esta variación no es motivo de un Reproceso, ya que esta pieza no estaría incumpliendo las especificaciones de los clientes. Cabe destacar que en la actualidad las piezas que presentan tal variación están siendo liberadas (LPO) por lo antes dicho.

En el grafico 2 se desglosan según la observación propia a los gráficos de ancho y según la información suministrada por la línea de Reproceso, la cantidad de piezas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento para la producción de Diciembre de 2009.



Fuente: Propia

Grafico 2. Desglose piezas reproceso por variación de ancho por estiramiento del mes de Diciembre de 2009

En el grafico anterior se tiene que de las veintitrés (23) bobinas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento en el mes de Diciembre de 2009, solo once (11) presentaban variación de ancho por estiramiento en punta, de las restantes: nueve (9) presentaron pico en punta en su grafico de ancho, una (1) fue producidas en el mes de Noviembre, una (1) fue reparada en cola y la otra fue reprocesada por otro defecto.

En la tabla 10 se muestran las toneladas y costo de piezas por línea de Reproceso según la observación y la línea por la cual fueron reprocesadas, así como también las toneladas y costo total que debería ser excluido del costo real de Reproceso por variación de ancho por estiramiento del mes, tomando en consideración las observaciones descritas en el anterior.

Tabla 10. Desglose Costo Real y Sugerido de Reproceso por Variación de Ancho por Estiramiento del Mes de Diciembre de 2009

VARIACION ANCHO POR ESTIRAMIENTO							
OBSERVACION	CANTIDAD PIEZAS		TONELAJE		COSTO TOTAL LINEA (\$)		COSTO TOTAL (\$)
	TC-1	TC-2	TC-1	TC-2	TC-1	TC-2	
Var. Ancho por Estiramiento	10	1	176,05	18,76	105.471,56	11.239,12	116.710,67
Pico en Punta	6	3	98,05	58,78	58.741,76	35.215,10	93.956,85
Mes Noviembre	1	0	15,77	0	9.447,81	0,00	9.447,81
Rp. Cola (Var. Ancho)	1	0	18,83	0	11.281,05	0,00	11.281,05
Rp. por 378	1	0	16,75	0	10.034,93	0,00	10.034,93
Total Reproceso	19	4	325,45	77,54	194.977,10	46.454,21	241.431,31
Total a Excluir	9	3	149,4	58,78	89.505,54	35.215,10	124.720,64
				Reproceso Sugerido	105.471,56	11.239,12	116.710,67

Fuente: Propia

La tabla anterior nos muestra que de las diecinueve (19) piezas Reprocesadas por la TC-1 se debieron excluir veintitrés (9) piezas y de la TC-2 se debieron excluir las tres (3) piezas de las cuatro (4) Reprocesadas, lo que daría un costo total a excluir por variación de ancho para el mes de Diciembre de 2009 de 124.720,67\$ quedando un costo sugerido de Reproceso para el mes de 116.740,67\$.

De estas veintitrés (23) piezas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento, solo once (11) piezas tenían la variación, esto implicó un costo de 116.710,67\$. Se debe destacar que estas variaciones no son atribuibles a un ancho inferior en la punta por corte incompleto, sino que

es una variación causada por fallas en el posicionamiento inicial de los levantabucles.

Por otro lado se tiene que las nueve (9) piezas que presentaron ruido su grafico de ancho representan un costo total de 93.956.85\$. Para este caso, al igual que por variación de ancho, se atribuyen estas caídas en los gráficos de ancho a un mal corte de la cizalla y esta no incumplen con las exigencias de los clientes (la variación está a menos de los 500 mm). En la actualidad las piezas que presentan estas variaciones están siendo liberadas (LPO. No son reprocesadas).

3.2 CORTE OPTIMIZADO

Para determinar la cantidad de material que genero un costo por Reproceso en la producción del mes de Octubre de 2008, y como no se contaba con la evaluación del comportamiento del ancho del material en punta (como en el mes de Diciembre 2009), para este estudio (modo de corte optimizado), fue necesario la intervención del el Departamento de Calidad de la empresa, quien suministro una data con el registro de todas las piezas enviadas a reprocesar en ese mes.

En la tabla 11 se muestra la cantidad de piezas que se reprocesaron en el mes de Octubre de 2008 (modo de corte optimizado) por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento y la instalación de Reproceso por la cual pasaron.

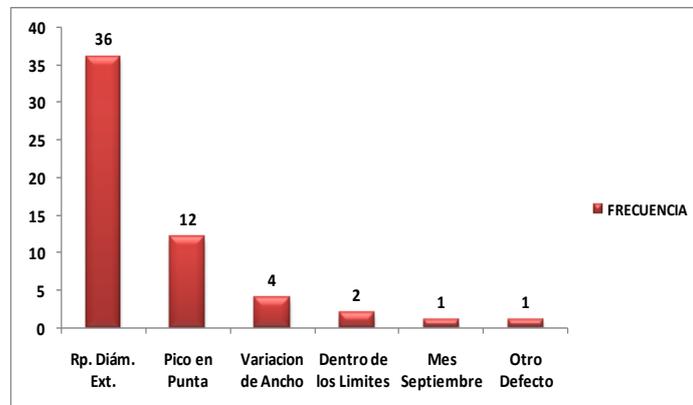
Tabla 11. Material Reprocesado por Variación de Ancho y Variación de Ancho por Estiramiento en el Mes de Octubre de 2008

CORTE OPTIMIZADO			
DEFECTO	CANTIDAD DE BOBINAS	INSTALACION DE REPROCESO	
		TC-1	TC-2
VARIACION DE ANCHO	56	54	2
VARIACION DE ANCHO POR ESTIRAMIENTO	68	67	1
TOTAL	124		

Fuente: Intranet de la empresa

En la tabla anterior se evidencia que el defecto variación de ancho por estiramiento ocurre con mayor frecuencia, en comparación con la variación de ancho, así como también se observa que la instalación de reproceso que tiene el mayor número de reparaciones es la TC-1.

En el grafico 3 se desglosan según la observación propia a los gráficos de ancho y según la información suministrada por la línea de Reproceso, cual debió ser la cantidad de piezas reprocesadas por variación de ancho en punta para la producción de Octubre de 2008.



Fuente: Propia

Grafico 3. Desglose Piezas Reproceso por Variación de Ancho del Mes de Octubre de 2008

En el grafico anterior se tiene que de las cincuenta y seis (56) bobinas reprocesadas por variación de ancho en el mes de Octubre de 2008, solo cuatro (4) presentaron variación de ancho en punta, de las restantes: treinta y seis (36) fueron reparadas en cola, doce (12) presentaron pico en punta en su grafico de ancho, dos (2) fueron reprocesadas pero estaban dentro de los límites del grafico de ancho, una (1) fue producidas en el mes de Septiembre 2008, y la otra fue reprocesada por presentar otro defecto.

En la tabla 12 se muestran las toneladas y costo de piezas por línea de Reproceso según la observación y la línea por la cual fueron

reprocesadas, así como también las toneladas y costo total que debería ser excluido del costo real de Reproceso por variación de ancho del mes, tomando en consideración las observaciones descritas en el gráfico anterior.

Tabla 12. Desglose Costo Real y Sugerido de Reproceso por Variación de Ancho del Mes de Octubre de 2008

VARIACION DE ANCHO							
OBSERVACION	CANTIDAD		TONELAJE		COSTO TOTAL LINEA (\$)		TONELADAS
	TC-1	TC-2	TC-1	TC-2	TC-1	TC-2	
Variacion de Ancho	3	1	44,01	15,65	26366,391	10224,145	36590,536
Rep. Cola	36	0	469,44	0	281241,504	0	281241,504
Pico en Punta	12	0	160,96	0	96431,136	0	96431,136
Mes Septiembre	1	0	18,68	0	11191,188	0	11191,188
Dentro de los Limites	1	1	18,16	7,81	10879,656	5102,273	15981,929
Otro Defecto	1	0	18,08	0	10831,728	0	10831,728
Total Reproceso	54	2	729,33	23,46	436.941,60	15.326,42	452.268,02
Total a Excluir	51	1	685,32	7,81	410575,212	4678,971	415.254,18
				Reproceso Sugerido	26.366,39	10.647,45	37.013,84

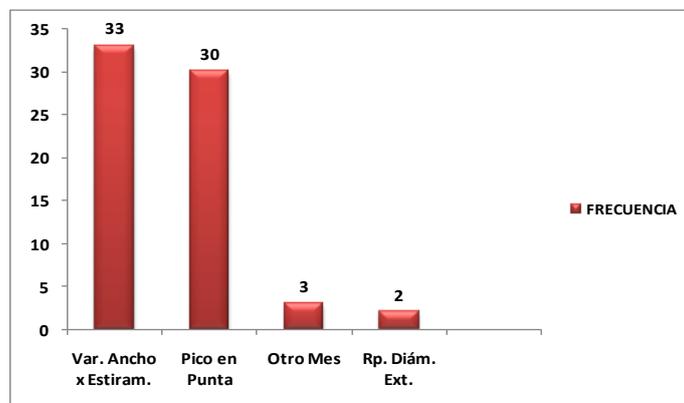
Fuente: Propia

La tabla anterior nos muestra que de las cincuenta y cuatro (54) piezas Reprocesadas por la TC-1 se debieron excluir treinta y cinco (51) piezas y de la TC-2 se debió excluir una (1) pieza de las dos (2) reprocesadas, lo que daría un costo total a excluir por variación de ancho para el mes de Octubre de 2008 de 415.254.18\$ quedando un costo sugerido de Reproceso para el mes de 37.013,84\$.

De las cincuenta y seis (56) piezas reprocesadas por variación de ancho cuatro (4) piezas tenían la variación, esto implica un costo de 36.590.536\$. Al igual que en el mes de Diciembre, estas variaciones no son atribuibles a un ancho inferior en la punta por corte incompleto, sino que es una variación causada por fallas en el posicionamiento inicial de los levantabucles.

En este mes por variación de ancho, se tuvo un total de doce (12) piezas con ruido en su gráfico de ancho, lo que representa un costo total de 96.431,136\$. Esta variación si podría ser atribuida a un mal corte de la cizalla, sin embargo en la mayoría de los casos ésta no pasa de los quinientos (500) mm. medidos desde la punta hacia el cuerpo de la bobina (según Rondón, C. Enero de 2009), lo que nos quiere decir que esta variación no es motivo de un Reproceso, ya que esta pieza no estaría incumpliendo las especificaciones de los clientes. Cabe destacar que en la actualidad las piezas que presentan tal variación están siendo liberadas (LPO) por lo antes dicho.

En el grafico 4 se desglosan según la observación propia a los gráficos de ancho y según la información suministrada por la línea de Reproceso, cual debió ser la cantidad de piezas reprocesadas por variación de ancho por estiramiento en punta para la producción de Octubre de 2008.



Fuente: Propia

Grafico 4. Desglose Piezas Reproceso por Variación de Ancho por Estiramiento del Mes de Octubre de 2008

En el grafico anterior se tiene que de las sesenta y ocho (68) bobinas reprocesadas por variación de ancho en el mes de Octubre de 2008, solo treinta y dos (32) presentaban variación de ancho por estiramiento en punta, de las restantes: treinta (30) presentaron pico en punta en su

grafico de ancho, tres (3) fueron piezas producidas en otros meses, dos (2) fueron reparadas en cola y la otra fue reprocesada por presentar otro defecto.

En tabla 13 se muestran las toneladas y costo de piezas por línea de Reproceso según la observación y la línea por la cual fueron reprocesadas, así como también las toneladas y costo total que debería ser excluido del costo real de Reproceso por variación de ancho por estiramiento del mes, tomando en consideración las observaciones descritas en el grafico anterior.

Tabla 13. Desglose Costo Real y Sugerido de Reproceso por Variación de Ancho por Estiramiento del Mes de Octubre de 2008

VARIACION DE ANCHO POR ESTIRAMIENTO							
OBSERVACION	CANTIDAD		TONELAJE		COSTO TOTAL LINEA (\$)		COSTO TOTAL (\$)
	TC-1	TC-2	TC-1	TC-2	TC-1	TC-2	
Var. Ancho por Estiramiento	32	1	561,9	20,63	336634,29	13477,579	350111,869
Pico en Punta	30	0	471,94	0	282739,254	0	282739,254
Rp. Cola (Var. Ancho)	2	0	38,14	0	22849,674	0	22849,674
Otro Mes	3	0	42,14	0	25246,074	0	25246,074
Total Reproceso	67	1	1114,12	20,63	667.469,29	13.477,58	680946,871
Total a Excluir	35	0	552,22	0	330.835,00	0,00	330.835,00
				Reproceso Sugerido	336.634,29	13.477,58	350.111,87

Fuente: Propia

La tabla anterior nos muestra que de las sesenta y siete (67) piezas Reprocesadas por la TC-1 se debieron excluir treinta y cinco (35) piezas y de la TC-2 no se debió excluir ninguna, lo que daría un costo total a excluir por variación de ancho por estiramiento para el mes de Octubre de 2008 de 330.835 \$ quedando un costo sugerido de Reproceso para el mes de 350.111,87\$.

Por variación de ancho por estiramiento se reprocesaron sesenta y ocho (68) piezas, de las cuales treinta y tres (33) piezas tenían la variación, esto implicó un costo de 350.111,869\$ por Reproceso. Se debe destacar que estas variaciones no son atribuibles a un ancho inferior en la punta por corte incompleto o un mal corte de la cizalla, sino que es una variación causada por fallas en los levantabucles, con ángulo inferior al requerido.

Por otro lado se tiene que las treinta (30) piezas que presentaron ruido su gráfico de ancho representan un costo total de 282.739,674\$ por Reproceso. Para este caso, al igual que por variación de ancho, se mantiene la misma creencia en cuanto a la causa de estas caídas en los gráficos de ancho (corte incompleto de la cizalla) y que esta no incumple con las exigencias de los clientes (la variación está a menos de los 500 mm). En la actualidad las piezas que presentan estas variaciones están siendo liberadas (no son reprocesadas).

4. DETERMINACION DE LAS GANANCIAS O PÉRDIDAS DE MATERIAL EN PAM DESPUNTES

4.1 CORTE FIJO

Para determinar las ganancias o pérdida en PAM Despunte para la producción del mes de Diciembre de 2009 en modo de corte fijo, fue necesario conocer la cantidad de material que se le despunte a cada bobina en punta y cola, información que fue suministrada por el Departamento de Ingeniería Industrial de la empresa, para así obtener la cantidad total de material despuntado en todo el mes (peso de despunte) y la PAM Despunte del mes se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\text{PAM Despunte} = \frac{\text{Peso de Carga en Hornos} - \text{Peso de Despunte}}{\text{Peso de Carga en Hornos}} \times 1000$$

En la tabla 14 se muestra el porcentaje real y estándar de PAM Despunte del mes de Diciembre de 2009. Información suministrada por el Departamento de Ingeniería Industrial.

Tabla 14. Porcentaje de PAM Despunte del Mes de Diciembre de 2009

Apertura PAM Tecnológica	Peso (t)	% Real	% Std a Mix Real
Despunte	824	0,45%	0,38%

Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial

Como se puede ver en la tabla anterior, el porcentaje real de PAM Despunte estuvo desviado 0,07 puntos en relación con el estándar (valor programado por la empresa).

En la tabla 15 se muestra brevemente el comportamiento o desvió que tuvo la PAM Despunte Real respecto al estándar (programado) del mes de Diciembre de 2009.

Tabla 15. PAM Despunte Real y Estándar del Mes de Diciembre de 2009

Apertura Pam Tecnológica	Peso (Mt)	PAM Real	PAM Std	Desvío PAM
Despunte	0,8	1,005	1,004	(0,001)

Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial

En la tabla anterior se puede observar que la PAM Despunte del mes de Diciembre de 2009 estuvo desviada 0,001 puntos del real.

En la tabla 16 se encuentran las pérdidas en kilogramos de material según los registros de PAM Despunte del mes de Diciembre de 2009.

Tabla 16. Pérdidas en kg/t de PAM Despunte del Mes de Diciembre de 2009

Apertura Pam Tecnológica	Peso (Mt)	Pérdida Real (kg/t)	Pérdida Std (kg/t)	Desvío Pérdida (kg/t)
Despunte	0,8	4,5	3,9	(0,6)

Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial

En la tabla anterior se puede apreciar que las pérdidas en kilogramos por toneladas de material despuntado estuvo desviado 0,6 puntos del estándar o programado por la empresa.

4.2 CORTE OPTIMIZADO

Para poder determinar las pérdidas o ganancias de material en PAM Despunte para el modo de corte optimizado fue necesario proyectar la longitud promedio de Despunte de la producción del mes de Octubre de 2008 al mix de producción del mes de Diciembre de 2009, debido a que en el mes de febrero no se pudo colocar el corte optimizado por problemas en el corte de la cizalla.

Esto se hizo de la manera siguiente: en primer lugar se realizó la sumatoria de la longitud de material despuntado a cada bobinas en punta y cola en el mes de Octubre 2008 (información suministrada por el Departamento de Ingeniería Industrial de la empresa), luego este valor obtenido (longitud promedio) se reemplaza en la data del mes de Diciembre de 2009 y se utiliza para calcular el peso de Despunte de cada bobina. Para finalizar, el valor que resulte de la sumatoria del peso de despunte en punta y en cola, es el valor que se utiliza en la formula siguiente para obtener la PAM Despunte del mes de Octubre de 2008 (proyectado a la producción de Diciembre de 2009).

$$\text{PAM Despunte} = \frac{\text{Peso de Carga en Hornos}}{\text{Peso de Carga en Hornos} - \text{Peso de Despunte}} \times 1000$$

En la tabla 17 se muestra el porcentaje real y estándar de PAM Despunte del mes de Octubre de 2008 (proyectado). Información suministrada por el Departamento de Ingeniería Industrial.

Tabla 17. Porcentaje de PAM Despunte del Mes de Octubre 2008 Proyectado

Apertura PAM Tecnológica	Peso (t)	% Real	% Std a Mix Real
Despunte	554	0,30%	0,38%

Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial

Como se puede ver en la tabla anterior, el porcentaje real de PAM Despunte estuvo 0,08 puntos por debajo del estándar esperado según la proyección al mes de Diciembre de 2009.

En la tabla 18 se muestra brevemente el comportamiento o desvió que se tendría para la PAM Despunte Real respecto al estándar para la proyección del mes de Octubre de 2008 (corte optimizado).

Tabla 18. PAM Despunte Real y Estándar del Mes de Octubre de 2008 Proyectado

Apertura Pam Tecnológica	Peso (Mt)	PAM Real	PAM Std	Desvío PAM
Despunte	0,6	1,003	1,004	0,001

Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial

En la tabla anterior se puede observar que proyectando los datos de producción del mes de Octubre de 2008 al mix de producción de Diciembre de 2009, se tendría para el modo de corte optimizado una PAM Despunte real de 1,003 la cual tendría un desvío en relación con el estándar de 0,001 puntos.

En la tabla 19 se expresan las pérdidas en PAM Despunte del mes de Octubre de 2008 (proyectado) en kilogramos por toneladas de material despuntado.

**Tabla 19. Pérdidas en kg/t de PAM Despunte del Mes de Octubre de 2008
Proyectado**

Apertura Pam Tecnológica	Peso (Mt)	Pérdida Real (kg/t)	Pérdida Std (kg/t)	Desvío Pérdida (kg/t)
Despunte	0,6	3,0	3,9	0,8

Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial

La tabla anterior expresa que las pérdidas en kilogramos por toneladas de material para el corte optimizado (mes de Octubre de 2008 proyectado) tendrían un desvío positivo de 0,8 puntos el real con respecto al estándar.

Esto nos indica que para este mes la PAM Despunte estuvo por debajo de lo programado lo cual resulta beneficioso para la empresa ya que significa que se perdió por motivo de despunte una cantidad de material menor a lo programado o esperado.

4.3 GANANCIAS Y PÉRDIDAS DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO PARA PAM DESPUNTES

Para determinar las ganancias o pérdidas de PAM Despunte para cada modo de corte (fijo y optimizado), fue necesario conocer el peso total de material despuntado en punta y cola para el modo de corte fijo y para el modo de corte optimizado (proyección Octubre 2008 a Diciembre 2009), así como también el peso estándar programado por la empresa. (Ver tabla 20).

Tabla 20. Pérdidas Desde el Punto de Vista Económico

ESCENARIO	PESO REAL (t)	PESO STD (t)	DESUDIO	M (\$)
Corte Fijo	824	709	(114,9)	(29,9)
Corte Optimizado	554		155,2	40,3

Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial

En la tabla anterior se muestran las pérdidas reales en el Laminador por tener la cizalla en corte fijo en el mes de Diciembre de 2009 y las

ganancias que se hubiesen obtenido con el corte optimizado. La empresa en su producción de Diciembre de 2009 perdió 29,9 M\$. Mientras que con el corte optimizado y con la misma producción (proyección Octubre 2008 a Diciembre 2009) hubiese ganado 40,3 M\$ lo que es igual a 40.300\$.

5. CONTRASTE DEL COMPORTAMIENTO DE REPROCESO Y PAM DESPUNTES EN LOS MESES ESTUDIADOS

5.1 MODO DE CORTE FIJO

De acuerdo a las tablas 9 y 10, analizadas para determinar el costo de Reproceso en modo de corte fijo, se tiene un desglose donde sólo trece (13) piezas presentaron la variación, lo cual implicó un costo de 133.922,81\$, este debió ser el costo de Reproceso real de este mes por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento. Por otra parte, se puede notar, que existen veintiséis (26) piezas con pico en punta, las cuales podrían ser atribuibles a un corte incompleto en la cizalla rotativa en la punta del material, sin embargo, al estudio realizado en Enero de 2009 (ver anexo 1), estas piezas presentaron una variación real a menos de los 500 mm medidos desde la punta hacia el cuerpo de la banda, con lo cual se concluye que este tipo de defecto o este tipo de morfología presente en el material no requiere un Reproceso.

5.2 MODO DE CORTE OPTIMIZADO

De acuerdo a las tablas 12 y 13, analizadas para determinar el costo de Reproceso en modo de corte optimizado, tenemos en su desglose, que treinta y siete (37) piezas presentaron la variación, lo cual implicó un costo de 387.125,7\$, este debió ser el costo de Reproceso real de este mes por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento. Por otra parte, se puede notar, que existen cuarenta y dos (42) piezas con pico en punta, las cuales podrían ser atribuibles a un corte incompleto en la cizalla rotativa en la punta del material, sin embargo, al estudio realizado por el autor antes mencionado, estas piezas presentaron una variación real a

menos de los 500 mm medidos desde la punta hacia el cuerpo de la banda, con lo cual se concluye que este tipo de defecto o este tipo de morfología presente en el material no requiere un Reproceso.

En cuanto a PAM Despunte del mes de Diciembre y Octubre (proyectado), como se observa en la tabla 20, para el mes de Diciembre (modo de corte fijo) se obtuvo una pérdida, respecto al estándar, de 29.900\$, mientras que en el mes de Octubre (modo de corte optimizado) se hubiese obtenido una ganancia de 40.300\$.

Con todo lo antes comentado, es notorio que trabajando la cizalla en modo de corte fijo (230 punta y cola), la empresa obtiene pérdidas de material y en cuanto al costo de Reproceso atribuible al corte de la cizalla es nulo, ya que estas piezas no requieren un Reproceso (ver anexo 1).

En forma contraria, para el modo de corte optimizado se obtienen ganancias en PAM Despunte, con la misma condición de Reproceso por corte de la cizalla nulo, ya que las piezas con variación atribuible al corte incompleto de la cizalla no requieren de un Reproceso.

CONCLUSIONES

En base a la investigación realizada y a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. COMPORTAMIENTO DEL ANCHO DEL MATERIAL EN PUNTA (CORTE FIJO Y OPTIMIZADO)

- Para el modo de corte fijo, el defecto variación de ancho tiene mayor ocurrencia (376 piezas) que la variación de ancho por estiramiento (224 piezas). Así como también que de todas estas bobinas observadas (600) solo se reprocesaron ciento seis (106).

2. DETERMINACION DEL COSTO DE REPROCESO (CORTE FIJO Y OPTIMIZADO)

- Para la determinación del costo de Reproceso fue estudiado el mes de Diciembre de 2009 (corte fijo) y Octubre de 2008 proyectado a Diciembre de 2009 (corte optimizado).
- Durante el mes de Diciembre se genero un costo total de variación de ancho de 279.264,474\$ y por variación de ancho por estiramiento de 241.431,31.
- Para el mes de Octubre 2008 proyectado el costo total de Reproceso por variación de ancho fue de 452.268,021\$ y por variación de ancho por estiramiento de 680.946,871\$.

COSTO SUGERIDO (DESGLOSE)

- Para el mes de Diciembre de 2009 por variación de ancho se debieron reprocesar dos (2) piezas y el resto de las piezas se atribuyeron a otras causas (como lo muestra la tabla 9 del capítulo VI), quedando un costo de Reproceso sugerido de 17.212,14\$. Por variación de ancho por estiramiento se debieron reprocesar once

(11) piezas, ya que las otras restantes se atribuyeron a otras causas, quedando un costo de Reproceso sugerido de 116.710,67\$.

- Para el mes de Octubre proyectado se debieron reprocesar cuatro (4) piezas por variación de ancho (como lo muestra la tabla 12 del capítulo VI), arrojando un costo de Reproceso sugerido de 37.013,84\$. Por otro lado, se tienen que se debieron reprocesar treinta y dos (32) piezas por variación de ancho, quedando un costo de Reproceso sugerido por estas piezas de 350.111,87\$.

3. GANANCIAS O PÉRDIDAS EN PAM DESPUNTES

- Para el mes de Diciembre se tiene que la PAM Despunte estuvo desviada 0,001 puntos el estándar respecto al real programado por la empresa, lo que se traduce en una pérdida de 0,6kg/t de material.
- Para el mes de octubre proyectado la PAM Despunte, para el modo de corte fijo, tuvo un desvío positivo de 0,001 puntos el real con respecto al estándar o programado, lo cual se traduce a un total de 0,8kg/t de ganancia de material.
- Esto indica, que en términos de costo, para el modo de corte fijo (diciembre) se tuvo una pérdida de 29,9M\$, mientras que con el corte optimizado (octubre proyectado) se hubiese tenido una ganancia de 40.300\$.

4. CONTRASTE DEL COMPORTAMIENTO DE REPROCESO Y PAM DESPUNTES PARA AMBOS MODOS DE CORTE

- Con la cizalla en modo de corte fijo (Diciembre) la empresa obtiene perdidas en lo que se refiere a PAM Despunte real y respecto al Reproceso atribuible al modo de corte (que son las piezas con picos en punta), estas piezas no debieron ser reprocesadas, por lo que el costo por estos defectos sería nulo, si se toman las consideraciones expuestas anteriormente.
- Con la cizalla en modo de corte optimizado (Octubre proyectado), la empresa hubiese ganado por concepto de PAM Despunte un total de 40.300\$ y al igual que en para el modo de corte fijo, el Reproceso atribuible al modo de corte, sería nulo, ya que estas variaciones o picos, no superan los 500 mm medidos desde la punta hacia el centro de la pieza.
- Con esto se tiene que los costos sugeridos por Reproceso para los meses estudiados, debieron ser los costos reales y el modo de corte optimizado la mejor alternativa para la empresa.

RECOMENDACIONES

Según los resultados y conclusiones obtenidas se recomienda las acciones siguientes:

1. Asignar un código nuevo para los anchos inferiores que se generan por un corte incompleto de la cizalla.
2. Instalar un dispositivo que indique cuando el medidor de ancho a la salida del tren continuo mida una pieza con un ancho inferior a menos de los 500 mm de la punta hacia el centro de la pieza, indicando que esta no debe ser retenida.
3. Dictar charlas, cursos o dar asesoramiento a los Inspectores de Calidad para que puedan distinguir de manera efectiva la variación de ancho (321) y la variación de ancho por estiramiento (331).
4. Realizar un estudio para la determinación del ancho de material en punta (toma de muestras) durante un periodo más largo, donde se puedan medir un número representativo de piezas.
5. Incluir en el estudio del ancho del material en punta la verificación del posicionamiento de los levantabucles y el grafico de corte de la cizalla en el sistema KELK.
6. Realizar un estudio del Modo de corte Optimizado bajo las consideraciones actuales de retención de material en cuanto a ancho inferior en punta, ya que para este estudio, por limitaciones que se presentaron en el desarrollo de la investigación fue necesario trabajar con una data vieja (Octubre de 2008).

BIBLIOGRAFÍA

1. GEORGE KELK CORPORATION (2000). **Accuband Model C965 Crop Imaging System and Gui**. Canada: Ontorio.
2. HURTADO, J. (2008). **Metodología de la investigación, una comprensión holística**. Caracas: Ediciones Quirón - Sypal.
3. LOZANO, L. (2005). **Laminación de Productos Planos en Frio**. Puerto Ordaz: SIDOR
4. ROJAS, R. (1997). **Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación**. Puerto Ordaz: UNEXPO.
5. RONDÓN, C. (2009). **Caracterización morfológica de variación de ancho de punta y cola en bandas laminadas en caliente a la salida del tren continuo de laminación en caliente de SIDOR**. Puerto Ordaz: SIDOR.
6. Intranet de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR).

APÉNDICES

Apéndice 1. Data material observado por variación de ancho y variación de ancho por estiramiento en el mes de Diciembre de 2009. (Ver CD).

ANEXO

Anexo 1. Caracterización morfológica de variación de ancho de punta y cola en bandas laminadas en caliente a la salida del tren continuo de laminación en caliente de SIDOR. (Ver CD).

Anexo 2. Peso de Despunte de punta y cola de la producción de Diciembre de 2009. (Ver CD).

Anexo 3. Data Reproceso del mes de Octubre de 2008. (Ver CD).

Anexo 4. Data Reproceso del mes de Diciembre de 2009. (Ver CD).

Anexo 5. Imágenes de los equipos involucrados en el proceso de cizallamiento.



Figura 1. Unidad electrónica ACCUBAND.



Figura 2. Láser Medidor de Ancho Sistema KELK.



Figura 3. Láser Medidor de Velocidad Sistema KELK.



Figura 4. Cizalla Rotativa.



Figura 5. Imagen de Corte de Punta y Cola de la Cizalla Sistema KELK.



Figura 6. Imagen grafico variación de ancho por estiramiento.

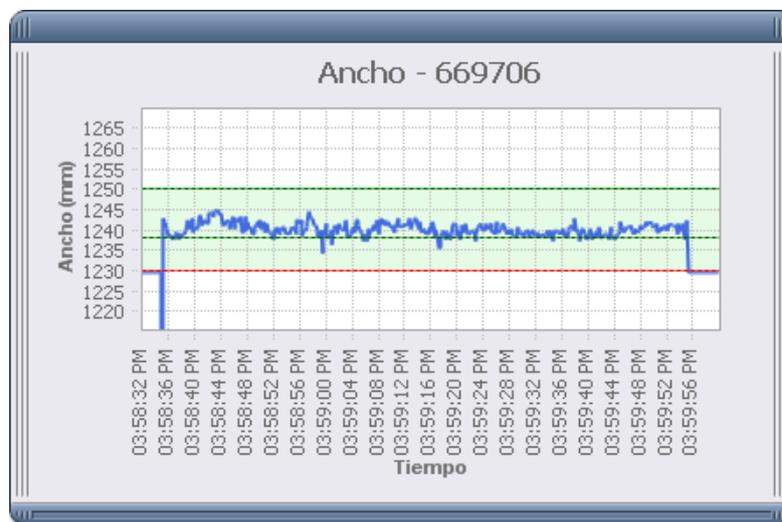


Figura 7. Imagen grafico variación de ancho por estiramiento no real (pico en punta o ruido).