

Reducción de desperdicios en una línea de conformado de tubos y cañerías de acero

Robert López Townsend¹, Denise Rodríguez².

¹Ingeniero Industrial 2006.

²Director de Tesis. Master en Administración de Operaciones y Tecnología, Universidad de Gent, Brujas, Bélgica 2003, Profesor de la ESPOL desde 2004.

RESUMEN:

El presente trabajo se realizó en una fábrica procesadora de acero. Se dedica básicamente al conformado de tubos y perfiles de este material.

Un análisis preliminar de sus procesos nos permitió determinar el área con mayor porcentaje de generación de desperdicios, los cuales representan una pérdida de aproximadamente 6.92% del total del material procesado en el área.

Se analizó las causas primarias para la generación de desperdicios o merma, y además se realizó un AMFE al proceso de conformado de tubos y cañerías el cual nos ayudó a determinar los puntos críticos.

Con esta información se pudo proponer varias alternativas de mejora que fueron evaluadas económicamente. Una vez realizado este análisis se implementó aquellas alternativas aprobadas por la Gerencia en un plan piloto que duró 6 meses.

La implementación piloto logró reducir los desperdicios en un 2.7%, valor que superó las expectativas de la Directiva.

This work was made in a steel processor factory. It is dedicated basically to conform tubes and profiles made of this material.

A previous analysis of its process let us to determine the area with the higher percentage of generation of wastes, which represent a loss of approximately 6.92% of the total of the material processed in the area.

The primary causes for the generation of wastes or decreases was analyzed, also a AMEF of the process was made, which one let us to determine the critical points of this process.

Using this information it was possible to propose several alternatives of improvement. These alternatives were evaluated economically. After this analysis, the approved alternatives by the Management was implemented in a pilot plan lasted 6 months.

The pilot implementation could reduce the waste generated in 2.7%, this value exceeded the expectations of the Director.

INTRODUCCIÓN:

La inestabilidad de los mercados de acero a nivel mundial, la competencia, los altos costos de financiamiento son factores que obligan a nuestras empresas a buscar la forma de reducir los costos de producción, con el único objetivo de mantener o aumentar de ser posible las utilidades percibidas.

Una de las formas de lograr este objetivo es disminuir o eliminar los desperdicios generados durante los diferentes procesos de fabricación. En este caso desperdicio se considera a todo material que sale de un proceso productivo como chatarra o como producto terminado que no cumple con las normas de calidad usadas en la planta

Es por esta razón que el principal objetivo de este trabajo es usar diferentes herramientas que permitan plantear alternativas de mejoras a los procesos y de esta manera reducir la generación de desperdicios o merma.

Para este trabajo se seleccionará solo una de las áreas que conforman la empresa. Para su selección se analizarán factores como toneladas procesadas, toneladas de desperdicio generadas, costo de producción por tonelada.

Se espera obtener al final de este trabajo una reducción considerable de los desperdicios generados que permitan llegar a ese ahorro anhelado por la Directiva.

CONTENIDO

Selección del área.-

Para la selección del área de estudio se evaluó lo siguiente:

Producción por área.-

La producción anual de la empresa estudiada se divide en:

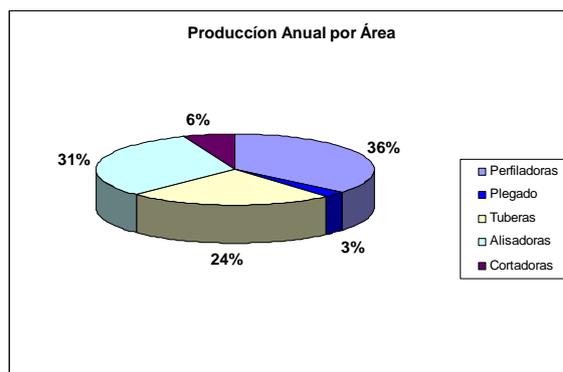


Figura 1 – Producción Anual

Como se logra observar las áreas con mayor aportación al total de material procesado en la planta son: el área de tuberías, de perfiladoras y de alisadoras.

Merma por área.-

Además de la producción por área, se analizó el desperdicio generado en estos tres centros obteniendo la siguiente tabla:

Centro	% Kg. Procesados	Ton. por máquina	Ton. Merma	% Acumulado
Perfiladora 1	9,42%	6010,902	262,9054953	3,21%
Perfiladora 2	19,10%	12187,71		
Perfiladora 3	7,51%	4792,131		
Tubera 1	5,10%	3254,31	364,106241	6,92%
Tubera 2	6,48%	4134,888		
Tubera 3	12,47%	7957,107		
Alisadora 1	18,25%	11645,325	192,8944395	1,95%
Alisadora 2	12,55%	8008,155		

Tabla 1 – Desperdicio por área

Con estos dos factores analizados podemos concluir que el área de mayor generación de desperdicios es el de las tuberías.

Otro factor influyente en nuestra decisión es el costo de producción. En este caso el costo de producir un kilo de material en las tuberías es un 25% más caro que hacerlo en las perfiladoras. Esto se debe a los procesos adicionales de soldadura electromagnética y de calibrado de los productos que se realizan durante el conformado de tubos y cañerías.

Análisis del proceso, AMFE

Una vez elegida el área de estudio se procedió a analizar la criticidad de las operaciones involucradas en el proceso seleccionado. Para esto se efectuó un AMFE del proceso.

Para elaborar un AMFE se debe primero establecer los criterios de decisión. Estos se definieron con el grupo seleccionado para el análisis. Este grupo estuvo conformado por expertos en mencionado proceso.

Los criterios establecidos para el AMFE del proceso fueron:

Criterios			
Severidad			
1	La merma generada es tolerable	0,001	0,05
2	La merma generada afecta en forma mínima	0,051	0,1
3	La merma generada afecta parcialmente	0,11	0,3
4	La merma generada afecta gravemente	0,31	0,8
5	La merma generada es intolerable	0,81	> 0,81

Ocurrencia			
1	El defecto es esporádico	1	3
2	El defecto es poco frecuente	4	8
3	El defecto es frecuente	8	12
4	El defecto es muy frecuente	12	20
5	El defecto se presenta de manera continua	20	>20

Detección	
1	Se sabe con anterioridad que va a ocurrir
2	Generalmente se sabe cuando ocurrirá
3	A veces se sabe cuando ocurrirá
4	Casi nunca se sabe cuando ocurrirá
5	Nunca se sabe cuando ocurrirá

Tabla 2 – Criterios de análisis

Con estos criterios establecidos se analizó una a una las operaciones del proceso seleccionado. El resultado de este análisis fue el siguiente:

Proceso	Causa	Efecto	Severidad	Ocurrencia	Controles Actuales	Detección	NPR
Conformado de Tubos y Cañerías	Problemas con el abastecimiento de materia prima	Generación de Merma de Origen	3	5	Control de Calidad por muestreo de bobinas	2	30
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en proceso de corte de bobinas	Generación de Merma de Proceso o/y Origen	1	3	Control visual del operador	3	9
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en bancada formadora	Generación de merma de proceso	5	5	Control visual del operador Control de calidad del producto (muestreo)	5	125
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en mesa de enfriamiento	Generación de merma de proceso	0	0	Ninguno	5	0
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en bancada calibradora	Generación de merma de proceso	5	5	Control visual del operador Control de calidad del producto (muestreo)	5	125
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en carro de corte	Generación de Merma de Proceso	1	4	Control visual del operador	4	16
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en almacenamiento de producto terminado	Generación de Merma de Proceso	2	4	Ninguno	5	40
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en dedimpler	Generación de Merma de Proceso	1	1	Control visual del operador	3	3
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en probador hidrostático	Generación de Merma de Proceso	1	1	Ninguna	4	4
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en galvanizado	Generación de Merma de Proceso	0	0	Control visual del operador	3	0
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en enderezador	Generación de Merma de Proceso	1	1	Control visual del operador	4	4
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en tronzadora	Generación de Merma de Proceso	0	0	Control visual del operador	3	0
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en Biseladora	Generación de Merma de Proceso	0	0	Control visual del operador	3	0
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla de roscadora	Generación de Merma de Proceso	0	0	Control visual del operador	3	0
Conformado de Tubos y Cañerías	Falla en embalaje de despacho	Generación de Merma de Proceso	0	0	Ninguno	5	0

Tabla 3 – Análisis AMFE del proceso de conformado de tubos y cañerías

Como se puede observar en la tabla anterior los puntos determinados como críticos en el proceso de conformado de tubos y cañerías son: abastecimiento de materia prima, bancada formadora, bancada calibradora, carro de corte y almacenamiento de producto terminado.

Análisis del proceso, Mermas generadas

Para realizar un control del material procesado en la planta se implementó un sistema de control de materiales que registra y clasifica todo el material que entra y sale del sistema. Este Sistema esta compuesto básicamente de formatos que son utilizados por los trabajadores durante el proceso de conformado. En ellos se registran los datos de los materiales consumidos, y de los generados, que incluyen los productos de primera y los desperdicios.

El objetivo de este sistema es reducir la merma generada, sea esta de Origen o de Proceso.

Definición

La merma de Origen se define como aquella ocasionada por problemas del material. La de Proceso se define como aquella generada por problemas durante el proceso productivo.

Luego de la aplicación de este Sistema de Control de Materiales se pudo clasificar a la merma generada en:

- Merma de Origen: 36.41 Tons. Anuales
- Merma de Proceso: 327.69 Tons. Anuales

Merma de Origen.-

La merma de Origen se clasificó por proveedor en:

Procedencia	Molino	Proveedor	% de Merma
Ucrania	Ilych Iron Steel Works	Duferco	76.1
Rusia	Servestal	Duferco	18
Venezuela	Siderurgica del Orinoco	Sidor	3.2
Kazakhstan	Ispat Karmet	Duferco	2.6

Tabla 4- Merma de Origen por proveedor

Merma de Proceso.-

La merma de Proceso se clasificó por defecto en:

Suma de KILOS	% merma	% Acum.
DEFECTO		
Tiras con Empate	29,76%	29,76%
Viruta	20,93%	50,69%
Tiras Abiertas	13,52%	64,21%
Tiras por Calibración	6,38%	70,59%
Despunte Fleje	6,34%	76,93%
Tiras Dañadas por Flejes Defectuosos (P.)	5,84%	82,78%
Tiras Abiertas por Punta y Cola	4,53%	87,30%
Tiras Dañadas por Flejes Defectuosos (C.)	2,25%	89,55%
Despunte Punta y Cola	1,95%	91,50%
Tiras Abiertas por Enhebrado	1,53%	93,03%
Tiras Golpedas	1,47%	94,50%
Tiras Fuera de Flecha	1,36%	95,86%
Tiras por Calibración (fin de campaña)	1,19%	97,04%
Tiras Cortas	0,95%	97,99%
Tiras Mala Limpieza	0,44%	98,43%
Tiras Torcidas	0,43%	98,86%
Tiras Picadas	0,33%	99,19%
Tiras con puntos de soldadura	0,29%	99,48%

Tiras Doble Capa	0,28%	99,75%
Tiras mal desbardado	0,10%	99,86%
Tiras Oxidadas	0,08%	99,93%
Tiras por Pruebas de Calidad	0,04%	99,97%
Tiras manchadas	0,02%	99,99%
Tiras Abiertas por Arranque	0,01%	100,00%

Tabla 5- Merma de Proceso por defecto

Diagrama de Pareto

Con los datos obtenidos de la tabla anterior se realizó un diagrama de Pareto de los principales defectos presentados, determinando como los más importantes:

- Tiras con empate
- Viruta
- Tiras abiertas
- Tiras por calibración
- Despunte de fleje
- Tiras dañadas por flejes defectuosos

Diagrama Causa - Efecto

Con estos defectos encontrados en el punto anterior se elaboró un diagrama causa efecto. Este análisis nos muestra los siguientes resultados:

Suma de % Total		
Defecto	Total	Acumulado
Falta / falla de mantenimiento	29%	29%
Falta de capacitación	23%	52%
Falta de instructivos escritos de operación	14%	66%
Problemas de material	14%	80%
Falta de planificación	6%	86%
Falta de personal	4%	90%
Falta de estándares de evaluación	2%	92%
Inconformidad de personal	2%	94%
Falta de mantenimiento de la estructura	2%	95%
Falta de equipos y suministros	2%	97%
Tecnología usada	1%	98%
Falla de control de indicadores	1%	99%
Falla en redes públicas	1%	100%

Tabla 7- Causas primarias de defectos

Como se puede apreciar en la tabla anterior, existen 4 causas consideradas como primarias que generan el 80% de los defectos durante el conformado de tubos y cañerías. Este resultado junto al obtenido en el AMFE del proceso nos servirá para realizar el planteamiento de mejoras.

Planteamiento de alternativas de mejora

Se elaboraron planes de acción para cada una de las causas consideradas como primarias en las operaciones consideradas como críticas. Entre los planes de acción podemos encontrar:

Plan de mantenimiento

- Rectificado total por línea de rodillos.
- Construcción de elementos mecánicos para tubera.
- Plan de mantenimiento operativo.

- Construcción de elementos mecánicos de carro de corte.
- Rectificado de cuchillas de slitters.
- Nivelación y alineación de los rieles de los puentes grúa.
- Placa de porta rollos de slitters.

Plan de capacitación

- Capacitación de armado y calibración.
 - Elaboración de patrones.
- Capacitación en autocontrol de operaciones.
 - Elaboración de formatos.
- Capacitación de personal de recepción de materia prima.
 - Compra de instrumentos de medición.
- Capacitación de personal de ULP.

Plan de instructivos escritos de operación

- Elaboración de instructivos escritos de operación.

Plan de falla de materiales

- Control estadístico de materia prima

Cada uno de estos planes se evaluó económicamente para establecer su factibilidad, para este análisis se calculó el VAN y el TIR de los proyectos obteniendo el siguiente resultado:

Detalle	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año
Plan de Mantenimiento	\$ 56.375	\$ 39.265	\$ 44.425	\$ 39.265
Plan de Capacitación	\$ 20.132	\$ 72	\$ 15.129	\$ 4.355
Instructivos escritos de control	\$ 3.900	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Control estadístico de proveedores	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800
	\$ 85.207	\$ 44.137	\$ 64.354	\$ 48.420

Tabla 8- Propuestas de mejora

Tasa Vigente	3%	Valor Actual
Inversión inicial	\$ 85.207	\$ 85.207
Primer año	\$ 44.137	\$ 42.851
Segundo año	\$ 64.354	\$ 60.660
Tercer año	\$ 48.420	\$ 44.311
		\$ 233.029

Tabla 9- Valor presente de los planes de acción

Cálculo del VAN y el TIR						
VAN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	Importe de la INVERSIÓN	233.029				
Cash Flow previsto	-233.029	57.668	115.335	173.424	173.424	
Tasa de descuento (tipo de interés)	3,0%					
Valor Actual Neto - VAN	237.345,8					
Tasa Interna de Rentabilidad - TIR	34,0%					

Tabla 10- VAN y TIR de las propuestas de mejora

Como se puede observar en la tabla anterior tanto el VAN y el TIR de la inversión a realizar hacen considerar a esta como rentable por lo que se acepto y autorizo por parte de la Directiva la ejecución de las alternativas planteadas.

Implementación de alternativas de mejora

Se realizó una implementación piloto de las alternativas propuestas y autorizadas por la Directiva de la empresa obteniendo como resultado al final del periodo de prueba, la reducción de la merma generada en el proceso de conformado de tubos y cañerías de 2.7%, lo que representa un ahorro de \$113.651,66 anuales. Este valor obtenido supera las expectativas de la Gerencia que pronosticaban una reducción del 1.37%.

CONCLUSIONES

La ejecución de las alternativas de mejora permitió de den resultados adicionales, como por ejemplo con el programa de mantenimiento se logro además de reducir la merma, bajar los tiempos muertos o detenciones inesperadas provocadas por las fallas de diferentes centros productivos.

La reducción de estos tiempos, luego del segundo mes de implementación piloto en el área de tuberías, animó a la alta Gerencia a coordinar junto al departamento de Mantenimiento y Producción la creación, planificación e implementación del programa de mantenimiento operativo en toda la planta. Después de 5 meses de implementación de este programa la reducción de los tiempos muertos generó un aumento en la producción global en la planta de 5850 Tons, a 7800 Tons. Este valor global de producción se logró sin aumentar el número de horas hombre y disminuyendo las horas de sobre tiempo de los sábados de toda la planta, reemplazándolas por las de mantenimiento operativo de los trabajadores designados.

El plan de mantenimiento operativo brindo un beneficio adicional, el conocimiento de cada centro por parte de su grupo de trabajo, es decir que cada operador y ayudante conoce su máquina, su funcionamiento y como realizar reparaciones menores, lo que permitió que los mecánicos pudieran direccionar las horas de trabajo a reparaciones mayores e instalación de nuevos equipos y mejora de los existentes.

La merma de origen de 32041.34 Kilos que representaba el 8.8% de la merma total, se redujo después del programa de control de proveedores hasta tener luego de la implementación del programa piloto un total de 19302 Kilos de merma lo que representa una reducción del 39.75% de este rubro.

Otro resultado de la implementación de este programa es la posibilidad que tiene la Gerencia General de proceder con los reclamos de manera formal a la aseguradora encargada de la materia prima, por problemas con las características como peso, sobre o bajo espesor, o problemas de calidad como oxidación, superficies manchadas, onduladas o quebradas, laminas picadas entre otras. El valor de los reclamos efectuados no puede ser determinado en esta tesis debido a que los valores se manejan de forma confidencial en la Gerencia General.

Al igual que la merma de origen, la merma de proceso se redujo en un 38.9% después de la implementación piloto de los planes elaborados, lo que representa una reducción de 129325.23 Kilos.

El plan de autocontrol de los procesos permitió que los propios operadores puedan detectar, analizar y realizar las correcciones respectivas en los procesos cuando se presenta algún tipo de defecto durante una corrida de producción, para asegurar de esta manera que los productos elaborados cumplan con las normas de calidad internas usadas en la empresa.

A pesar de que los planes implementados como el de mantenimiento o el de capacitación son programas que se llevan a cabo casi en todas las empresas, en la nuestra tuvieron bastante éxito en la consecución y superación de las metas esperadas por la Gerencia General y la Directiva.

Es importante acotar que el éxito de los planes implementados se basó principalmente en el compromiso adquirido por los trabajadores, y el nivel de mando medio. Los objetivos

planteados por la administración de producción fueron comprendidos y compartidos con todo el personal operativo dando como resultado todo lo descrito anteriormente.

REFERENCIAS

1. Robert López "Reducción de Desperdicios en una Línea Procesadora de Tubos y Cañerías de Acero" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2005)
2. Nassir Sapag Chain – Reinaldo Sapag Chain; Preparación y Evaluación de Proyectos (Cuarta Edición, Mc Graw Hill – Interamerica, Chile 2002) pp. 293 - 321
3. William K. Hodson; Maynard, Manual del Ingeniero Industrial (Cuarta Edición, Mc Graw Hill, México 1996) pp. 5.62 - 7.-61.
4. Dileep R. Sule, Instalaciones de manufactura (Segunda Edición, Thomson Learning, México 2001) pp. 135 -185.
5. IPAC S.A., Catálogo de Productos (Dpto. de Mercadeo, Ecuador 2004)
6. IPAC S.A., Manual de Aceros (Dpto. de Técnico, Ecuador 2002)
7. Licoyán Portus Govinden, Matemáticas Financieras (Cuarta Edición, Mc Graw Hill)pp. 123-125.
8. e.ditor Consulting, Cálculos y Funciones Financieras, www.plandenegocios.com