
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS PARA EVALUAR LOS FACTORES QUE REGULAN LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VARILLA DE ACERO CORRUGADO

Jonatan Benjamín Solares Salazar

Mtro. en Ingeniería de Mantenimiento
jb_deseret2502@hotmail.com

Roberto Alejandro Aguilar Rivas

Asesor
Dr. en Metalurgia
raarivas@hotmail.com

Resumen

Los paros de producción no programados tienen un efecto perjudicial en el proceso productivo. Como parte del control de un proceso, se establecen metas, si el tiempo de una meta es afectado por un paro no programado afectará la producción y por ende, la eficiencia. El análisis tomó los paros de producción no programados, para estratificar la información obtenida encontrando los problemas de raíz a ser corregidos.

El análisis modal y efectos permitieron encontrar diferentes modos de fallos de un proceso y determinar una solución o acción correctora al fallo. Los análisis se enfocaron en el número de prioridad de riesgo (NPR) más elevado. Se definieron acciones para la corrección de modos de fallo específicos. Las acciones se clasifican como aumento de controles y ejecución de procedimientos. Las acciones disminuyeron el NPR y la severidad del fallo, la frecuencia del suceso o la probabilidad de no detección. Los controles deficientes y ejecución de procedimientos, son factores que deben ser fortalecidos para la evitar la reducción de la eficiencia del proceso de laminación.

Palabras clave

Paro, eficiencia, fallos, factores, laminación.

Abstract

The unscheduled production stoppages have a detrimental effect on the production process. As part of a process control goals are set, if a goal time is affected by a stoppage unscheduled the production and therefore efficiency is affected. The analysis took the unscheduled production stoppages, in order to stratify the information obtained and finding the root problems to be corrected.

The modal analysis and effects allowed to find different failure modes of a process and determine a solution. The analysis focused on the priority number irrigation (NPR). Higher actions to the correction of specific failure modes are defined. The actions are classified as increased controls and enforcement procedures. NPR actions decreased as the severity of the failure, the frequency of occurrence or the probability of detection increased. Poor implementing controls and procedures are factors that should be strengthened to avoid reducing the efficiency of the rolling process.

Keywords

Stoppage, efficiency, failures, factors, rolling mil.

Desarrollo del estudio

El proceso de laminación de varillas de acero corrugado se ve limitado como todo proceso, por las discontinuidades, las cuales comprenden situaciones que interrumpen el proceso de producción directamente o contribuyen a tener un producto final que no es de primera calidad. Mediante los métodos de estratificación, gráfico de Pareto y análisis modal de fallos y efectos, se traza una línea de análisis que permite tomar las situaciones a granel que perjudican el proceso de producción y enfocar los esfuerzos en encontrar los factores que regulan la eficiencia del proceso productivo.

Dentro de la planta de laminación, durante cada semana existen varios turnos de producción, en los cuales se llevó un control detallado de cada problema que causó un paro de producción o producto final que no fue de primera calidad.

Se tomó nota del área involucrada, del tiempo total para reiniciar la producción, causa principal que ocasionó el problema y la descripción minuciosa del mismo.

Se tomaron los tiempos de paro de producción de 6 meses seguidos, analizándose los mismos en forma semanal tomando en cuenta la continuidad de producción del proceso de fabricación de varillas de acero corrugado.

De acuerdo al marco teórico, el proceso de laminación es muy amplio por lo que encontrar las causas que originan los problemas requiere mucha atención y conocimiento del proceso. Los estratos propuestos se encontraron con una alta frecuencia en aparición o con un impacto en el tiempo de paro muy alto. Se desecharon los estratos por ubicación, debido a que la ubicación donde se presentaron las fallas no estaba relacionada con la raíz del problema en muchos de los casos.

La agrupación de los paros de producción originó una lista de procesos o funciones que debían ser evaluados a detalle para ser mejorados y así reducir su participación en paros de producción que afecten directamente el proceso de laminación.

Resultados obtenidos

El análisis de Pareto permite tener una vista más clara sobre lo que es importante tratar para llegar a una conclusión. Dicho análisis marca que el 80 % de los tiempos de paro comprende el 36 % de los problemas.

Los modos de fallo consisten en un elemento o sistema que no cumple con las especificaciones requeridas. Ello es un defecto de una función, por lo tanto limita la calidad del producto final al grado de ponerla en riesgo; el proceso debe ser interrumpido, corregir la falla y garantizar el trabajo correctivo o preventivo para luego reanudar la producción.

Los modos de fallo son la principal razón de las interrupciones del proceso de producción. Además, la productividad del proceso se reduce con el desaprovechamiento de la materia prima, lo cual va ligado a los paros de producción no programados.

El análisis modal de fallos y efectos proporciona un NRP que representa el producto de los valores de: gravedad de fallo, probabilidad de ocurrencia y probabilidad de no detección. Cada posible modo de fallo de la operación o problema evaluado genera una acción correctora, la cual es un factor deficiente que debe ser fortalecido y por ende un factor que afecta la eficiencia del proceso de laminación.

Las acciones implantadas son la versión específica de los factores, ya que las acciones se encuentran dentro de un procedimiento establecido previamente que no se está cumpliendo correctamente o son parte de un control que no se está llevando.

El aumento de control y la ejecución de procedimientos resaltan como los principales factores que deben ser corregidos. El fortalecimiento de los controles para evitar que sean deficientes y no permitir la ausencia de ejecución de procedimientos establecidos, contribuirá considerablemente a disminuir el NPR según el análisis AMFE y como consecuencia, el modo de fallo tiende a desaparecer.

Los dos factores son determinantes en los modos de fallo del proceso en análisis.

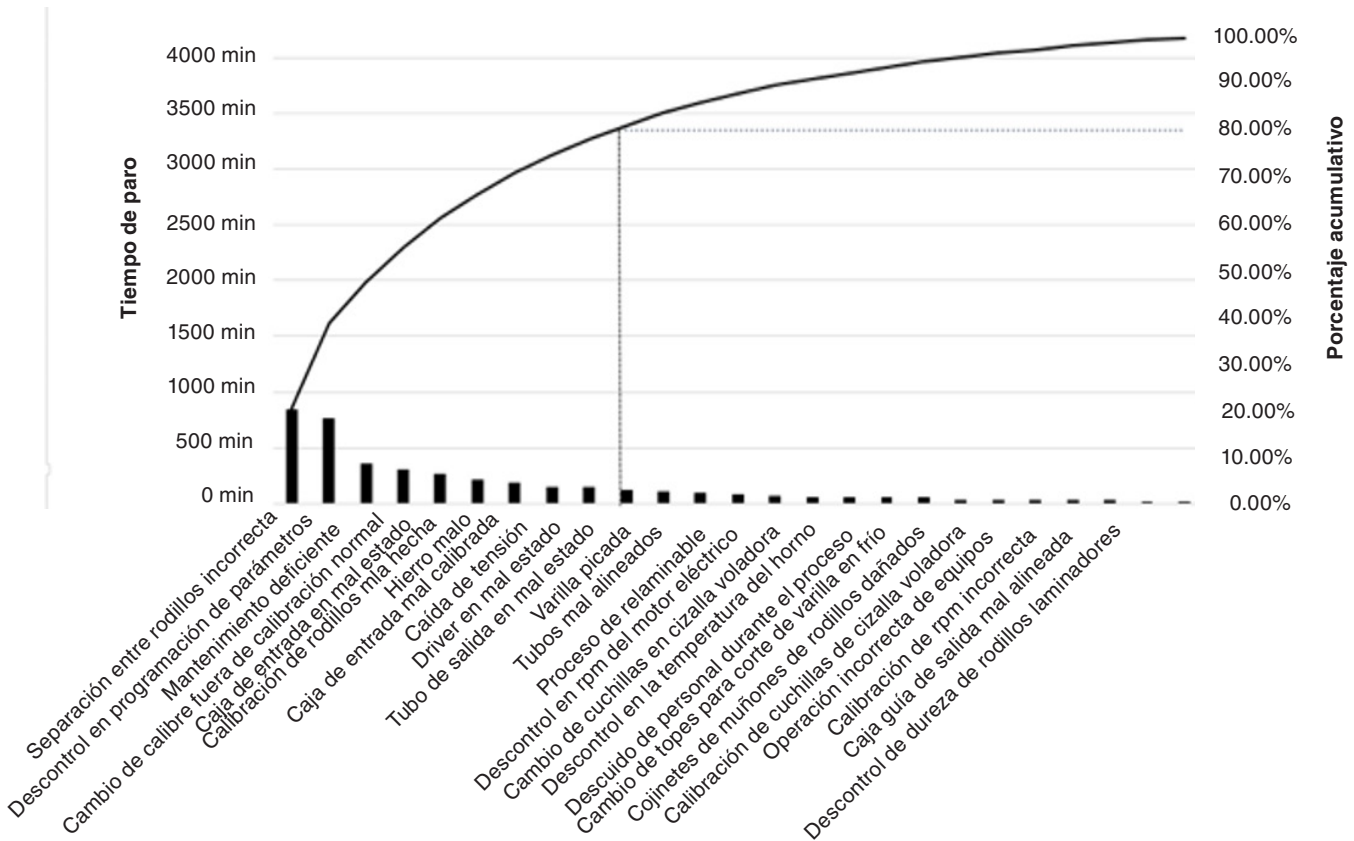


Figura 1. Diagrama de Pareto.

Fuente: elaboración propia.

Tabla I. Análisis modal de fallos.

Operación o función	Modo de fallo	Efecto de fallo	S	G	Causas de fallo	O	Controles actuales	D	NPR inicial	Acción correctora	Responsable	Acción implantada
Separación entre rodillos de laminación	Figura de laminación de tamaño incorrecto	Figura no entra al siguiente pase	8	6	Diseño de calibración incorrecto	4	Muestreo	10	320	Calibración inicial de acuerdo al estándar	Supervisor	Muestreo de figuras del proceso luego de la calibración inicial
	Daños a motor eléctrico	Interrupción en la continuidad del proceso	10	6	Descontrol en el desgaste del calibre	3	Muestreo	1	30	Refrigeración adecuada	Operador	Limpieza y mantenimiento continuo de sistema de refrigeración
	Producto final de segunda	Baja productividad	10	6	Calibración inicial incorrecta	2	Muestreo	1	20	Revisión de alturas de figuras durante la calibración inicial del molino	Supervisor	Control de separación entre rodillos durante el proceso
	Desprendimiento de material	Daños a caja guía	8	6	Descuido del operador	6	Muestreo	6	288	Revisión minuciosa del área de cada caja durante el proceso	Operador	Revisión del área de cada caja guía durante el cambio de calibre
	Daños a caja de entrada	Figura no entra al siguiente pase	8	6	Descontrol en el peso final de la varilla	6	Muestreo	1	48	Graduación correcta en apertura entre rodillos de caja guía	Operador	Calibrar cajas guías con muestras estandarizadas por cada medida de producción

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. *Acciones implantadas.*

Acciones implantadas	Factores
Extraer muestras de las figuras del proceso luego de la calibración inicial	Ejecución de procedimientos
Revisar el área de cada caja guía durante el cambio de calibre	Aumento de control
Estandarizar parcialmente los parámetros	Ejecución de procedimientos
Revisar los parámetros programables previo al arranque	Ejecución de procedimientos
Revisar la longitud de la varilla por parte del operador	Aumento de control
Supervisar de manera programada y eficiente	Mejora en la supervisión
Aumentar de compromiso de los colaboradores hacia su responsabilidad	Factor humano
Proponer la programación de producción para 3 meses	Aumento de control
Controlar la dureza superficial de rodillos previo a su ingreso a producción	Aumento de control
Asegurar un sistema de lubricación continuo y eficiente	Aumento de control
Calibrar la separación entre rodillos de cajas guías con muestras estandarizadas	Ejecución de procedimientos
Calibrar con una varilla corrugada los rodillos bajo la supervisión del operador	Mejora de la supervisión
Alinear tubos de entrada y salida, así como equipos periféricos	Ejecución de procedimientos
Clasificar la materia prima previa a su ingreso al horno de laminación	Ejecución de procedimientos
Cortar homogéneamente en cizallas voladoras de despunte	Aumento de control
Calibrar la separación entre rodillos de cajas guías con muestras estandarizadas	Ejecución de procedimientos
Revisar detalladamente cada parte de la caja en paros de producción y mantenimiento	Ejecución de procedimientos

Fuente: elaboración propia.

Discusión de resultados

¿Qué factores básicos inciden el proceso de laminación en caliente?

Los factores, controles deficientes y ejecución de procedimientos, son factores que deben ser fortalecidos para la evitar la reducción de la eficiencia del proceso de laminación.

¿Qué modos de fallo existen en las etapas del proceso de laminación de acero corrugado?

Los modos de fallo consisten en un elemento o sistema que no cumple con las especificaciones requeridas. Ello es un defecto de una función, por lo tanto limita la calidad del producto final al grado de ponerla en riesgo; el proceso debe ser interrumpido, corregir la falla y garantizar el trabajo correctivo o preventivo para luego reanudar la producción. Los fallos que tienen un número de NRP elevado, los cuales se enlistan en cada análisis modal de fallos y efectos efectuado contribuyen en mayor grado a provocar paros de producción por deficiencias en las etapas desde el calentamiento del acero hasta el enfriamiento.

¿Qué relación existe entre los modos de fallo, los paros de producción no programados, los factores y la eficiencia del proceso?

En un principio se estableció que la principal causa de la reducción en la eficiencia es causada por los

paros de producción. El análisis modal de fallas y efectos fue determinante para encontrar los factores que regulan la eficiencia del proceso de producción. El análisis determinó de manera muy objetiva cada una de las acciones correctoras e implantadas para un modo de fallo, ello permite concluir de manera firme y certera teniendo una base sólida en análisis y resultados.

¿Qué propuesta de mejora para el proceso se puede presentar?

La particularidad del proceso de laminación necesita varios métodos de análisis para conseguir un resultado y el orden en que fueron usados lo permitió, desde la información general hasta la específica. Por ello aplicar los sistemas de gestión de calidad, de tal manera que se utilicen varias herramientas de acuerdo a la información obtenida. Aplicar la estratificación para clasificar los problemas, el diagrama de Pareto para establecer prioridades y el análisis modal de fallos y efectos para llegar a la raíz de los problemas.

Si la falta de controles en el proceso de producción y la ausencia de aplicación de los procedimientos establecidos causan modos de fallo que implican paros de producción, entonces la eficiencia del proceso de producción de varilla de acero corrugado en los trenes de laminación será reducida.

Conclusiones

1. Los factores básicos que inciden en el proceso de laminación en caliente son en el control deficiente de procesos y la no ejecución de procedimientos de producción ya establecidos.
2. Los modos de fallo que tienen origen en los paros de producción y que tienen un número de NRP elevado, los cuales se enlistan en cada análisis modal de fallos y efectos efectuado, afectan las etapas de calentamiento del acero, la transformación y el enfriamiento del mismo.
3. Los modos de fallo dentro del proceso de laminación de acero originan los paros de producción no programados que son clasificados por la estratificación, el diagrama de Pareto que permite enfocar los esfuerzos de análisis en lo relevante, y el análisis modal de fallas y efectos facilita definir los factores que regulan la eficiencia del proceso, debido a lo imposible que resulta mantener la continuidad en un proceso cuando es interrumpido.
4. La propuesta de mejora está formada por la aplicación de la estratificación juntamente con el diagrama de Pareto, que permiten definir los problemas relevantes que ocasionan paros de producción no programados; el análisis modal de fallas y efectos que determina acciones correctivas. En conjunto forman una propuesta de mejora a los problemas identificados en el proceso de producción.

Recomendaciones

1. Evaluar los controles del proceso productivo y los procedimientos de operación dentro de los trenes de laminación, para evitar que el control deficiente de procesos y la no ejecución de procedimientos de producción ya establecidos, afecten negativamente la eficiencia del proceso.
2. Evaluar continuamente las acciones implantadas dentro del análisis modal de fallos y efectos para disminuir considerablemente los NRP más altos de los modos de fallo de las operaciones o funciones bajo análisis.

3. Utilizar la gestión de calidad para mejorar la eficiencia del proceso aumentar la calidad de los controles de producción y de la ejecución de los procedimientos de operación.
4. Elaborar un plan de prevención que permita identificar posibles fallas en el proceso de laminación y eliminarlas, ya sea al analizar el proceso por medio de un análisis modal de fallos y efectos o algún otro que enfoque los esfuerzos de prevención en erradicar problemas de raíz.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, R. (1999). *Características técnicas del acero para la construcción en el nuevo milenio*. El Salvador : Construxpo'99.
- Aguilar, R. (2012). *Introducción a la metalurgia-Proyecto de investigación metalúrgica EIM*. Guatemala: FIUSAC
- Calderón, O. (2001) *Laminación en caliente de aceros comerciales para fabricación de redondos corrugados*. (Tesis de Ingeniería Mecánica). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Gutiérrez, Humberto. (2010). *Calidad total y productividad*. México: McGraw- Hill /Interamericana Editores.
- Hernández, C. (1991). *Metodología de la investigación*. México: McGraw- Hill.
- Summers, Dona. (2006). *Administración de la Calidad*. México: Pearson Educación.
- Wusatoski, Z. (1969). *Fundamentals of rolling*. Londres: Pergamon.