

Detección de fallas en el proceso de rolado de perfil C destinado a invernaderos

GÓMEZ-ÁGUILA, María Victoria

M. Gómez

Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5, Carretera México-Texcoco. Chapingo. CP 56 230 Tel (01)595-9521500
mvaguila@hotmail.com

F. Pérez, E. Figueroa, L. Godínez, R. Pérez (eds.) Ciencias de la Biología, Agronomía y Economía. Handbook T-II.-
©ECORFAN, Texcoco de Mora, México, 2017.

Abstract

It has been demonstrated that greenhouse cultivation increases the yield of agricultural products, the rolling machines facilitate manufacturing of these structural elements. In this paper the analysis of 8 sets of sheets is performed, detecting more problems on the set number five. With reference of the results of finite element analysis, a horizontal alignment of the rollers is recommended, a greater number of rolling passes for this profile should be worked to a strain rate of 20 to 30 m / min. The pressure rollers exert on the sheet must be greater than 240 MPa to prevent deflection. Also, the hardness of the roller of the rolling machine was studied and identified the steel is tool grade with a possible heat treatment of quenching in water to facilitate the choice of the profiles to roll

9 Introducción

Se ha demostrado que el cultivo en invernaderos incrementa el rendimiento de los productos agrícolas. Las máquinas roladoras de tubos, perfiles y láminas de dos o tres rodillos motrices, son ideales para fabricar todo tipo de escaleras de caracol, espirales en tubo, bridas para tubería, invernaderos, barandas, mesas, sillas, puertas e incluso ventanas.

En aras de optimizar los elementos estructurales que se diseñan para la construcción de los invernaderos se manufacturan perfiles con diferentes geometrías garantizando así la rigidez y resistencia necesarias para el trabajo confiable sin peligro de falla de dichas instalaciones (invernaderos).

Un cilindro perfecto cada vez, en diámetros que varían desde los de brazaletes de cobre hasta los de tubos galvanizados hechos a la medida - eso es lo que le proporciona la moldeadora de rodillos deslizantes - constituye un excelente trabajo para el diseño y construcción de elementos estructurales y/o máquinas, y aparentemente muy fáciles de operar, empleando para ello un mínimo de equipos puede ser utilizadas para lámina de hierro de calibre 20 con un ancho igual a la capacidad máxima de 12" de sus rodillos, y aún láminas más gruesas con anchos menores, o láminas de cobre, aluminio y latón, son totalmente ajustable para permitir formar tubos con juntas de cierres o juntas remachadas o soldadas con cualquier diámetro desde 1 5/8" en adelante, y también permite efectuar con rapidez trabajos tales de lámina metálica como la hechura de linternas de jardín y canalones de medio bocel, sin embargo en la actualidad se ha detectado un problema en la manufactura de determinados perfiles, y dentro de ellos el perfil con mayor afectación es el perfil en C.

Se idéntica como problema principal que la máquina roladora de perfil C de 8 sets de laminación presenta problemas en el set número 5, provoca que la lámina se deforme en el centro del perfil dejando incompleto el proceso de rolado. En el presente proyecto se realiza el estudio de las estaciones de la máquina, la detección de las fallas, se realiza el análisis por elementos finitos (Hall *et al.*, 2011; Hibbeler, 2010; Hibbeler, 2012; Mott, 2011; Shigley, 2011; Faires, 1999), análisis de dureza y se proponen las recomendaciones para el perfeccionamiento de la máquina.

9.1 Metodología

La metodología del diseño que se utilizó es la que se emplea en el diseño mecánico de máquinas y sus partes, realizar la lluvia de ideas, se analizan las estaciones de trabajo, y se identifica los problemas en su funcionamiento, se realizan las recomendaciones pertinentes para solucionar la problemática

9.2 Desarrollo

La roladora de perfil C de 8 sets de laminación (figura 9), presenta problemas en el set número 5, provoca que la lámina se deforme en el centro del perfil dejando incompleto el proceso de rolado. Al analizar el funcionamiento de la roladora, (set 5) (figura 9) y escuchar los criterios del operador, se identifican los siguientes problemas:

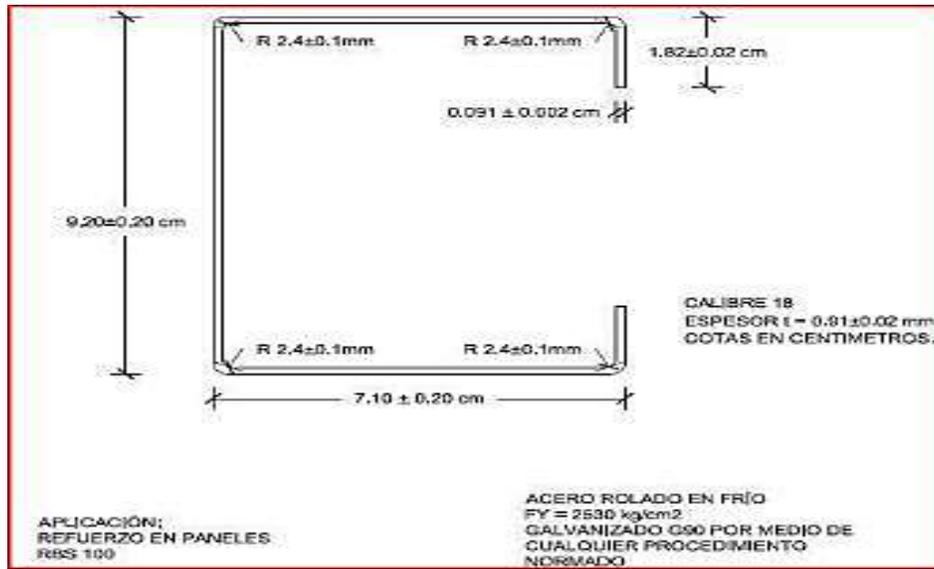
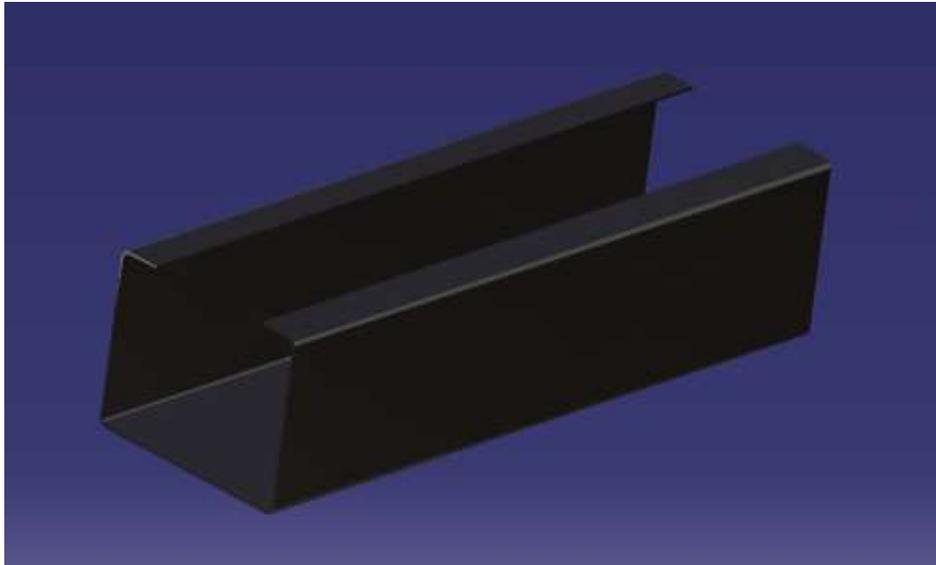
- El ángulo al que se dobla la lámina en el Set 5 es demasiado grande.
- La velocidad de deformación de la lámina es demasiado grande.
- La presión de los rodillos no es correcta.
- La alineación de los rodillos a lo largo de la roladora no es correcta.
- Deficiente lubricación afectando el correcto funcionamiento y formado de la lámina.

Figura 9 Roladora, falla set 5



Al analizar el funcionamiento de la roladora, (set 5) (figura 9) y escuchar los criterios del operador, se identifican los siguientes problemas:

- El ángulo al que se dobla la lámina en el Set 5 es demasiado grande.
- La velocidad de deformación de la lámina es demasiado grande.
- La presión de los rodillos no es correcta.
- La alineación de los rodillos a lo largo de la roladora no es correcta.
- La falta de lubricación afecta el correcto funcionamiento y formado de la lámina.
- Acorde a las dimensiones de la roladora, se definen las medidas (figura 9.1) que deberá tener el perfil C (figura 9.2).

Figura 9.1 Medidas del perfil C**Figura 9.2** Perfil C

9.2.1 Análisis de la geometría del perfil

El ancho de la lámina requerido para producir algún tipo de forma, se determina haciendo un plano a gran escala, dividiéndolo en componentes rectos y curvados. Los lados externos y el eje neutral de las caras de cada segmento curvado, pueden ser tratados como arcos circulares. Para dobleces que tengan un radio interior mayores de dos veces el ancho del acero como se presenta en nuestro caso, el eje neutral es localizado en aproximadamente la mitad de la distancia entre la superficie interna hacia la superficie externa del doblez. Cuando el segmento curvado sea de hasta dos veces el ancho, el ancho de la lámina w se determina según la ecuación 9:

$$w = 0.01745\alpha \left(r + \frac{t}{2} \right) \quad (9)$$

Donde:

w = ancho de lámina necesaria para formar el perfil

α = ángulo de doblado

r = el radio interior del doblado

t = calibre del material

0.01745 = factor de conversión de grados a radianes

El ancho total necesario para desarrollar el perfil, sería la suma de todas las partes externas del perfil. En nuestro caso el ancho necesario de lámina *considerando medidas óptimas*; 4 ángulos de 90° es de $w = 0.01745 \times 90 \times \left(2.4mm + \frac{1mm}{2}\right) \times 4 = 18.22mm$

Para el ancho total, las medidas en las secciones rectas deben ser medidas internas

$$w_{total} = (92 - 2) + 2(71 - 2) + 2(18.2 - 1) + 18.22mm = 280.62mm$$

Considerando tolerancias positivas; 4 ángulos de 90°

$$w = 0.01745 \times 90 \times \left(2.5mm \times \frac{1mm}{2}\right) \times 4 = 18.85mm$$

$$w_{total} = (94 - 2) + 2(73 - 2) + 2(18.4 - 1) + 18.85mm = 287.65mm$$

Velocidad de trabajo. La velocidad usada en este tipo de trabajos, varía entre 0.46 hasta 244 metros por minuto. Las velocidades comúnmente usadas en este tipo de deformación son entre 20 y 30 metros por minuto. Lo que influye directamente para establecer la velocidad óptima de trabajo depende de: composición del material de trabajo, esfuerzo de cedencia del material y dureza del material, espesor, severidad en la deformación del material, corte a longitud deseada, número de estaciones, uso de operaciones auxiliares, uso de lubricantes

Análisis por elementos finitos.

Para el desarrollo del análisis se emplea la herramienta CAD – CAE para el diseño de dos pases de laminación (figura 9.3 a y figura 9.4 b), así como; para el análisis de elemento finito de la lámina galvanizada de calibre 18.

Para ello se realiza la simulación del comportamiento de los perfiles rolados sin modificar la máquina (cambio de rodillos) (figura 9.5) y con el cambio de rodillos (propuestos) (figura 9.6) y se observa una disminución de los esfuerzos y deformaciones en los perfiles.

Se observa que la lámina 1 (figura 9.5), presenta deformaciones indeseables en el pase de laminación 5, por lo que con el análisis de elemento finito se identifica la zona media con magnitudes mayores de los esfuerzos normales y las deformaciones, que al inicio del doblado es más largo en la segunda imagen (Figura 9.4), siendo menos abrupta el proceso de doblado.

Las zonas coloreadas con mayor intensidad representan puntos críticos en donde el stress es mayor, es decir son puntos donde la pieza muy probablemente fallara al someterse a las fuerzas de los rodillos (figura 9.5 y 9.6)

Figura 9.3 Proceso de formado del perfil

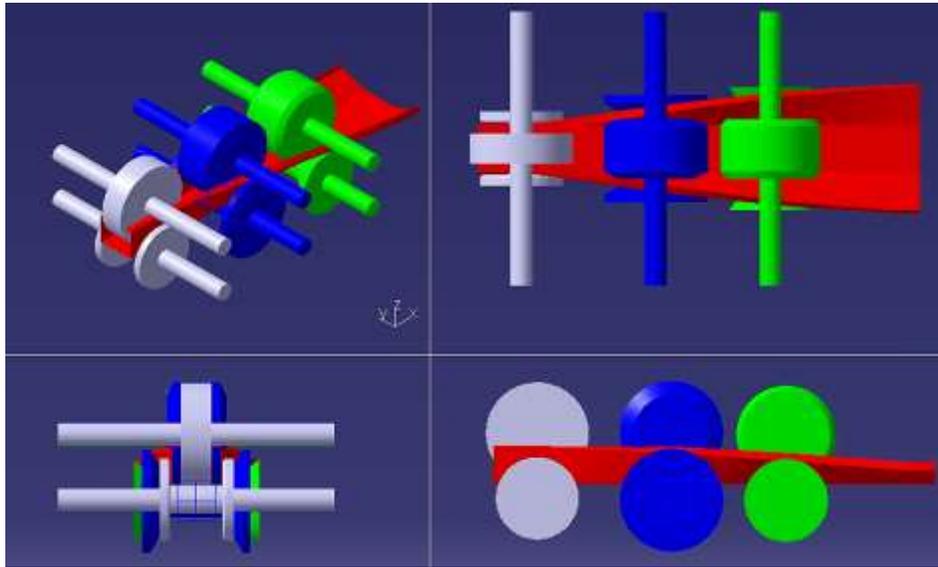


Figura 9.4 Proceso de rolado en dos pases

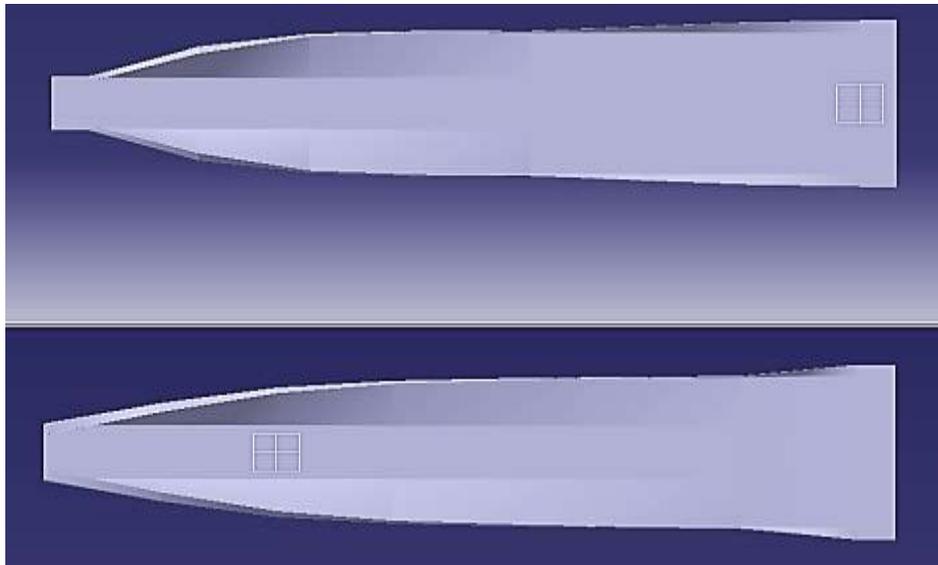


Figura 9.5 Simulación con configuración y rodillos anteriores

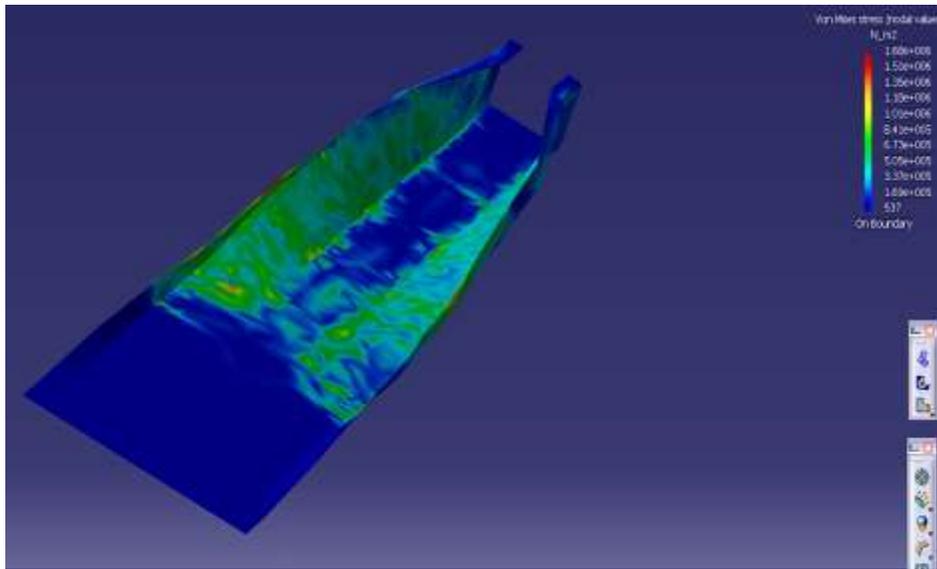
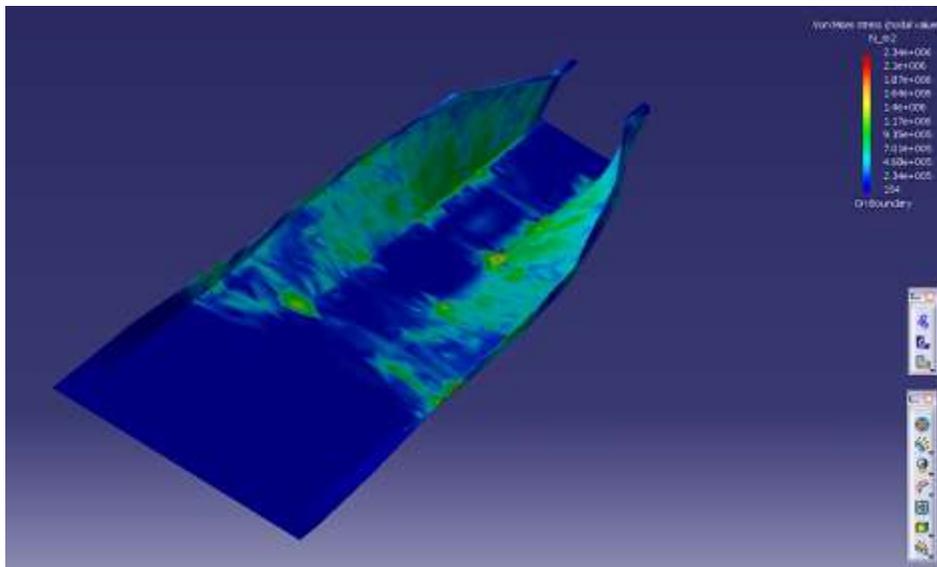


Figura 9.6 Simulación con configuración y rodillos propuestos



El análisis de los desplazamientos de las láminas (figura 9.7 y 9.8), muestran que la configuración y rodillos propuestos el mayor desplazamiento se presenta en los Sets 7 y 8 que es donde el material ya sobrepasa los esfuerzos mayores, sin embargo en la simulación de la configuración y rodillos anteriores nos podemos dar cuenta que el mayor desplazamiento se presenta justo en el Set 5 y 6, que son los sets que causan problema.

Con la simulación por computadora se comprueba que los rodillos propuestos son correctos y provocan deformaciones dentro del rango permisible y la deformación progresiva según la figura 9.9.

Figura 9.7 Simulación de desplazamientos con configuración y rodillos propuestos

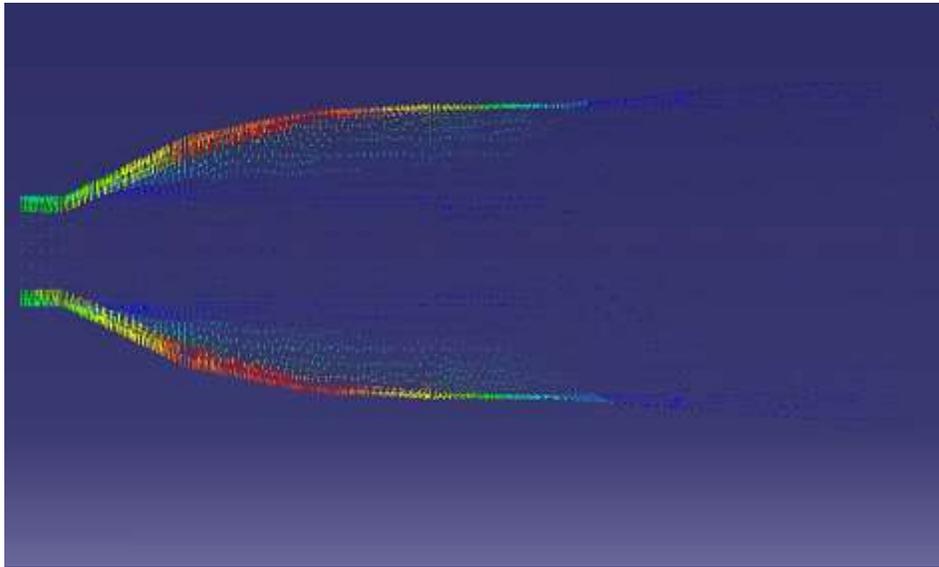


Figura 9.8 Simulación de desplazamientos con configuración y rodillos anteriores

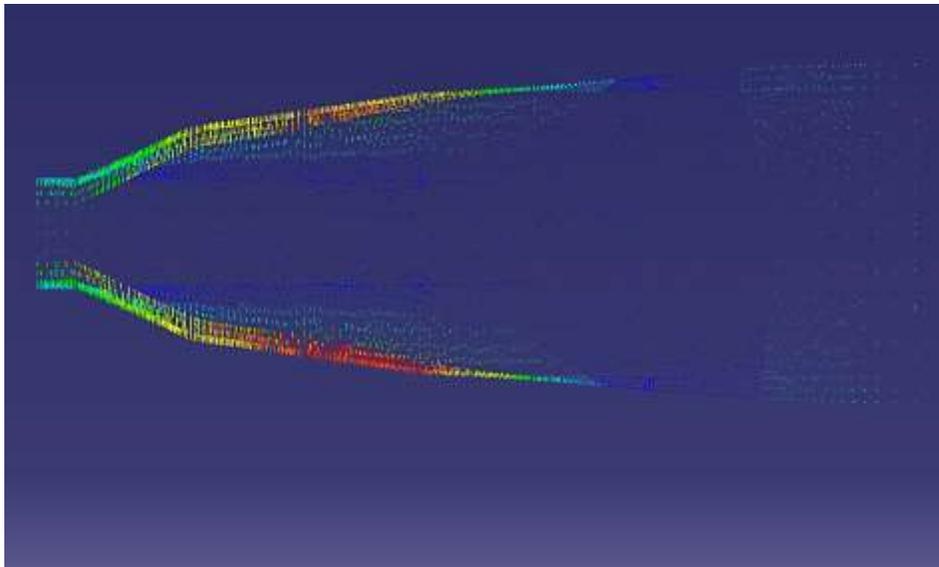
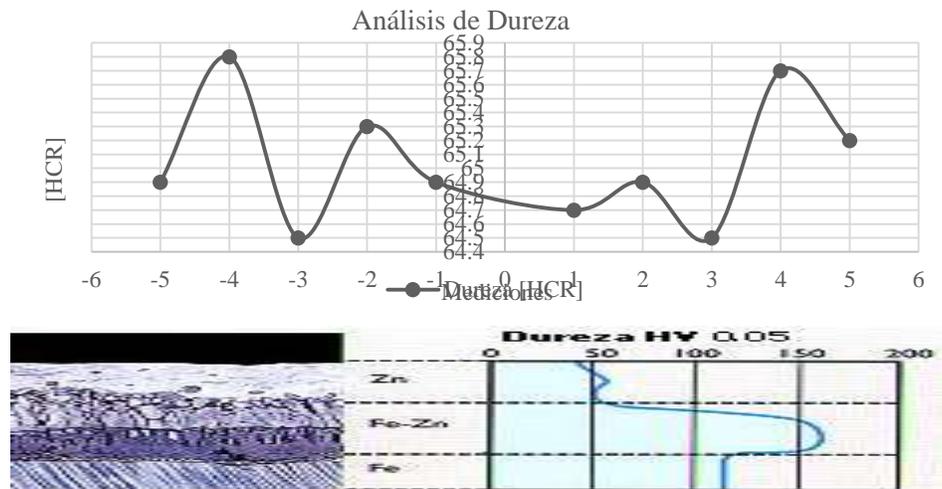


Gráfico 9 Diagrama de dureza de recubrimientos galvanizados

9.3 Conclusiones

Después de realizar la propuesta de modificación de las medidas de los rodillos, tratamiento superficial y simular el proceso de laminado, se puede concluir que la propuesta de modificación es confiable, no presenta errores, por lo que es factible realizar su fabricación. En cuanto al diseño del set número 5 y 8, determinamos con el apoyo de cálculos teóricos, así como herramientas de ingeniería y diseño por computadora, que nuestras propuestas de los rodillos son permisibles y tienen gran confiabilidad en cumplir su función en la vida real

9.4 Recomendaciones

Para lograr el buen funcionamiento del proceso de rolado recomendamos: realizar mayor número de pases de laminación para este perfil, lograr un acabado superficial de los rodillos uniforme, desbastado y escrupulosamente pulidos, velocidad de deformación entre 20 y 30 metros por minuto, separación entre sets de laminación la menor posible, presión de los rodillos mayor al esfuerzo de cedencia, alineación horizontal de los rodillos, los sets de laminación deberán mantenerse paralelos el uno al otro y que la lubricación se realiza de forma continua para evitar sobrecalentamiento y deformaciones indeseadas.

9.5 Referencias

Budynas, Richard G.; Nisbett J.Keith. Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley. Novena Edición. ISBN 978-970-10-6404-7. 2012. ISBN 978-607-15-0771-6. Mc Graw Hill.

Mott R. (2011). Machine Elements in Mechanical Design, EUA. Prentice Hall. Cuarta edición.

Shigley. (2012). Mechanical Engineering Design. México, DF, McGraw-Hill. Décima edición.

William F. Hosford, "Metal Forming", Prentice Hall, Primera Edición Estados Unidos de América 1983, pp. 250-254. Noviembre 18 de 2009.

W. A. Stadtler, "Metals Handbook", Vol.4, Editorial American Society for Metals, 8va edición, Estados Unidos de América 1979, pp. 224-231. Octubre 3 de 2009.