

# Método innovador de conformación de charolas de aluminio

Camarillo Jara Oscar Tomás, M.C.<sup>1</sup>, Frades Castedo Guillermo Ernesto<sup>2</sup>, Dr. C.

<sup>1</sup>Alumno de Posgrado de CIATEQ, México, [oscar.camarillo@mabe.com.mx](mailto:oscar.camarillo@mabe.com.mx), [oscar.camarillo@me.com](mailto:oscar.camarillo@me.com)

<sup>2</sup>Profesor investigador de CIATEQ, México, [gfrades@ciateq.mx](mailto:gfrades@ciateq.mx)

**Resumen—** *Mostrar un proceso innovador para manufacturar con troqueles una charola de aluminio que tradicionalmente se logra en no menos de 4 pasos (embutido, corte, barrido y formado de rizo) en un solo paso, es decir, en un solo golpe de prensa.*

**Palabras Clave—** *troqueles, pasos, embutido, rizo, golpe.*

## I. INTRODUCCION

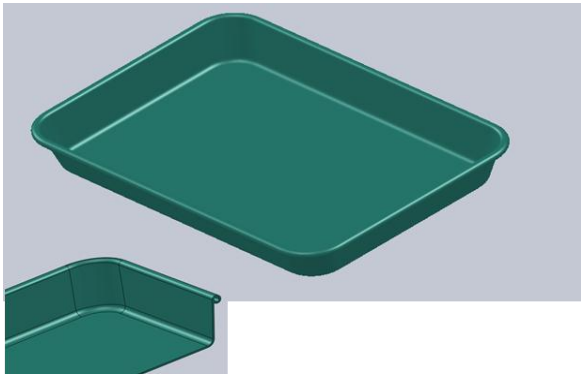


Fig. 1 Producto final

El proceso tradicional validado con 4 proveedores expertos en el mundo (Italia, Brasil, España y China) consta de 4 pasos que a continuación se describen:

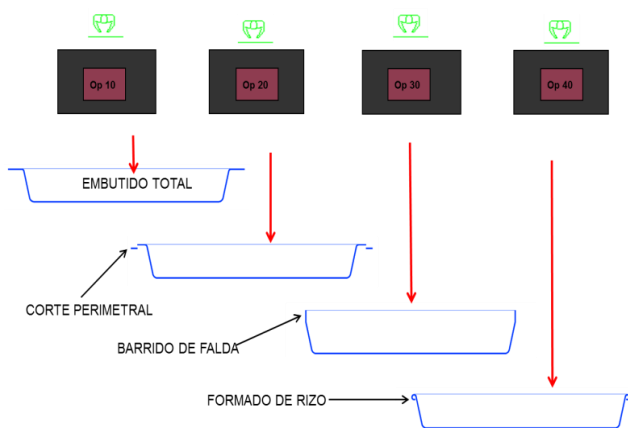


Fig. 2 Proceso Convencional

Como se puede observar el proceso requiere de 4 prensas, 4 herramientas (troqueles) y 4 operarios [1,7,14].

## II. METODO

- 1) Caracterización del material (Al 3003 H0 de 0.063”) de acuerdo a la norma JIS Z2201[2].

*Se utiliza una lámina de 39.37” x 39.37” de 0.063” de AL 3003-H0.*

- a) Se cortan 6 probetas en cada dirección de rolado: 6 a 0°, 6 a 45° y 6 a 90°.

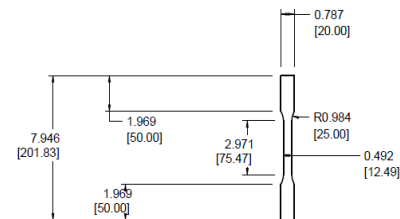


Fig. 3 dimensiones de la probeta

- b) Una vez realizadas las pruebas en la máquina universal marca “Instron” Modelo 3369, celda de carga 50KN, se obtienen las curvas esfuerzo-deformación verdadera [3,4,5].
- 2) Con las curvas esfuerzo-deformación reales se introducen los datos en el software de simulación “Altair Hyperform VII” y se procede a calcular las fuerzas requeridas en cada operación [5].
  - 3) Definir el concepto para integrar las 4 operaciones en un solo paso [1,7,9,10].

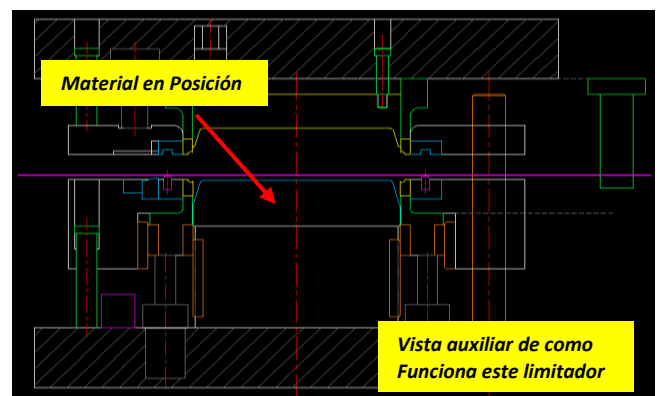


Fig. 3 Material en posición, Troquel abierto, avance de alimentador

### III. RESULTADOS ESPERADOS

En base a la combinación de las propiedades del material especificado y la combinación de los parámetros de proceso del formado de la parte, se logrará conformar el producto final en una sola operación y con un solo herramental.

### IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a los cálculos y pruebas desarrolladas hasta el momento se tiene una certeza del 90% de la factibilidad de manufactura en una sola etapa.

El hecho de manufacturar estas charolas en un solo paso impacta en lo que se muestra a continuación y la idea es poder extrapolar estos conceptos a otras aplicaciones en procesos similares en la Industria.

Ventajas:

- ✓ Disminución en un 75 % de las operaciones.
- ✓ El consumo de energía disminuye al menos un 40%.
- ✓ Se incrementa la eficiencia de los equipos (1 sola prensa vs. 4).
- ✓ Mayor seguridad en la operación.
- ✓ Disminuye el inventario en proceso al tener un solo paso de manufactura.

Como posibles desventajas se pueden mencionar:

- ✓ Mayor complejidad del herramental (troquel).
- ✓ Mayor atención en el mantenimiento del mismo.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a CIATEQ A.C. por el apoyo brindado durante el curso de mis Posgrados y en especial al Dr. Guillermo Frades Castedo por su asesoría y soporte durante el desarrollo de mi investigación hacia la conclusión de mi tesis.

### REFERENCIAS

- [1] Kurihara, Shoichi, Kurozumi y Suhichi, Notas Mejoramiento de Tecnología de Estampado y Troquelado, SIDESI, Querétaro, México, 2007.
- [2] D. Banabic, Sheet Metal Forming Processes, Constitutive Modelling and Numerical Simulation, 2010
- [3] J. F.Shackelford y W. Alexander, Materials Science and Engineering Handbook, 3<sup>rd</sup>. edition 2001.
- [4] W.D. Callister Jr., Fundamentals of Materials Science and Engineering, 5th edition, 2001.
- [5] Altair Fundamentals of Sheet Metal Formability.
- [6] J. Martin, Materials for Engineering, 3<sup>rd</sup>. edition, 2006.
- [7] J. Lewis Lucas, Dies and Die Making, 1<sup>st</sup>. edition, 1897, digitalized 2007, [http://books.google.com.mx/books?id=HbZKAAAAMAAJ&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](http://books.google.com.mx/books?id=HbZKAAAAMAAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- [8] Budynas-Nisbett, Shigley's Mechanical Engineering Design, 8<sup>th</sup>. edition 2006.
- [9] J. Arnold, Die Makers Handbook, Industrial Press NY, USA 1<sup>st</sup>. Ed. 2000.
- [10] I. Suchy, Handbook of Die Design, 2<sup>nd</sup>. edition, 2006
- [11] Z. Marciniak, The University of Warsaw Poland, J.L. Duncan The University of Auckland, New Zealand y S.J. Hu, The University of Michigan, USA, Mechanics of Sheet Metal forming, 2002
- [12] Simtech, Paris France, Introduction to Sheet Metal Forming Process, Simulation Technologie, 2009
- [13] RWH Honeycombe y HKDH Bhadesia, Steels, Microstructure and Properties, BH USA 2a. edición, 1995.
- [14] D. Smith, Die Design Handbook, 3<sup>rd</sup>. edition SME, 1995

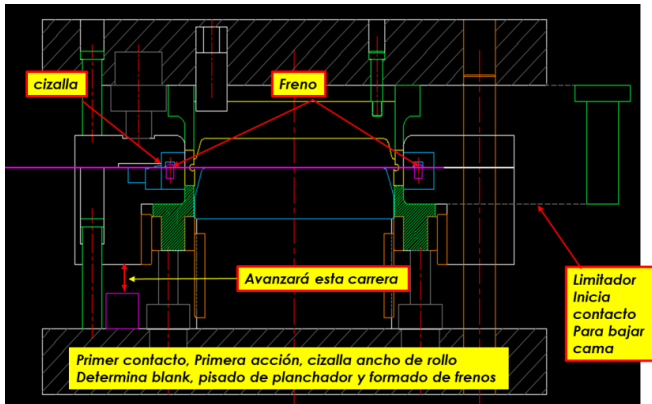


Fig. 4 Representación del primer contacto entre el material y el herramental en su punto superior, inicia cierre de troquel.

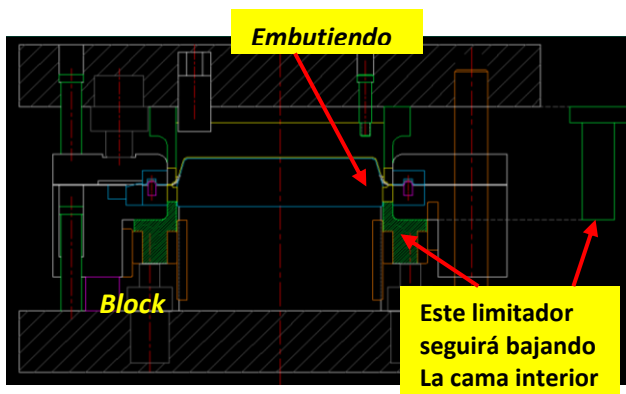


Fig. 5 Paso de embutido

La preparación y formado de rizo no se presentan por encontrarse en proceso de patente. Este sería el cuarto paso en el proceso.

- 4) Validar el concepto en una simulación en el software arriba mencionado [5,12,13].

La validación del proceso en el simulador está basada en el desarrollo del concepto del proceso y la herramienta:

- Como primera etapa se definen las partes de la herramienta (geometría) así como:
  - ✓ Secuencias y movimientos.
  - ✓ Fuerzas del proceso.
- Con esta información se reproduce el fenómeno físico de manera virtual para su validación utilizando el software Altair Hyperform V11, el cual aplica la teoría de elementos finitos para su análisis, con elementos tipo shell (isotrópicos) método de Newton-Raphson.

La teoría usada por el solucionador es la de Deformación elasto-plástica para la no linealidad y Criterios de Von Mises [6,11,13]