



5th International Symposium on Master Engineering *Booklets*



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID - V|LEX - EBSCO

Title: Hot stamping: how heat and engineering shape automotive safety

Authors: Huerta-Gómez, M.C. Héctor

Editorial label MARVID: 607-8695

BMARVID Control Number: 2025-01

BMARVID Classification (2025): 021025-0001

Pages: 19

RNA: 03-2010-032610115700-14

MARVID-México

Park Pedregal Business. 3580,
Anillo Perif., San Jerónimo
Aculco, Álvaro Obregón,
01900 Ciudad de México, CDMX,
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: MARVID-México S.C.
E-mail: contact@marvid.org
Facebook: MARVID-México S. C.
X: [@Marvid_México](https://twitter.com/Marvid_México)

www.marvid.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua



OBJETIVOS GENERAL

DESARROLLAR EL PROCESO DE ESTAMPADO EN CALIENTE (HFS, HOT FORMING STAMPING) EN TODAS SUS ETAPAS, EN BASE A UNA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL Y DE CAMPO, QUE PERMITA GENERAR EL CONOCIMIENTO NECESARIO PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROCESO PARA SU POSTERIOR IMPLEMENTACIÓN.



INTRODUCCIÓN

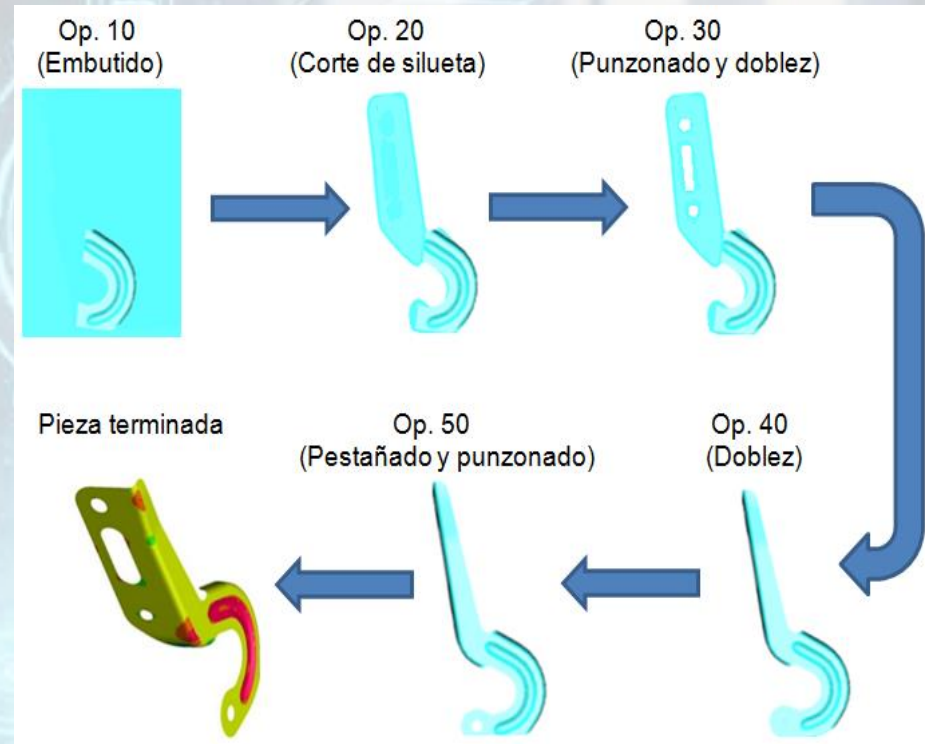


CDT PEMSA Celaya



MÉTODO DE ESTAMPADO CONVENCIONAL O EN FRÍO

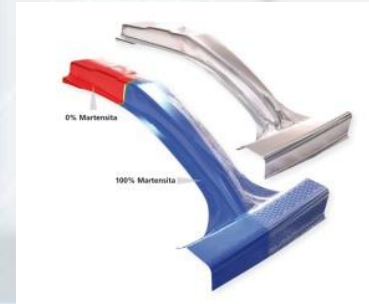
- ✓ ETAPAS DEL PROCESO:
 - ✓ OP. 10 EMBUTIDO
 - ✓ OP. 20 CORTE DE SILUETA
 - ✓ OP. 30 PUNZONADO Y DOBLEZ
 - ✓ OP. 40 DOBLEZ
 - ✓ OP. 50 PESTAÑADO Y PUNZONADO
- PUNZONADO





IMPORTANCIA DEL PROCESO DE HFS

✓ **PIEZAS CON FORMAS COMPLEJAS.**



✓ **PIEZAS MÁS LIGERAS.**



✓ **PIEZAS CON MAYOR RESISTENCIA A IMPACTOS.**





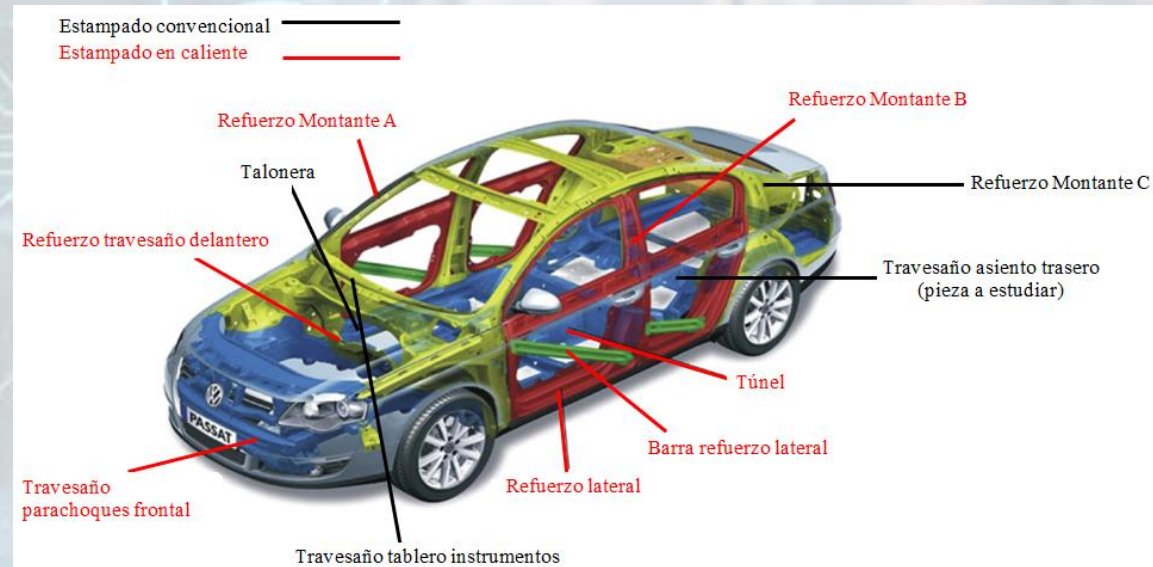
ZONAS DEL VEHÍCULO PROCESADAS POR EL MÉTODO HFS

✓ PILARES A Y B

✓ REFUERZOS LATERALES

✓ MARCOS ESTRUCTURALES

✓ ZONAS DE IMPACTO

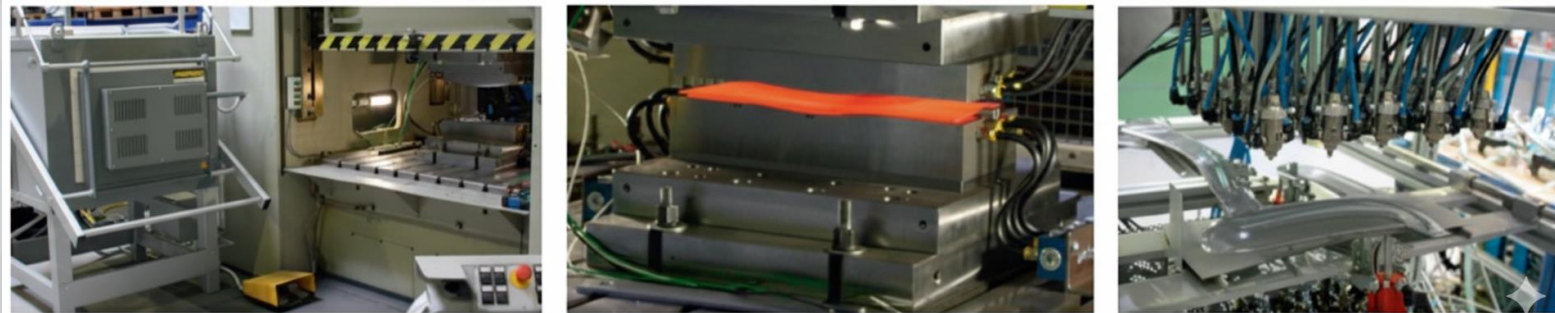


Piezas del vehículo realizadas con el proceso HFS



ETAPAS DEL PROCESO HFS

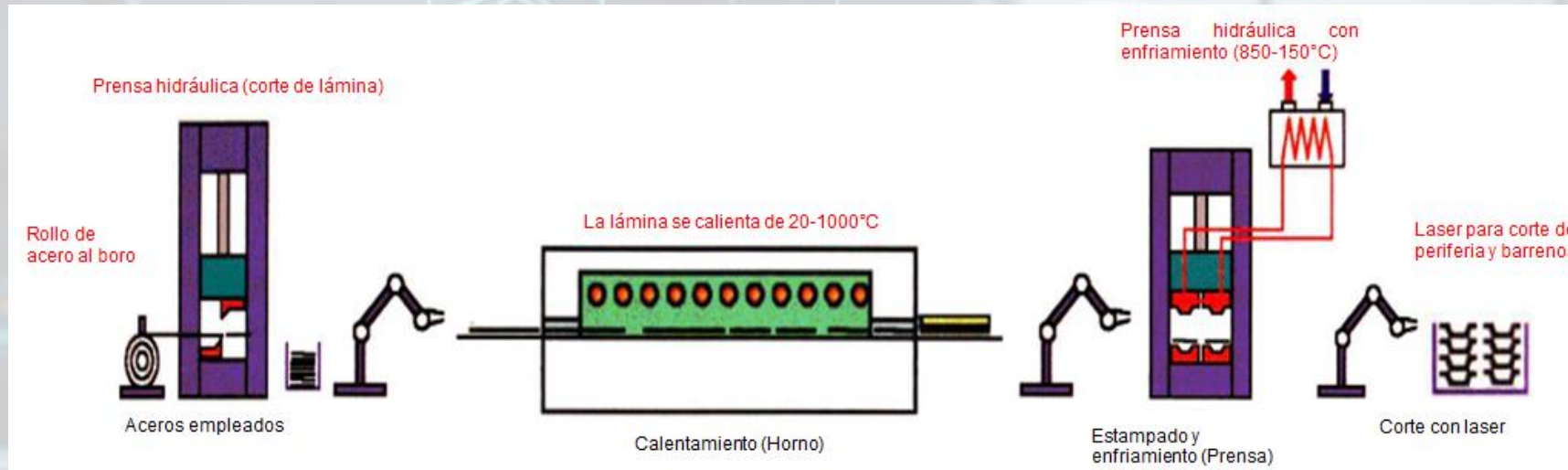
- ✓ **CALENTAR**
- ✓ **MOLDEAR**
- ✓ **ENFRIAR RÁPIDO**



Etapas del proceso de estampado en caliente (Hot Forming Stamping)



MÉTODO DIRECTO DEL PROCESO HFS

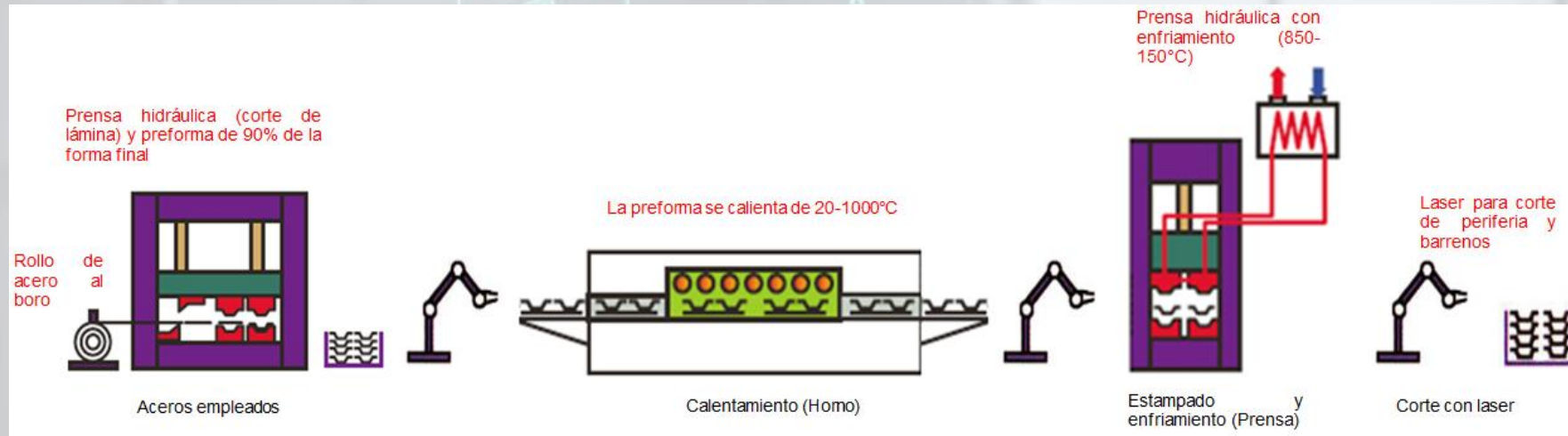


Proceso de estampado en caliente

- ✓ ETAPAS DEL PROCESO:
- ✓ CORTE DE LÁMINA.
- ✓ CALENTAMIENTO.
- ✓ FORMADO.
- ✓ ENFRIAMIENTO.
- ✓ CORTE DE SOBRANTE.



MÉTODO INDIRECTO DEL PROCESO HFS



Proceso de estampado en caliente

- ✓ **ETAPAS DEL PROCESO:**
- ✓ **CORTE DE LÁMINA.**
- ✓ **PREFORMA DEL 90% DE LA FORMA FINAL.**
- ✓ **CALENTAMIENTO.**
- ✓ **FORMADO.**
- ✓ **ENFRIAMIENTO.**



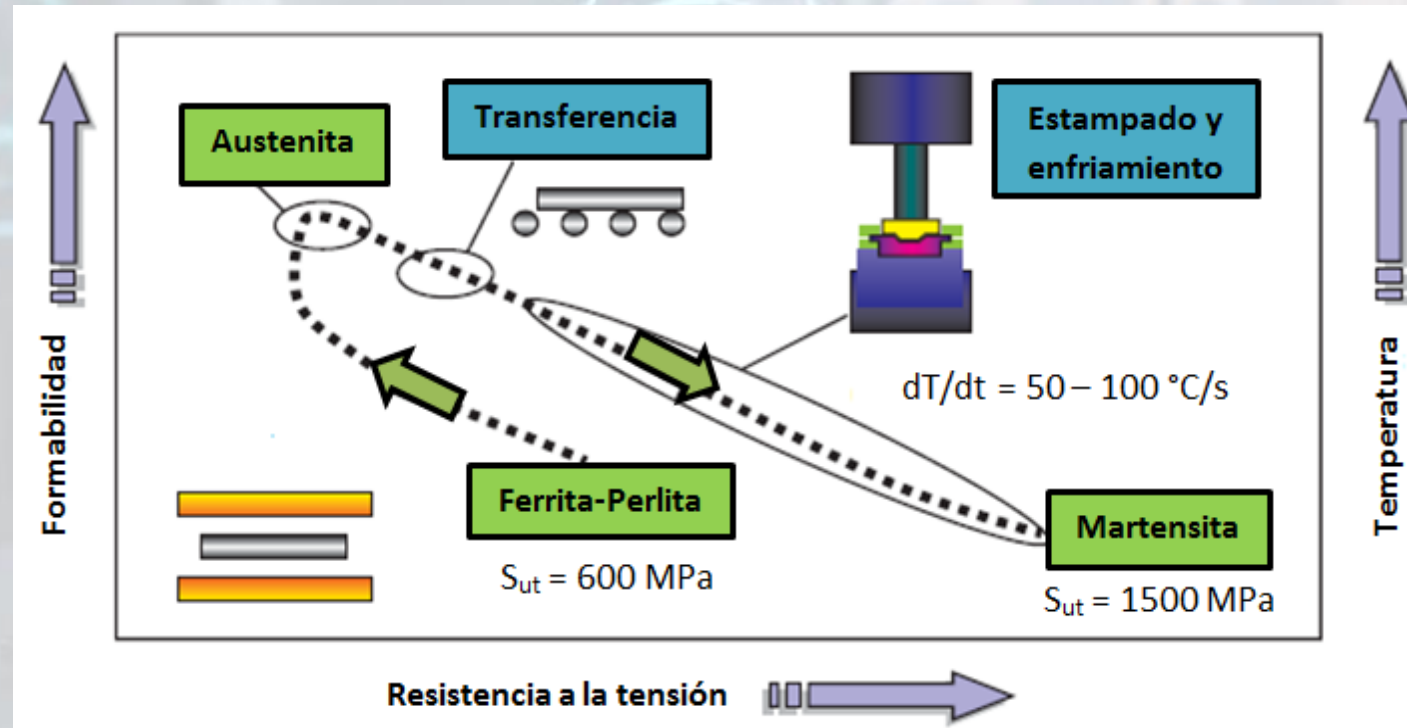
ACEROS PARA UTILIZADOS EN LA LÁMINA PARA EL PROCESO HFS

Acero	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	B
22MnB5	0.25 %	0.12 %	1.15 %	0.013 %	0.002 %	0%	0%	0.003 %

Composición química del acero al boro 22MnB5



TRANSFORMACIÓN DE FASES DEL ACERO EN EL PROCESO HFS

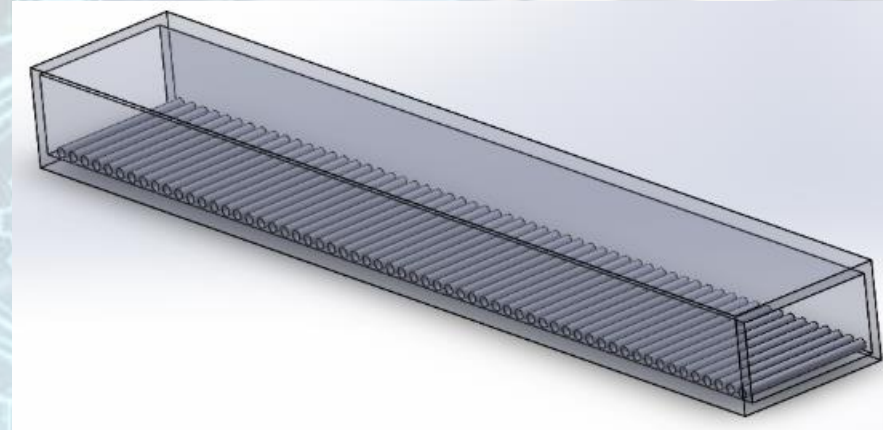


Cambios de microestructura durante el proceso de estampado en caliente



CARACTERÍSTICAS DEL HORNO PARA EL PROCESO HFS

- ✓ **NÚMERO DE PIEZAS A PRODUCIR**
- ✓ **UNIFORMIDAD DE TEMPERATURA**
- ✓ **EFICIENCIA ENERGÉTICA**

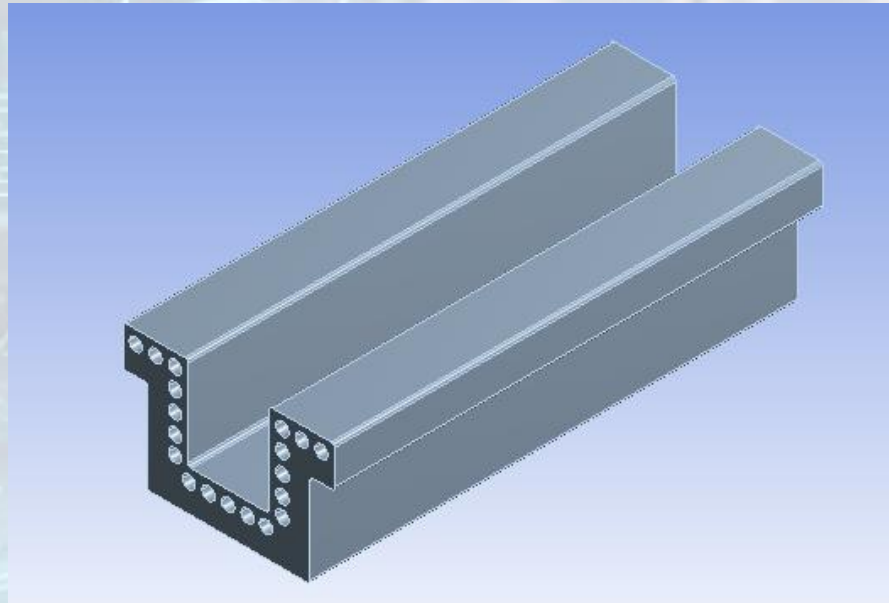


Horno para estampado en caliente



CARACTERÍSTICAS DEL TROQUEL DEL PROCESO HFS

- ✓ **MOLDEA Y ENFRÍA SIMULTÁNEAMENTE.**
- ✓ **CANALES INTERNOS DE REFRIGERACIÓN.**
- ✓ **DISTRIBUCIÓN UNIFORME DE TEMPERATURA.**



Modelo simplificado de troquel para estampado en caliente



ECUACIONES PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO DE DUCTOS EN TROQUEL

$$4000 \frac{\eta_w}{\rho_w * v} \leq d \leq 10000 \frac{\eta_w}{\rho_w * v}$$

- ✓ **DONDE:**
- ✓ η_w ES EL COEFICIENTE DE VISCOSIDAD DEL AGUA.
- ✓ ρ_w ES LA DENSIDAD DEL AGUA.
- ✓ v ES LA VELOCIDAD DE FLUJO DEL AGUA.



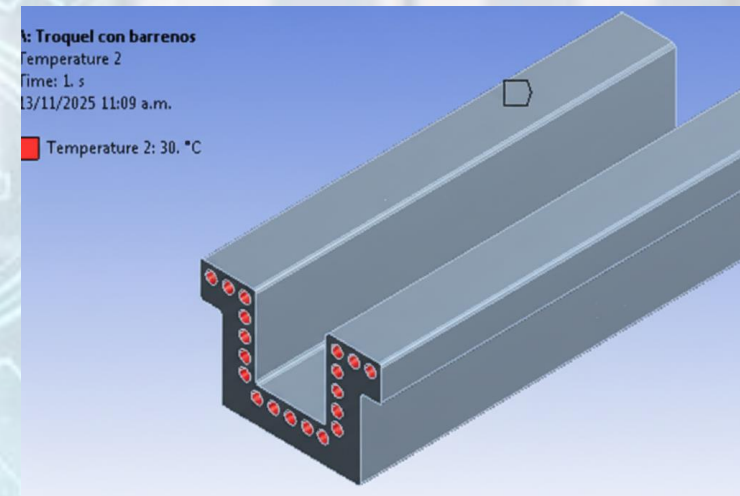
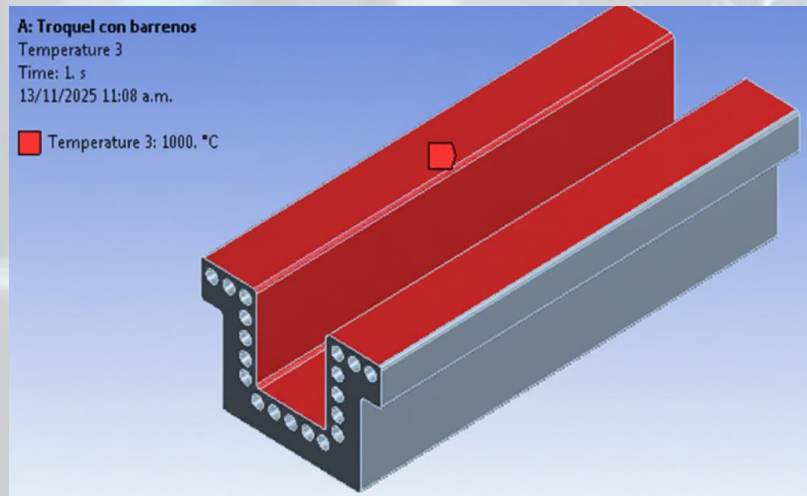
ECUACIONES PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE DUCTOS EN TROQUEL

$$n = \frac{\alpha * A_B}{\pi * d * l}$$

- ✓ **DONDE:**
- ✓ n ES EL NÚMERO DE DUCTOS.
- ✓ α ES LA RELACIÓN A_C A A_B .
- ✓ A_B ES EL ÁREA DE CONTACTO DE LA LAMINA.
- ✓ d ES EL DIÁMETRO DE LOS DUCTOS.
- ✓ l ES LA LONGITUD DE LOS DUCTOS.



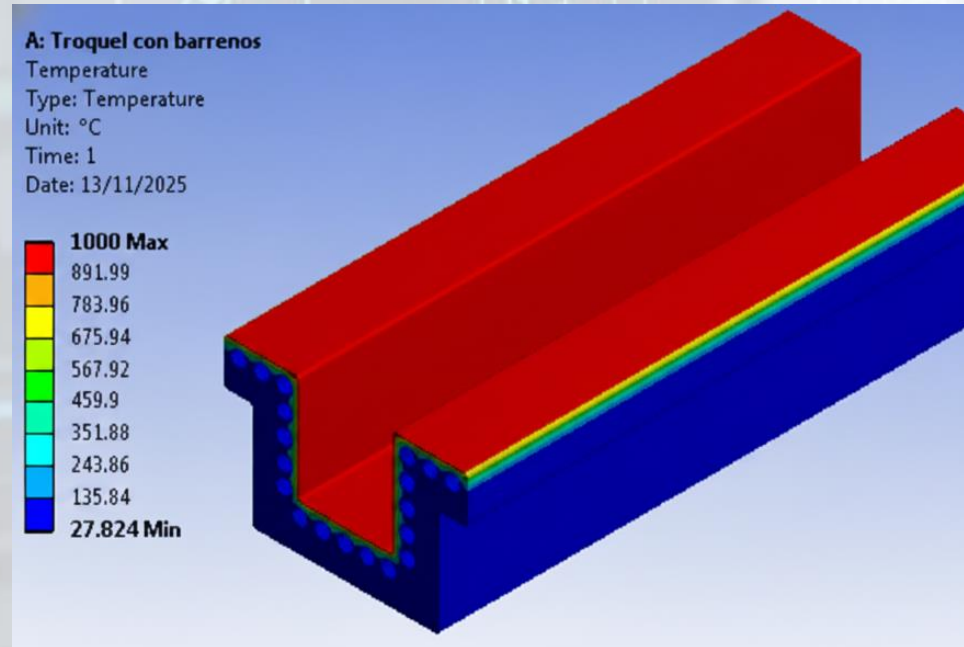
IMPORTANCIA DE LA SIMULACIÓN EN EL PROCESO HFS



Aplicación de las condiciones de frontera al simular en software CAE



IMPORTANCIA DE LA SIMULACIÓN EN EL PROCESO HFS



Resultado de la simulación en software CAE



MATERIALES A UTILIZAR PARA LA SIMULACIÓN

Material	A (Límite de cedencia inicial)	B (Constante de endurecimiento)	n (Exponente de endurecimiento)	c (constante de velocidad de deformación)	m (constante de temperatura)
DP780	584	831	0.348	0.0120	1.230
22MnB5	1.04447	$4.63254 \cdot 10^3$	$2.53198 \cdot 10^{-1}$	0.001	$1.24533 \cdot 10^{-1}$

Parámetros de los materiales para estampación convencional, de acuerdo al modelo de Johnson-Cook, A y B están en MPa.



RESUMEN COMPARATIVO (pieza modelo)

Material	Espesor (mm)	Sut (Mpa)	Peso (Kg)
DP-780	3.2	780	4.8137
22MnB5	2.8	1500	4.1067

Resultados en términos de peso (kg) de la pieza modelo



CONCLUSIONES

El desarrollo del proceso de estampado en caliente en todas sus etapas, sustentado en una investigación tanto documental como de campo, permitió consolidar el conocimiento necesario para comprender a fondo sus principios, variables y requerimientos técnicos. Este análisis integral constituye una base sólida para el diseño y desarrollo del proceso, asegurando que su posterior implementación se realice de manera eficiente, segura y alineada con las necesidades productivas y de calidad establecidas.



MARVID®

© MARVID-Mexico

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162, 163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169, 209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BMARVID is part of the media of MARVID-Mexico., E: 94-443.F: 008- (www.marvid.org/booklets)