

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***DISEÑO DEL TROQUEL EMBUTIDOR Y  
SIMULACION DEL PROCESO DE  
EMBUTICIÓN***

*RESUMEN*

**Alumno/Alumna:** Intxaurbe Gutiérrez, Asier  
**Director/Directora (1):** Lobato González, Roberto

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** Martes, 6, Junio, 2019



## Resumen / Summary/ Laburpena

1. OBJETO DEL PROYECTO .....	3
2. ALCANCE DEL PROYECTO .....	4
3. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	4
4. CÁLCULOS REALIZADOS.....	5
1. OBJECTIVE OF THE PROYECT .....	6
2. RANGE OF THE PROYECT .....	7
3. ADOPTED SOLUTION .....	7
4. REALIZED CALCULUS.....	8
1. PROIEKTUAREN HELBURUA.....	9
2. PROIEKTUAREN HEDADURA.....	10
3. HAUTATUTAKO EBATZIA.....	10
4. EGINDAKO KALKULUAK .....	11

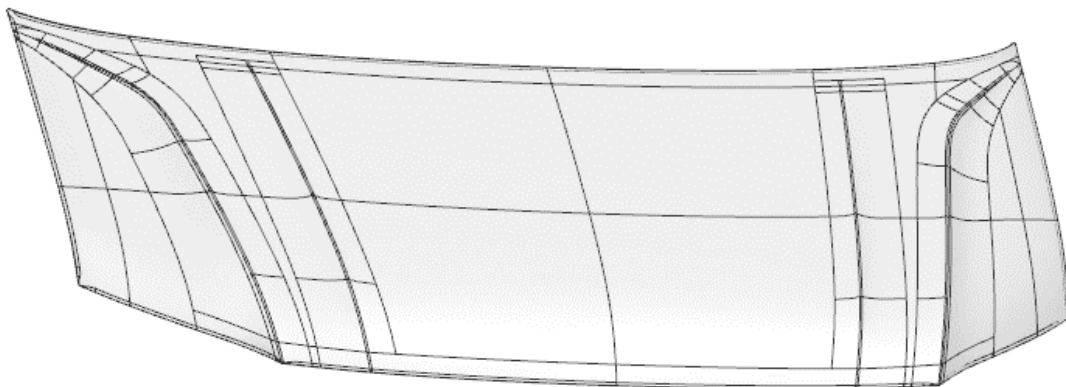


## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto que se ha realizado es el de llevar a cabo la simulación del proceso real de embutición de una chapa conformada por estampación en frío, el diseño del troquel embutidor con sus correspondientes planos y los cálculos necesarios para su realización.

El proyecto tiene como fin asegurar una correcta realización de piezas en serie, por lo que, se han tenido en cuenta criterios como la rentabilidad del proceso. Es por ello, por lo que siempre se ha tratado de diseñar todos los elementos de forma que se ajusten a una buena relación calidad/precio. Es decir, se han diseñado todas las partes dentro de un marco económico aceptable sin caer, por ello, dentro de una mala calidad de acabado y asegurando siempre las características exigidas por el destinatario del producto.

La pieza a embutir ha sido la siguiente:



## 2. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance de este proyecto es el de realizar el diseño de uno de los tres troqueles que formarán parte en el conformado de la pieza exterior del capo de una furgoneta, así como la simulación de la embutición que realizará el troquel.

Dicha pieza se conforma en tres diferentes procesos de conformado de chapa formado por tres troqueles transfer. El primero de ellos, que será el que se estudie en este proyecto, será un proceso de embutición en la que se obtendrá una pieza que incluirá el capo de la furgoneta, pero a la que no se le habrán recortado las partes sobrantes todavía. El segundo será un proceso de corte, en el que se extraerán de la pieza todos los agujeros y los recortes de los laterales. Por último, en el tercer troquel se precisará la embutición de las partes del capo que conectarán la pieza con el resto de los elementos de la furgoneta.

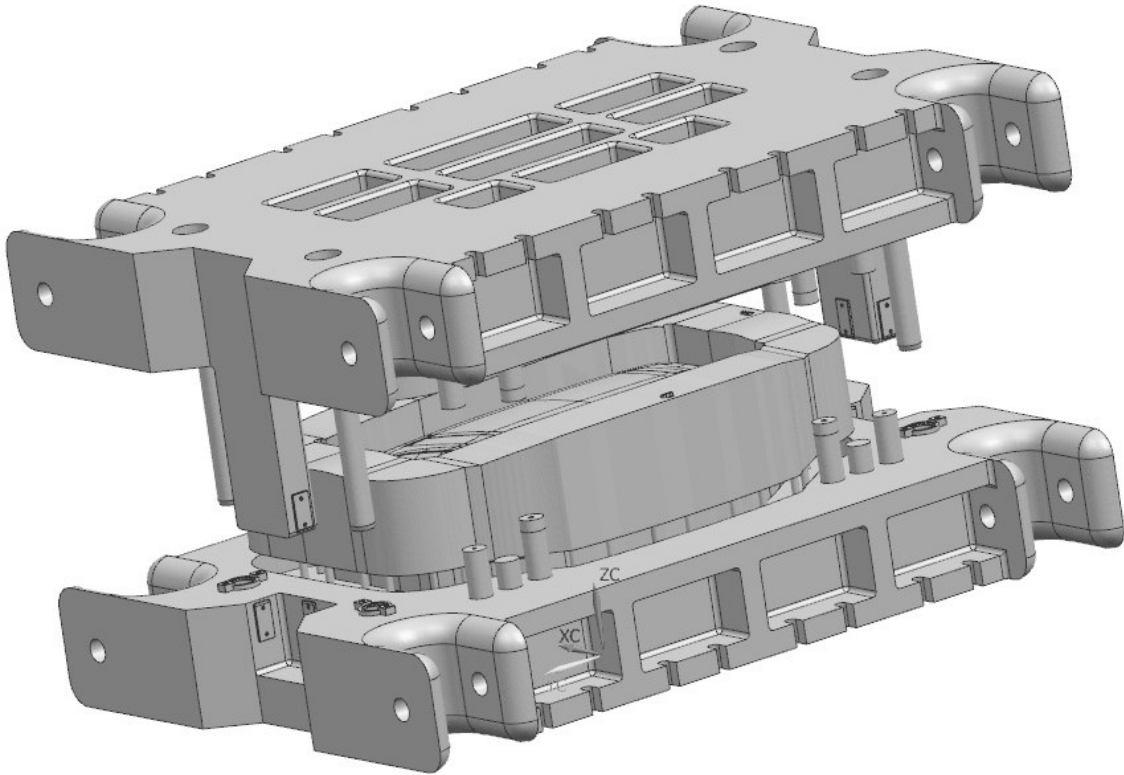
Dicho proyecto incluye el diseño del conjunto del troquel, así como, todo el utillaje que lo compone para su posterior fabricación en taller. Además, incluirá también una simulación de los procesos que intervienen en el conformado de la chapa.

El proyecto no incluye el diseño de la prensa necesaria para el correcto funcionamiento del troquel, aunque si se hará referencia de las características que deberá tener la prensa óptima para el correcto funcionamiento del utillaje diseñado.

## 3. SOLUCIÓN ADOPTADA

Una vez hecho el correspondiente análisis de soluciones, se han elegido las soluciones más eficientes para nuestro caso. Se ha optado por un trabajo en frío, accionado mediante una prensa mecánica de simple efecto y un proceso transferizado.

El montaje del troquel seguirá el esquema más utilizado hoy en día en fabricaciones de este tipo, en el que la matriz irá anclada en la parte superior y el punzón en la inferior. Además, el pisador irá accionado mediante un cojín hidráulico.



## 4. CÁLCULOS REALIZADOS

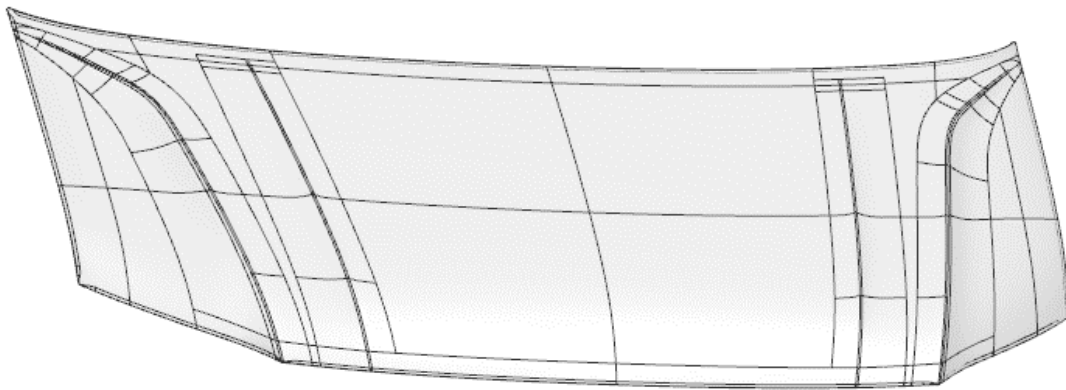
Uno de los enfoques más utilizados de simulación numérica, en procesos de embutición, consiste en la aplicación del método de elementos finitos bajo el concepto de la teoría de láminas que involucra grandes dificultades físicas y matemáticas. Para ello se utilizará el software PAM-STAMP 2G 2012.1. Por ello, no se requiere un gran número de cálculos iniciales para comenzar las simulaciones.

## 1. OBJECTIVE OF THE PROYECT

The object of the project that has been done is to carry out the simulation of the actual process of deep drawing a sheet metal by cold stamping, the design of the stuffing die with its corresponding drawings and the necessary calculus for its realization.

The purpose of the project is to ensure the correct execution of parts in series, for which criteria such as the profitability of the process have been taken into account. That is why it has always been trying to design all the elements so that they adjust to a good quality/price ratio. That is, all the parts have been designed within an acceptable economic framework without falling, therefore, into a poor quality finish and always ensuring the characteristics required by the recipient of the product.

The piece to be deep drawn has is the following:





## 2. RANGE OF THE PROYECT

The scope of this project is to carry out the design of one of the three dies that will be part of the shaping of the outer part of a van hood, as well as the simulation of the deep drawing that will make the die.

The said piece is formed into three different sheet forming processes combining three transfer dies. The first of them, which will be the one studied in this project, will be a deep-drawing process in which a piece will be obtained that will include the hood of the van, but which will not have cut the remaining parts yet. The second will be a cutting process, in which all holes and cut-outs from the sides will be extracted from the piece. Finally, in the third die, the deep drawing of the hood parts that will connect the piece with the rest of the elements of the van will be required.

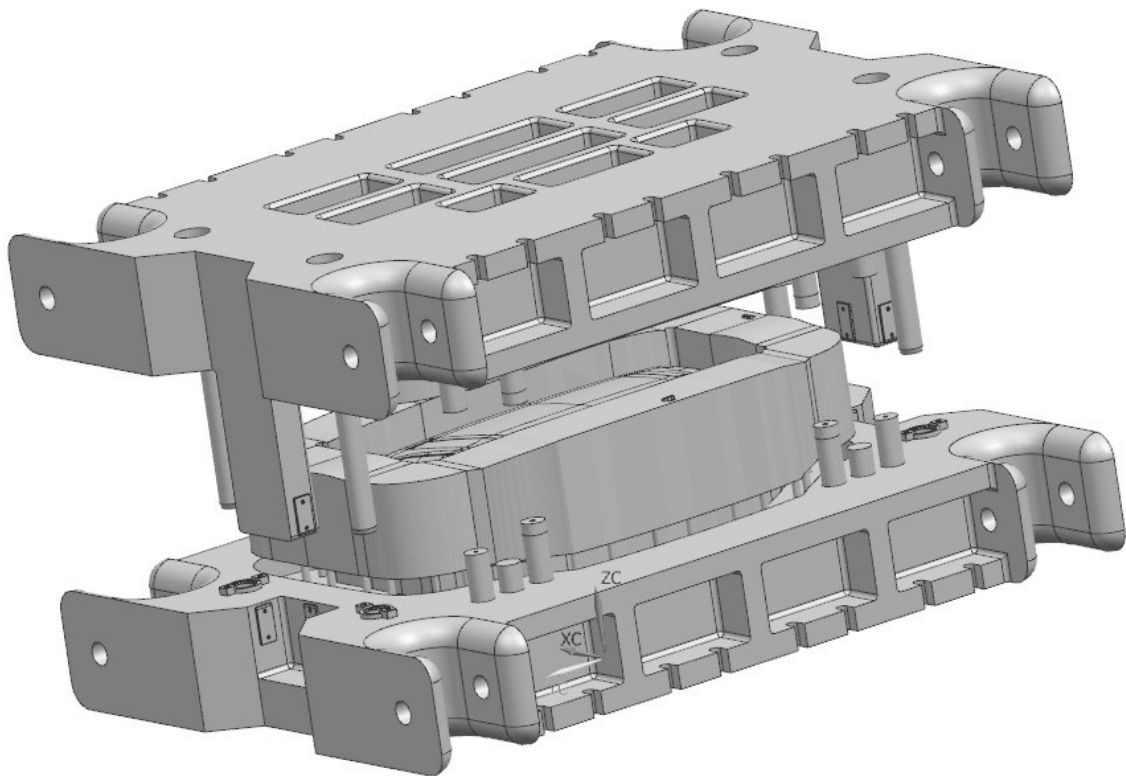
This project includes the design of the assembly of the die, as well as, all the equipment that is made up for its later manufacture in the workshop. In addition, it will also include a simulation of the processes involved in the forming of the sheet.

The project does not include the design of the press necessary for the proper functioning of the die, although reference will be made to the characteristics that the optimum press should have for the proper functioning of the designed tooling.

## 3. ADOPTED SOLUTION

Once the corresponding analysis of solutions has been made, the most efficient solutions for our case have been chosen. The chosen option is a cold work, driven by a mechanical press of simple effect and a transferred process.

The assembly of the die will follow the scheme most used today in fabrications of this type, in which the matrix will be anchored in the upper part and the punch in the lower one. In addition, the plunger will be driven by a hydraulic cushion.



## 4. REALIZED CALCULUS

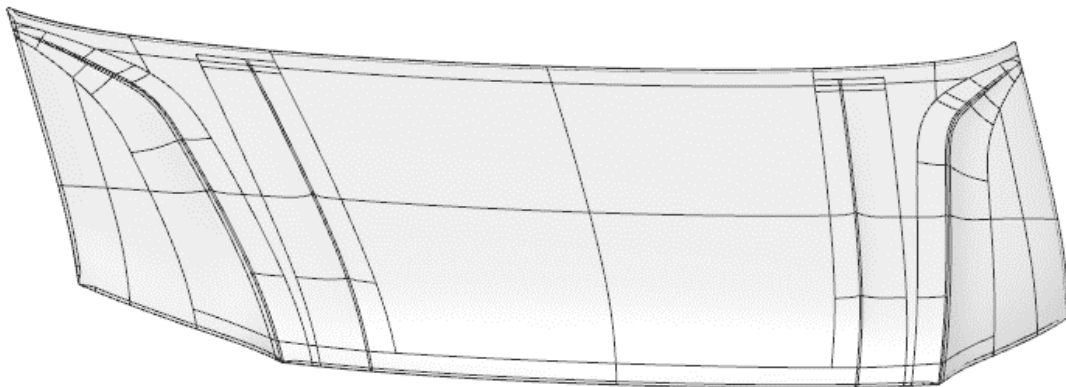
One of the most widely used approaches to numerical simulation, in deep-drawing processes, consists on the application of the finite element method under the concept of sheet theory that involves great physical and mathematical difficulties. To face this, the PAM-STAMP 2G 2012.1 software will be used. Therefore, not many initial calculations are required to start the simulations.

# 1. PROIEKTUAREN HELBURUA

Proiektu honen helburua estanzazio bidezko konformaketa erreal baten simulazioa, enbutizio trokelaren diseinua (dagozkion planoen bitartez) eta beharrezko kalkuluak egitean datza.

Horretaz gain, proiektuak pieza serialak hobekien eraikitzea du helburu, beraz, prozesuaren errentagarritasuna bezalako baldintzak kontuan hartu dira. Hori dela eta, elementu guztiak kalitate/prezio erlazio egokian diseinatu beharko dira. Hau da, trokelaren esparru guztiak arlo ekonomikoan onargarriak izan beharko dira, bezeroaren kalitate ezaugarriak betetzen direlarik.

Embutitu den pieza hurrengoa da:



## 2. PROIEKTUAREN HEDADURA

Proiektu honen hedadura furgoneta baten kapota kanpoko piezaren konformaziorako beharrezkoak izango diren hiru trokeletatik bat eraikitzea da, trokelak egingo duen enbutizioaren simulazioa kontuan harturik.

Aipatutako pieza hiru trokel desberdinetan konformatuko da, transfer izeneko produkzio baten bitartez. Horietatik lehenengoak (proiektuan eraiki denak), piezaren enbutizioa egingo du material soberakina barne duelarik. Hau da, trokel honetan piezak geroago jasango dituen eragiketetan erantziko zaizkion zuloak eta material soberakina barne dituen pieza bat lortuko da. Bigarrena ebaketa trokel bat izango da, aipatutako material soberakin guztiak erantziko dituena. Hirugarrenak eta azkenak berriz, zehaztasun handiko enbutizioa egingo du, piezak furgonetarekin dituen lotuneak hobetuz.

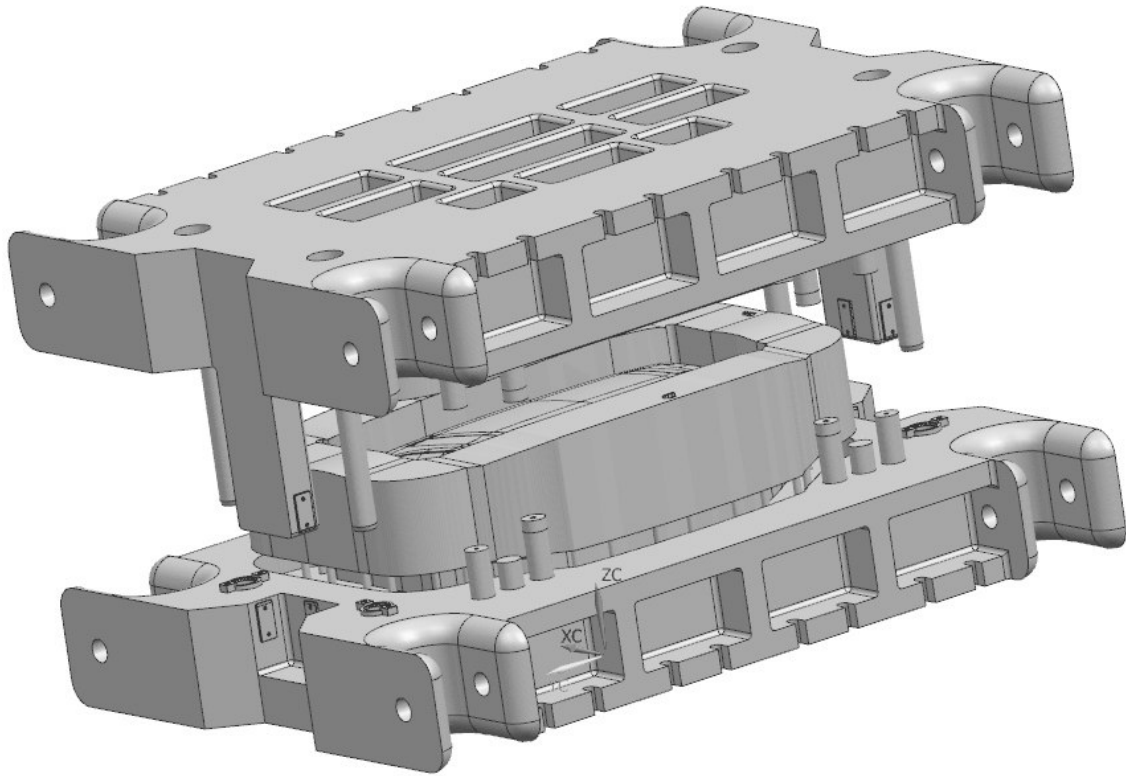
Proiektuak trokelaren diseinu guztia kontuan du, eta gainera elementu finitu bidezko simulazio programa batekin produkzio prozesua aztertuko du.

Proiektuak ez du beharrezko prentsaren diseinua adierazten, baina bere hautapenerako laguntza izango diren erreferentziak egiten dira. Halaber, trokelaren elikadura sistema, garraiorako sistemak eta piezen biltegitratze sistemak ez dira kontuan hartu, baina aipadura eta gomendio batzuk egiten dira.

## 3. HAUTATUTAKO EBATZIA

Dagokion ebatzien azterlana egin ondoren, kasu honetarako aukerarik efizienteenak hautatu dira. Hotzean egindako estanzazioa izatea, efektu sinpleko prentsa baten bitartez eragindakoa eta prozesu transferizatu antolatzea hautatu da.

Trokelaren muntaia egungo eskemarik erabiliena jarraituko du, matrizea goialdean lotuta izango duena eta puntuoia behealdean. Gainera, pisadorari kuxin hidrauliko batek eragingo dio.



## 4. EGINDAKO KALKULUAK

Simulazioak aurrera eramateko xaflen teorian (eremu fisiko eta matematiko konplexuak biltzen dituen teorian) oinarritutako elementu finitu bidezko simulazioak erabiltzen dira. Horretarako PAM-STAMP 2G 2012.1 programa erabili da, eta beraz, ez dira aurretiazko kalkulu lar erabili.