

# **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA LA EXTRUSIÓN DIRECTA, INVERSA Y MIXTA, EN FRÍO DE PERFILES METÁLICOS NO FERROSOS PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM”**

Danilo Gustavo Estévez Espinosa.

José Miguel Bedón Almeida.

## **RESUMEN**

Se realizó este proyecto con el propósito de ayudar al estudiante a comprender práctica y teóricamente el proceso de extrusión.

La extrusión en frío de metales no ferrosos se basa en la deformación plástica y así obtener perfiles y figuras. La extrusión tiene como materia prima pequeños tochos del material deseado, con dimensiones establecidas de acuerdo al producto final, y se los dará forma mediante la aplicación de una fuerza.

En este proyecto se analiza y se estudia las características y propiedades mecánicas específicamente aluminio y plomo.

Como objetos de estudio se encuentran tres procesos de deformación, que son la extrusión directa, extrusión inversa y extrusión mixta

Se define un método para obtener las fuerzas necesarias para la deformación plástica en la extrusión directa, inversa y mixta, y mediante este método se llega a obtener el esfuerzo de fluencia promedio del plomo del cual no existe mayor información.

Se analiza las variables que intervienen en la extrusión como son: temperatura, acabado superficial, lubricación, etc. y qué pasaría si no son consideradas o tomadas en cuenta en el proceso.

Se realiza el diseño del equipo extrusor y el análisis de cada uno de los elementos y los fenómenos que podrían provocar su mal funcionamiento o su falla total como es el análisis a compresión, tracción, cortante puro, pandeo y fatiga, y además se encuentra una simulación mediante la plataforma de diseño Solidworks con el cual se corrobora el análisis de esfuerzos obtenidos mediante dichos cálculos.

## ABSTRACT

This project was builded in order to help students understand practically and theoretically the extrusion process.

The cold extrusion of non-ferrous metals is based on plastic deformation and thus obtain profiles and shapes. The raw material is extruded billets of material smaller desired dimensions established in accordance with the final product, and will be formed by the application of a force.

This project analyzes and studies the characteristics and mechanical properties specifically aluminum and plumb.

As objects are three study deformation processes, which are direct extrusion, reverse extrusion and extrusion mixed.

It defines a method to obtain the necessary forces for the plastic deformation in the direct extrusion, reverse and mixed, and by this method leads to obtain the average yield stress of plumb which there isn't more information.

We analyze the variables involved in the extrusion as: temperature, surface finish, lubrication, etc., and what if they are not considered or taken into account in the process.

It performs extrusion equipment design and analysis of each of the elements and the phenomena which could cause a malfunction or complete failure analysis as compressive, tensile, shear pure, buckling and fatigue, and is also one simulation using Solidworks design platform which corroborates with the stress analysis obtained from such calculations.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto comprende el estudio de la extrusión en frío de perfiles metálicos no ferrosos, que es un proceso de manufactura sin arranque de viruta, para verificar la deformación plástica de dichos metales mediante la aplicación de una fuerza, estos materiales son obligados a trabajar dentro del límite plástico para formar perfiles y figuras que serán de gran utilidad para que el estudiante pueda obtener mayor conocimiento práctico en el área metalmeccánica.

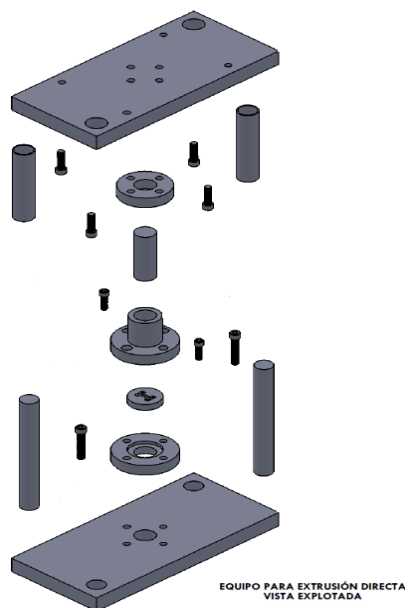
## 2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un equipo para la extrusión directa, inversa y mixta, en frío de perfiles metálicos no ferrosos concretamente en plomo y aluminio para el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, que afiance el conocimiento teórico-práctico del estudiante

## 3. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

Este equipo extrusor se compone básicamente de una placa porta matriz, una placa porta punzón y pernos de anclaje que son elementos comunes para los tres procesos, pero se divide en tres equipos que son los siguientes:

### 3.1 EQUIPO DE EXTRUSIÓN DIRECTA



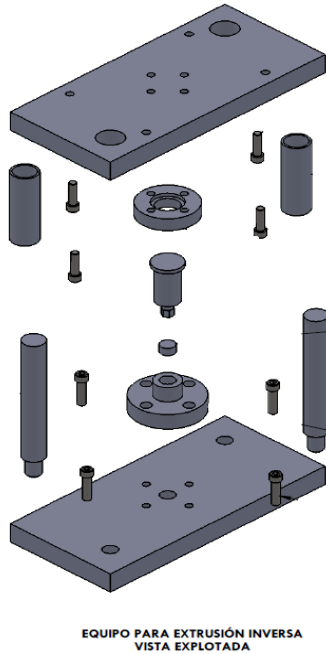
Consta de 4 elementos que son:

- Porta matriz superior
- Porta matriz inferior
- Dados
- Punzón

Mediante este equipo se pueden obtener una "i" de plomo o un eje de 18mm de diámetro de plomo o aluminio, a partir de un tocho de 25mm de diámetro y 30mm de largo.

Figura 1. Equipo de extrusión directa

### 3.2 EQUIPO DE EXTRUSIÓN INVERSA



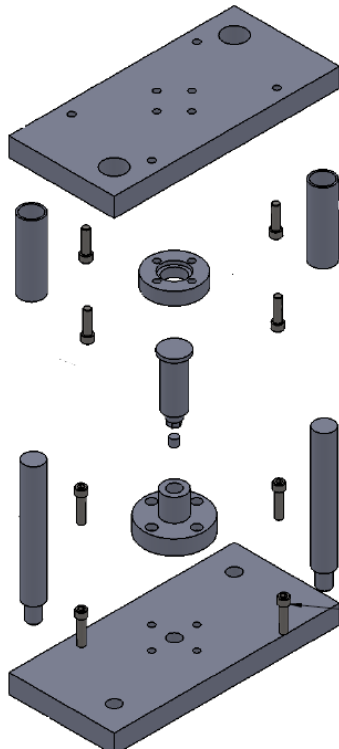
Consta de 3 elementos que son:

- Punzón
- Matriz
- Expulsor

Mediante este equipo se pueden obtener un dado de hueco hexagonal de plomo, para que el estudiante pueda ver la deformación plástica del plomo en la extrusión inversa, a partir de un tocho de plomo de 25mm de diámetro y 20mm de largo.

Figura 2. Equipo de extrusión inversa

### 3.3 EQUIPO DE EXTRUSIÓN MIXTA



Consta de 3 elementos que son:

- Punzón
- Matriz
- Expulsor

Mediante este equipo se pueden obtener un dado de reducción de plomo o aluminio en un solo paso, a partir de tochos de 25mm de diámetro y 17mm de largo.

Figura 3. Equipo de extrusión mixta

#### 4. SISTEMA DE OPERACIÓN

El equipo extrusor está diseñado para ser acoplado a la prensa hidráulica de 60 toneladas del laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.

Previa la operación del equipo, este debe estar correctamente armado y los componentes que van a entrar en contacto el momento de la extrusión perfectamente limpios y lubricados, para evitar desperfectos en el producto final.

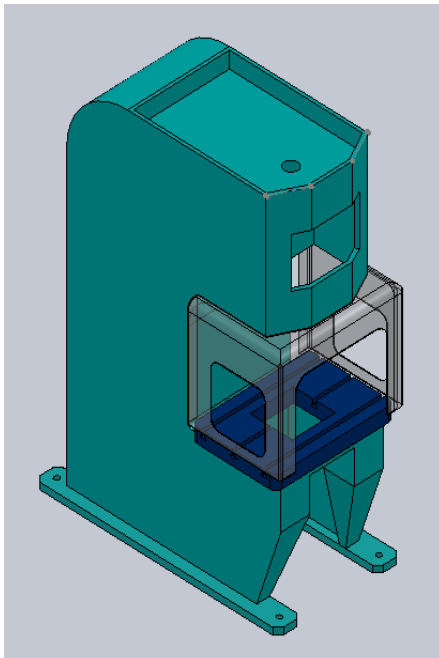


Figura 4. Prensa hidráulica DECEM

#### 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante la investigación del proyecto no se logro obtener información del plomo puesto que este no es un material muy comercial en el mercado, por lo que se pudo obtener en base a varias pruebas el esfuerzo de fluencia promedio durante la deformación que es 55 MPa, este dato sirvió para hallar las fuerzas teóricas necesarias para extruir el plomo en el proceso. Para el aluminio se contó con los datos necesarios en la obtención de fuerzas teóricas y así poder compararlas con las fuerzas experimentales.

## 5.1 PRUEBAS EXTRUSIÓN DIRECTA

En la extrusión directa se obtuvo muy buenos resultados, los materiales extruidos tuvieron un muy buen acabado superficial la fuerza máxima que se aplicó en la práctica fue de 22 toneladas vs 20,12 toneladas que se obtuvo en los cálculos para el aluminio, lo que provoco un error de 9.35%.



Figura 6. Eje de Aluminio

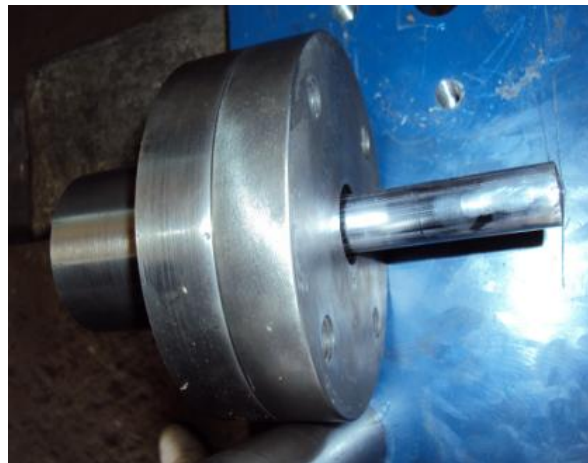


Figura 7. Eje de plomo



Figura 8. "I" de plomo

## 5.2 PRUEBAS EXTRUSIÓN INVERSA

En la extrusión inversa los resultados fueron los esperados, se obtuvo un muy buen acabado superficial y las medidas del producto final fueron las deseadas, la fuerza calculada fue de 11.47 toneladas y en la práctica se obtuvo una fuerza de 12 toneladas generando un 4.62% de error.



Figura 9. Tubo hueco Hexagonal

## 5.3 PRUEBAS EXTRUSIÓN MIXTA

En las pruebas con el plomo y aluminio los resultados fueron los esperados, muy buenos acabados superficiales, la fuerza calculada fue de 22.72 toneladas y la fuerza practica fue de 25 toneladas generando un 10% de error.



Figura 10. Dado de reducción de Al y Pb

## **6. CONCLUSIONES**

- Los resultados obtenidos al momento de poner en funcionamiento el equipo extrusor fueron los esperados, los productos obtenidos poseen buen acabado superficial, la forma con los cuales fueron diseñados, el consumo de materia prima es mínimo, y los gastos de producción son reducidos.
- El error producido al comparar las fuerzas obtenidas en los cálculos y las pruebas se deben a distintos factores como son: el material con el que se trabaja puede no poseer las mismas características de composición, comparadas con las que se requiere en el cálculo teórico, las matrices tienen que ser construidas con un proceso tecnológico moderno y preciso además deben poseer el mejor acabado.
- La lubricación es un factor muy importante al momento de realizar la extrusión, reduciendo la fricción hasta un 60%, debido a lo cual es indispensable una correcta lubricación de cada uno de los elementos que participan en el proceso.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Antes de usar el equipo extrusor es necesario leer la práctica de laboratorio propuesta, en la cual se enumeran los pasos a seguir para el ensamblaje del equipo y su posterior utilización.
- No se debe sobrepasar las fuerzas establecidas en los cálculos, ya que caso contrario el equipo puede fallar, y si se desea realizar las prácticas con otros metales no ferrosos, que no sean específicamente plomo o aluminio.
- Es necesario realizar más estudios de materiales no ferrosos, como es el plomo y el aluminio, esencialmente ensayos de tracción y compresión para determinar límites de fluencia y límites de tracción, puesto que no existe información suficiente sobre este tema.



**ELABORADO POR:**

---

**Danilo Estévez E.**

---

**José Bedón A.**

**REVISADO POR:**

---

**Ing. Hernan Ojeda**  
**DIRECTOR**

---

**Ing. Pablo Figueroa**  
**CODIRECTOR**