

METODOLOGÍA PARA LA PREDICCIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE PIEZAS INYECTADAS CON FIBRA CORTA.

Autor: Torres Bordón Juan Carlos.
Tutores: Paz Hernández Rubén y Bordón Pérez Pablo Rubén.
Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica.
Curso: 2021-2022.

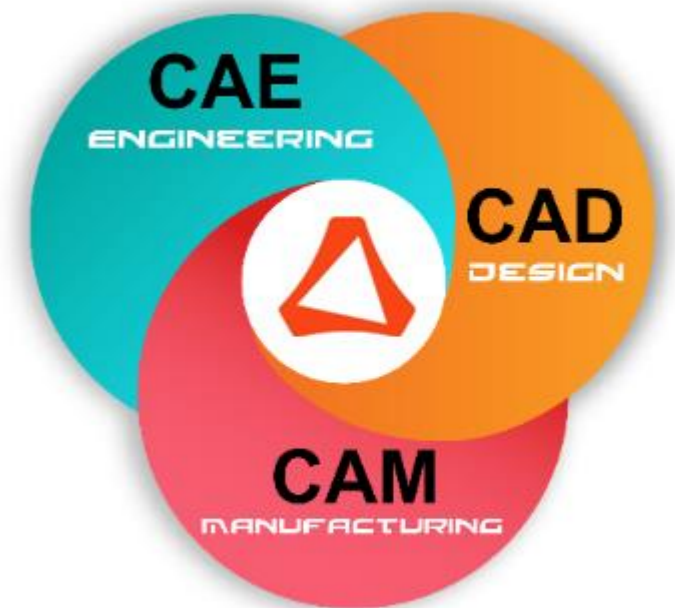
INTRODUCCIÓN

Uno de los procesos de conformación de plásticos más usados es la inyección, por la variedad de geometrías que se pueden lograr empleando moldes complejos de varias partes. Sin embargo, el aumento de la demanda de plásticos debido a la sustitución de otros materiales por estos que en muchos ámbitos, plásticos reforzados con fibras sintéticas han sustituido a otros materiales. Todo esto a incrementado la cantidad de desechos forzando así la necesidad de reciclarlos. El principal inconveniente es que el proceso de reciclaje de estos plásticos es más laborioso o en algunas circunstancias imposible. Por ende, en la actualidad se trata de sustituir las fibras sintéticas por naturales, facilitando así su reciclaje.

La práctica habitual a la hora de diseñar una pieza inyectada consiste en simular el comportamiento mecánico considerando unas propiedades homogéneas e independientes del proceso de inyección, lo cual dista del proceso real considerablemente.

OBJETIVOS

El objetivo de este TFT es establecer una metodología de simulación, basada en programas comerciales de cálculo por elementos finitos, para estimar el comportamiento mecánico de piezas inyectadas con refuerzos de fibra corta, teniendo en cuenta la orientación de dichas fibras en base al proceso de inyección. Y su posterior aplicación en piezas, observando el resultado en sus características mecánicas.



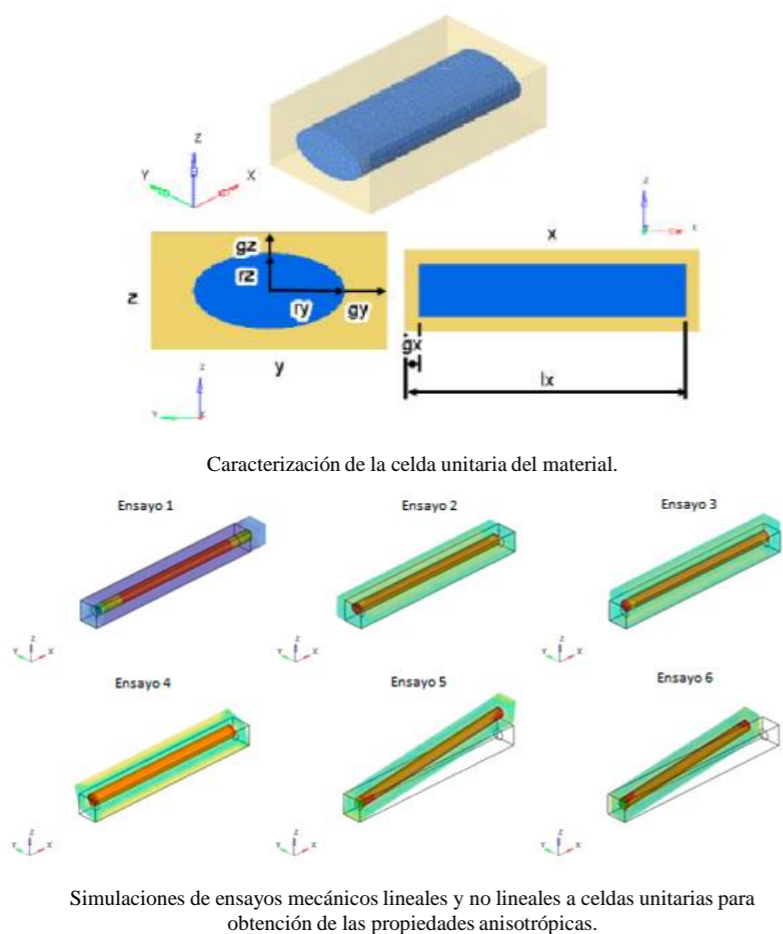
Convergencia de los programas CAE, CAD y CAM para el diseño de la metodología en el software de Altair One.

METODOLOGÍA

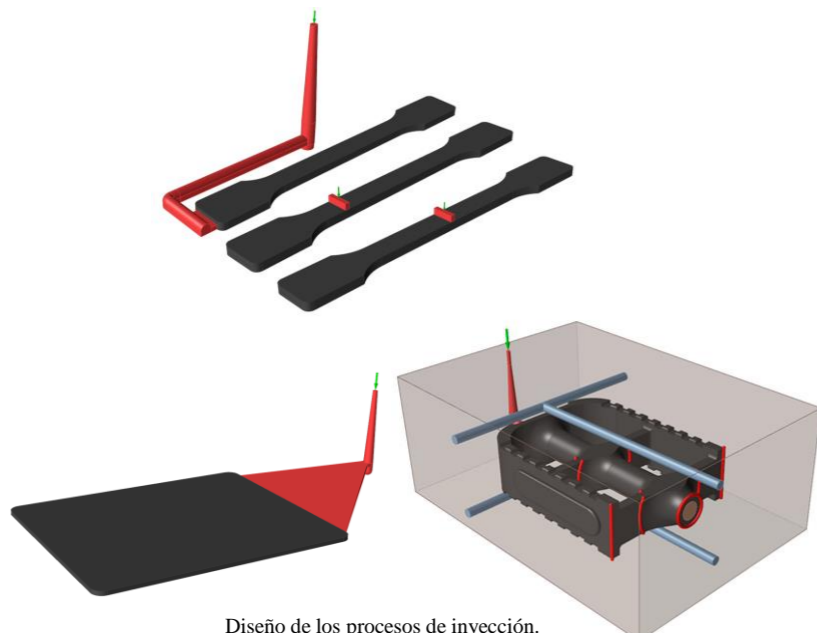
Consiste en el uso de varios softwares simultáneamente para generar por un lado unos datos de un tensor de orientación de fibras mediante un proceso de simulación del proceso de inyección. Por otro lado, se generará el material con un programa de diseño de materiales a multiescalar. Posteriormente todo se unirá mediante un método de mapeado de elementos finitos sobre una malla estructural que consiste en una malla con las condiciones de contorno y cargas del ensayo mecánico.

Esta metodología se puso a prueba en simulaciones de caracterización de los materiales y de ensayos a tracción.

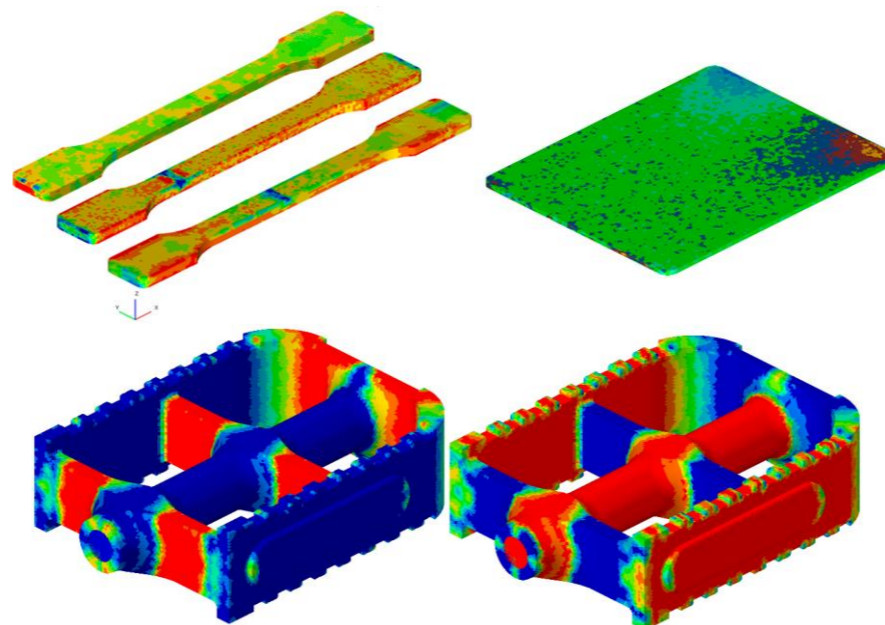
El primer paso es prediseñar y generar la celda unitaria del material compuesto y caracterizar sus propiedades mecánicas.



En el segundo punto se diseñará el proceso de inyección para las piezas a fabricar.

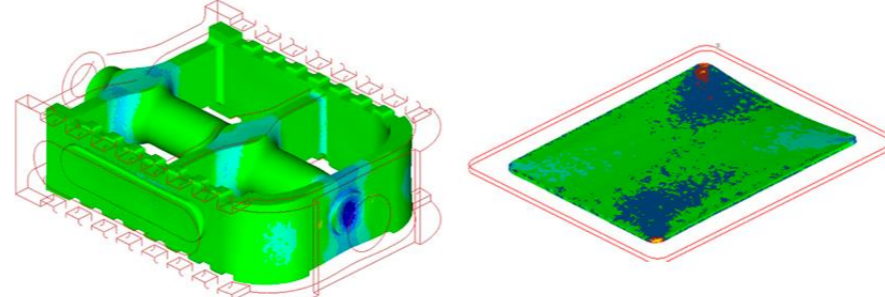


Con los resultados de la simulación se mapeará una malla estructural con el tensor de orientación de las fibras obtenido para cada elemento.



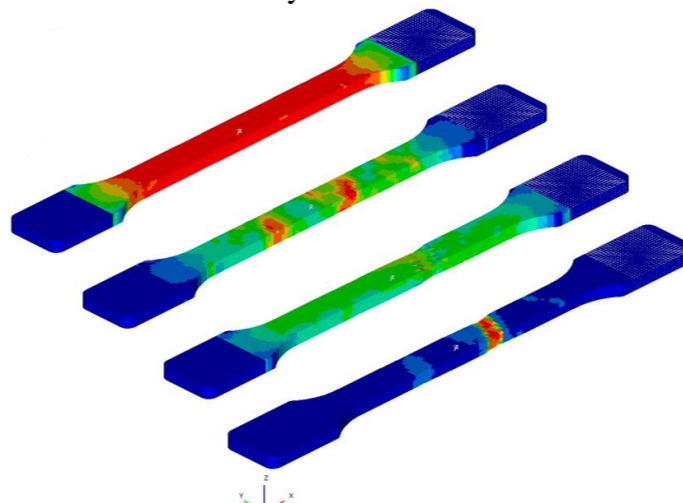
Mapeado de las fibras en las mallas estructurales.

Teniendo el mapeado de las fibras, se analizan las deformaciones en función de la orientación de las fibras.

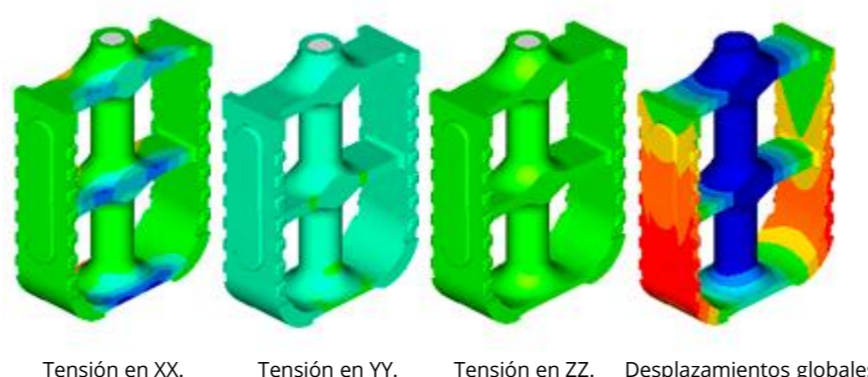


Deformaciones en función de las tensiones internas generadas por la diferencia del coeficiente de expansión térmica de las fibras y la matriz.

Si las deformaciones son admisibles, se procede a las simulaciones de los ensayos mecánicos.



Tensiones y desplazamientos antes y después de la estricción en las simulaciones de tracción. Simulación del ensayo mecánico del pedal.



Tensión en XX. Tensión en YY. Tensión en ZZ. Desplazamientos globales.

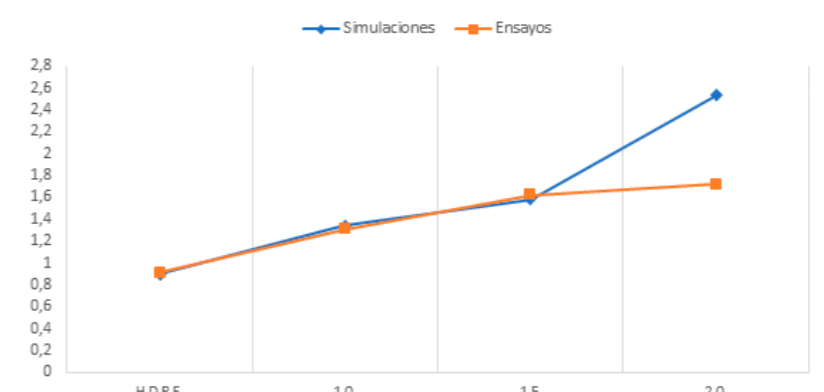
RESULTADOS

Dentro de los resultados obtenidos, destacan principalmente los siguientes.

| Porcentaje de fibra (%) | Densidad obtenida en MDS (g/cm^3) | Densidad obtenida en ensayos de laboratorio (g/cm^3) | Error Absoluto | Error Relativo |
|-------------------------|---------------------------------------|--|----------------|----------------|
| 10% | 0,880 | 0,889 | -0,009 | -0,01 |
| 15% | 0,896 | 0,926 | -0,030 | -0,03 |
| 20% | 0,914 | 0,935 | -0,021 | -0,02 |

| Porcentaje de fibra (%) | Módulo Elástico Simulado (GPa) | Módulo Elástico Ensayado (GPa) | Error Absoluto | Error Relativo |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|
| HDPE | 0,90 | 0,91 | -0,01 | -0,01 |
| 10% | 1,34 | 1,31 | 0,03 | 0,02 |
| 15% | 1,58 | 1,62 | -0,04 | -0,02 |
| 20% | 2,53 | 1,72 | 0,81 | 0,47 |

COMPARACIÓN DE MÓDULOS ELÁSTICOS SIMULACIONES-ENSAYOS



Para el pedal, se comprueba cómo se ha conseguido aumentar la rigidez del mismo, optimizando el proceso de inyección.

CONCLUSIONES

Los resultados de este TFT dan lugar a las siguientes conclusiones:

- Creación de una hoja de cálculo para el predimensionado de celdas unitarias de fibras sintéticas y naturales para su utilización en esta metodología.
- La demostración de la existencia de distintas celdas unitarias equivalentes con distintos parámetros geométricos para la caracterización de materiales.
- La demostración de una influencia directa de los parámetros de temperatura, presión y aire atrapado en la viscosidad eficaz y a su vez de esta con la orientación de las fibras.
- Se valida la metodología desarrollada.
- A través de la metodología se demuestra que las especificaciones técnicas del material proporcionadas por el fabricante distan de las propiedades reales del material y se corrigen dichas desviaciones para las simulaciones finales.
- Se demuestra la existencia de un fenómeno que impide la correcta adhesión fibra-matriz que produce un decrecimiento de las características mecánicas que debería obtener una pieza al proporcionársele dicho porcentaje de refuerzo.
- Se desarrolla un coeficiente para tener una orientación sobre el porcentaje de uso de las fibras en las piezas, para su uso en el como factor de corrección en los materiales compuestos a partir de cierto porcentaje de refuerzo de las fibras usados para el diseño de piezas.

$$C = \frac{\text{Módulo elástico real}}{\text{Módulo elástico simulado}}$$