ULPGC Universidad de Las Palmas de Gran Canaria | ETIC ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES Y CIVILES

Alumno: José Alejandro González Medina
Tutor: Alejandro Yánez Santana
Trabajo de Fin de Máster 2024/2025
Máster Universitario en Tecnologías y Procesos Industriales Avanzados

las cocinas Taller de Ingeniería en Diseño Industrial

Estudio de las propiedades mecánicas y permeabilidad de scaffolds empleados en regeneración ósea

Introducción

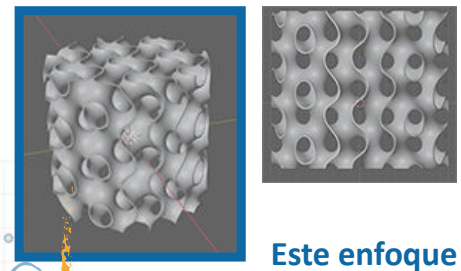
La ingeniería tisular busca **regenerar tejidos y órganos dañados**. Este trabajo se centra en su aplicación al **tejido óseo**, afectado por enfermedades como la osteoporosis o el cáncer óseo, sumándole las fracturas causadas por accidentes, envejecimiento y obesidad. **Las grandes pérdidas de hueso requieren soluciones innovadoras en cirugía reconstructiva**.

Tradicionalmente se han usado injertos óseos, pero sus limitaciones han impulsado el desarrollo de **andamios sintéticos porosos ("scaffolds")**, que favorecen la regeneración ósea y cumplen **funciones mecánicas y biológicas**.

Gracias a la fabricación aditiva, se pueden crear estructuras complejas como los **giroides laminares**, especialmente con aleaciones de titanio como Ti-6Al-4V mediante técnicas como SLM y EBM. Aunque estas estructuras tienen **un módulo elástico mayor al del hueso natural**, aumentar **su porosidad permite reducirlo**, mejorando la integración con el tejido y reduciendo riesgos como fracturas o el aflojamiento del implante.

Objeto de trabajo

Analizar y optimizar las propiedades mecánicas y la permeabilidad de estructuras porosas tipo giroide laminar



Se propone una metodología basada en modelos simplificados de análisis por elementos finitos (FEA), integrados en un algoritmo genético NSGA-II

Este enfoque busca optimizar simultáneamente el módulo de Young (f2) y la permeabilidad (f1), equilibrando el soporte mecánico y la biocompatibilidad

Marco teórico

Tejido óseo

Andamios

TPMS
(Superficie Mínima Triplemente Repetida)

Fabricación y materiales

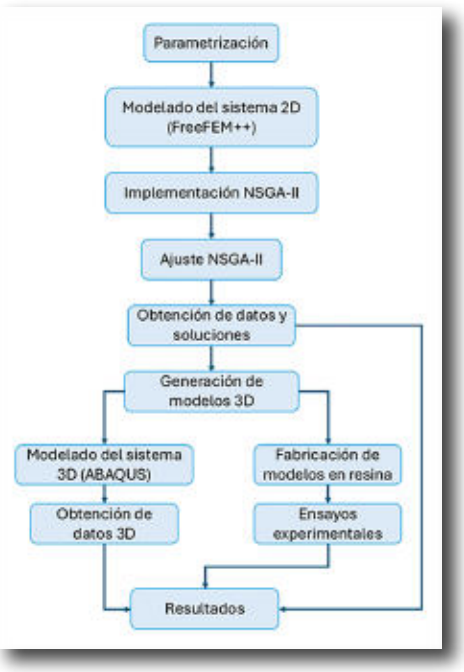
Métodos numéricos
Análisis de Elementos Finitos

Algoritmos genéticos

Metodología

Variables a optimizar

Grosor **A**mplitud
Frecuencia



Fabricación

Ensayos

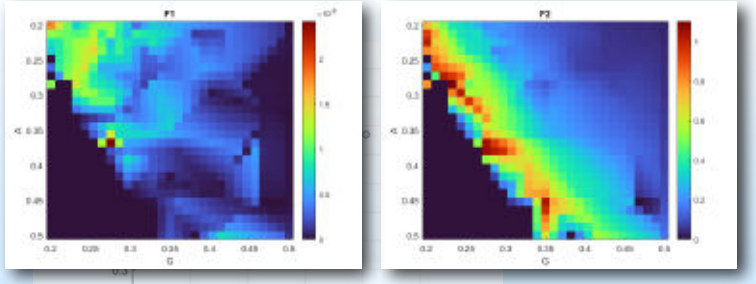
Resultados

El proceso de optimización reveló relaciones complejas entre los parámetros de diseño y los objetivos del sistema, destacando la sensibilidad del mismo. Se observó que **frecuencias bajas**, junto con **menor amplitud y grosor de pared**, favorecen una **mayor permeabilidad**. Además, se identificó una **relación casi lineal entre grosor, amplitud y módulo de Young**, lo que indica una interdependencia estructural clave.

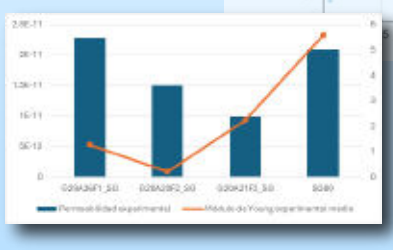
El prototipado físico validó la viabilidad de la mayoría de los diseños, aunque algunos presentaron dificultades. Uno de los diseños, el **G29A36F1_SG**, **(0.29 mm de grosor, 0.36 mm de amplitud, 1 mm^-1 de frecuencia)** superó al modelo de referencia.

Para futuras investigaciones, se recomienda **mejorar la precisión de las simulaciones** y los **métodos de fabricación**. En general, el estudio demuestra el **potencial de estas metodologías** en aplicaciones biomédicas.

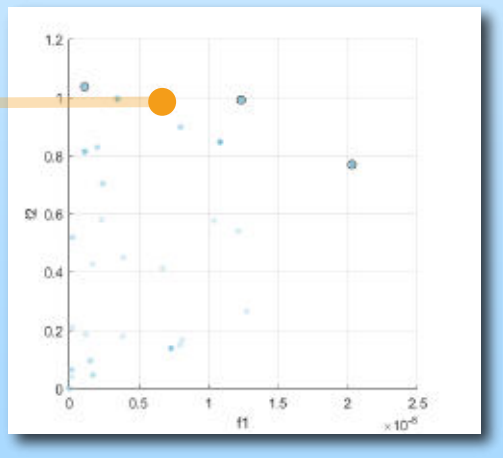
Mapa de calor de las 834 soluciones evaluadas

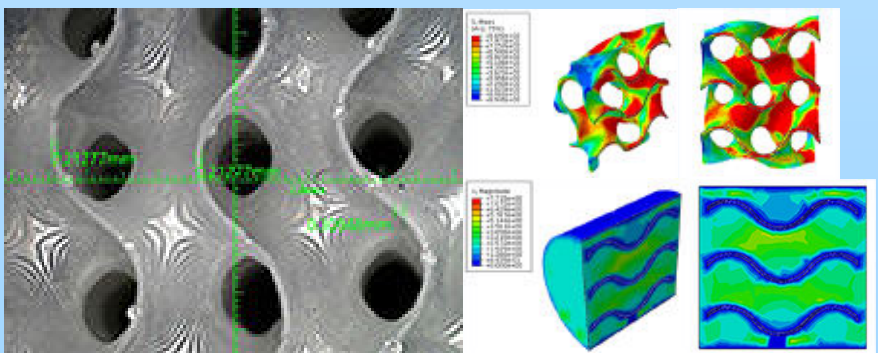


Comparativa de soluciones



Frente de soluciones no-dominadas



Mejor solución

G29A36F1_SG