

## OPTIMIZACIÓN MULTIESCALA DE SÓLIDOS ELÁSTICOS CON MICROESTRUCTURAS CELULARES BIOINSPIRADAS

Lucas Colabella<sup>a</sup>, Adrián P. Cisilino<sup>a</sup>, Victor D. Fachinotti<sup>b</sup> y Piotr Kowalczyk<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*División Mecánica de Materiales – INTEMA, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Av. Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, Argentina, <http://www.intema.gov.ar>*

<sup>b</sup>*Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC), Universidad Nacional del Litoral (UNL)/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Predio CCT-CONICET Santa Fe, Ruta 168, Paraje El Pozo, 3000 Santa Fe, Argentina*

<sup>c</sup>*Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Pawinskiego 5B, 02-106 Warsaw, Poland*

**Palabras Clave:** Optimización multiescala, Hueso trabecular, Andamios óseos, Microestructuras parametrizadas.

**Resumen.** Los avances en la ingeniería de tejidos impulsan el desarrollo de los sustitutos óseos sintéticos, cuyas microestructuras deben satisfacer las prestaciones mecánicas, de permeabilidad y morfológicas que le imponen las funciones de soporte estructural, osteogénesis, osteoinducción y osteoconducción. Como un primer paso en esta dirección, se presenta en este trabajo una herramienta de optimización jerárquica multiescala para maximizar la rigidez de un sólido en la escala macro mediante el ajuste de los parámetros que describen su microestructura –inspirada en la del hueso trabecular– punto a punto sobre el dominio de optimización. Para esto se combinan el esquema de análisis de sensibilidad multiescala propuesto por Fachinotti et al. (*Int J Solids Struct*, 69-70:45-59 (2015)) y la micro arquitectura celular parametrizada propuesta por Kowalczyk (*Comput Methods Biomech Biomed Eng*, 9(3):135–147 (2006)). Este esquema permite el cálculo previo (optimización off-line) de la base de datos que caracteriza el comportamiento del material en la microescala, con lo que se reducen el costo computacional del posterior análisis de optimización. Para definir la microestructura se requiere de la optimización de cuatro parámetros geométricos que determinan la geometría de la microestructura y tres parámetros que determinan su orientación espacial; la densidad (fracción de volumen sólido de la microestructura) se impone como restricción. El desempeño y eficacia de la herramienta se estudia para una serie de problemas de evaluación estándar (benchmarks), los que fueron resueltos mediante diferentes algoritmos de optimización. Se encontró que el algoritmo de Punto Interior produce los mejores resultados. Finalmente se resuelve un problema que tiene por objetivo replicar la microestructura trabecular natural para un modelo de la geometría de una cabeza de fémur sometida a cargas fisiológicas normales. Los resultados son comparados en términos de densidad, orientación de las trabéculas y propiedades elásticas.