

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Contexto . . . . .	1
1.2. Patologías del crecimiento y potencial de los materiales pseudoelásticos . . . . .	4
1.3. Contenido de esta tesis . . . . .	11
<b>2. Utilización de AMF en ortesis para patologías neuromusculares.</b>	<b>13</b>
2.1. Motivación. . . . .	13
2.2. Objetivo de una ortesis para pie equino varo. . . . .	14
2.3. Breve descripción de la solución desarrollada. . . . .	15
2.4. Resultados preliminares y algunas observaciones prácticas. . . . .	18
2.5. Comentarios finales. . . . .	21
<b>3. Una primera aproximación al crecimiento óseo.</b>	<b>23</b>
3.1. Motivación . . . . .	23
3.2. Estado del arte del estudio mecanobiológico del crecimiento óseo. . . . .	24
3.3. Método . . . . .	28
3.3.1. Ecuaciones de crecimiento . . . . .	28
3.3.2. Geometría y propiedades mecánicas . . . . .	29
3.3.3. Hipótesis simplificativas y análisis dimensional. . . . .	33
3.3.4. Esquema numérico . . . . .	35
3.4. Resultados . . . . .	36
3.4.1. Algunas soluciones analíticas a problemas elementales . . . . .	36
3.4.2. Estudio numérico de tratamientos de hemiepifisiodesis . . . . .	37
3.5. Discusión . . . . .	43
3.6. Comentarios finales . . . . .	46
<b>4. Resolución numérica de problemas típicos de la mecanobiología ósea.</b>	<b>49</b>
4.1. Motivación . . . . .	49
4.2. Estado del arte . . . . .	50
4.3. Formulación del problema de crecimiento y remodelación ósea . . . . .	53

4.4.	Algoritmo propuesto . . . . .	56
4.5.	Utilización para la solución de problemas de interés . . . . .	59
4.5.1.	Ecuaciones del modelo implementado por defecto . . . . .	59
4.5.2.	Utilización del programa generado para modelar un tratamiento de hemiepifisiodesis. . . . .	62
4.5.3.	Remodelación ósea interna alrededor de un implante de cadera. . . . .	64
4.5.4.	Efecto de un estado de cargas fisiológico sobre el crecimiento del fémur. . . . .	66
4.6.	Conclusiones y comentarios finales . . . . .	72
<b>5.</b>	<b>Modelo matemático mejorado del crecimiento óseo.</b>	<b>75</b>
5.1.	Motivación. . . . .	75
5.2.	Formulación del modelo. . . . .	76
5.3.	Algunas soluciones analíticas de interés. . . . .	79
5.3.1.	Cargas uniaxiales estáticas. . . . .	80
5.3.2.	Cargas uniaxiales oscilantes . . . . .	85
5.3.3.	Tensiones hidrostáticas. . . . .	88
5.3.4.	Cargas torsionales. . . . .	89
5.4.	Obtención de información cuantitativa a partir de experimentos publicados. . . . .	91
5.4.1.	Limitaciones del modelo geométrico utilizado. . . . .	91
5.4.2.	Estimación de los parámetros del modelo a partir de información experimental disponible. . . . .	92
5.4.3.	Cargas torsionales. . . . .	94
5.4.4.	Verificación de la hipótesis de valores constantes. . . . .	95
5.5.	Resumen y conclusiones . . . . .	97
5.6.	Comentarios finales . . . . .	101
<b>6.</b>	<b>Aplicación a un caso particular. Estudio detallado del crecimiento en un modelo paciente-específico.</b>	<b>103</b>
6.1.	Motivación . . . . .	103
6.2.	Modelo de elementos finitos utilizado . . . . .	104
6.3.	Estimación de las tensiones mecánicas en la placa epifisiaria . . . . .	105
6.3.1.	Método . . . . .	105
6.3.2.	Resultados . . . . .	107
6.4.	Esfuerzos en los tejidos articulares . . . . .	109
6.4.1.	Método . . . . .	109
6.4.2.	Resultados . . . . .	110
6.5.	Estimación de la tasa de corrección de la deformidad . . . . .	113
6.5.1.	Método . . . . .	113

---

6.5.2. Resultados . . . . .	117
6.6. Discusión . . . . .	123
6.7. Comentarios finales . . . . .	126
<b>7. Obtención de un criterio de dimensionamiento simplificado y un prototipo mínimo viable.</b>	<b>129</b>
7.1. Motivación . . . . .	129
7.2. Determinación de la carga máxima aplicable mediante una ortesis de rodilla . .	130
7.3. Diagrama para la estimación preliminar de las correcciones alcanzables . . . . .	133
7.4. Breve descripción de una forma constructiva mínima viable . . . . .	135
7.5. Comentarios finales . . . . .	141
<b>8. Conclusiones</b>	<b>143</b>
<b>A. Propiedades elásticas del tejido óseo reportadas en la bibliografía.</b>	<b>149</b>
<b>B. Glosario</b>	<b>151</b>