

Métodos Numéricos en Ingeniería 2009

Editores:

Antonio Huerta

Eugenio Oñate

Antonio Rodríguez Ferran

Isabel N. Figueiredo

Luís F. Menezes

António J.B. Tadeu



Métodos Numéricos en Ingeniería 2009

Editores:

Antonio Huerta
Eugenio Oñate
Antonio Rodríguez Ferran

Isabel N. Figueiredo
Luís F. Menezes
António J.B. Tadeu

Publicado por



Sociedad Española de Métodos
Numéricos en Ingeniería



Associação Portuguesa de Mecânica
Teórica, Aplicada e Computacional

© Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería (SEMNI)
Edificio C1, Campus Norte UPC Gran Capitán, s/n 08034 Barcelona, Spain
www.semni.org

Métodos Numéricos en Ingeniería 2009
A. Huerta, E. Oñate, A. Rodríguez Ferran,
I. N. Figueiredo, L. F. Menezes y A. J. B. Tadeu (Eds.)

Primera edición: Junio 2009

© Los autores

Impreso por: Artes Gráficas Torres, S.L. c/ Morales 17, 08029 Barcelona, Spain

Déposito Legal: B-28307-09

ISBN: 978-84-96736-66-5

..... 339	Simulação Numérica das Alterações Estruturais de Margas Compactadas quando Saturadas	
ios	<i>R. Cardoso, E.E. Alonso and S. Olivella</i>	359
..... 340	Simulación 3D de Ensayos de Pulso de Gas en Rocas Arcillosas Anisótropas	
	<i>D. Arnedo, E. Alonso and S. Olivella</i>	361

MODELADO COMPUTACIONAL EN INGENIERÍA DE TEJIDOS

..... 341		
1		
..... 342	Análise da Permeabilidade em Suportes para Engenharia do Tecido Ósseo utilizando Homogeneização	
	<i>M.R. Dias, P.R. Fernandes, J.M. Guedes and J.E. Fonseca</i>	365
..... 344	Design Biomimético de Scaffolds para a Engenharia de Tecidos	
	<i>H. de Amorim Almeida and P.J. da Silva Bártolo</i>	366
..... 345	Estudio Tensional antes y después de la Distracción Osteogénica Mandibular en un Caso de Microsomía Hemifacial	
	<i>E. Reina-Romo, A. Sampietro-Fuentes, M.J. Gómez-Benito, J.M. García-Aznar, J. Domínguez and M. Doblaré</i>	367
	Influência das Propriedades Materiais no Comportamento Biomecânico do Pavimento Pélvico	
A	<i>M.P. Parente, R.M. Natal Jorge, T. Mascarenhas, A.A. Fernandes and J.A. Martins</i>	368
	Modelação Computacional da Estrutura do Tecido Ósseo considerando Critérios de Rigidez e Permeabilidade	
..... 349	<i>P.R. Fernandes, P.G. Coelho, H.C. Rodrigues, J.B. Cardoso and J.M. Guedes</i>	369
o		
..... 350	Modelado Computacional de la Cicatrización de Heridas Profundas	
cia	<i>E. Javierre, P. Moreo, J.M. García-Aznar and M. Doblaré</i>	370
..... 350	Modelo Mecanobiológico de la Interacción Célula-Sustrato	
	<i>J.A. Sanz-Herrera, P. Moreo, J.M. García-Aznar and M. Doblaré</i>	371

MODELADO EN BIOMECÁNICA COMPUTACIONAL

..... 351		
	Análise Dinâmica da Membrana Timpânica do Ouvido Médio	
	<i>C. Garbe, F. Gentil, M. Parente, P. Martins and R. Natal Jorge</i>	375
..... 355	Análisis No Lineal por el Método de Elemento Finito para conocer el Efecto de Varum y Valgum de Meniscos y Cartílago Articular de Rodilla	
	<i>S.J. Molina Domínguez, R. Lesso Arroyo, A. Vidal Lesso, J.S. García Miranda and F. Gutiérrez Vera</i>	376
..... 356	Análisis Numérico de un Modelo de Remodelación Ósea	
	<i>J.R. Fernández, R. Martínez, J.M. Viaño and J.M. García-Aznar</i>	377
..... 357	Comparación entre el Método de Elementos Naturales Implícito y Explícito. Aplicación a la Flexión de la Rodilla	
	<i>M.H. Doweidar, P. Groenenboom, B. Calvo, I. Alfaro, A. Alonso and M. Doblaré</i> ..	378
..... 358	Desenvolvimento de Software Interactivo para Optimizar os Parâmetros de Modelos Materiais Hiperelásticos	
	<i>P. Martins, E. Peña, B. Calvo, M. Doblaré, T. Mascarenhas, R. Natal Jorge and A. Ferreira</i>	379

Diferentes Funciones de Densidad para Modelos Anisótropos basados en la Microesfera con Aplicación a Tejido Vascular <i>M.A. Martínez, V. Alastrué and M. Doblaré</i>	381
Efeito da Perfuração Timpânica nos Diferentes Quadrantes da Pars Tensa <i>F. Gentil, C. Garbe, M. Parente, P. Martins and R. Natal Jorge</i>	382
Estudio Mecánico de la Acomodación en el Ojo Humano mediante el Método de los Elementos Finitos <i>R. Palma and J.L. Pérez-Aparicio</i>	384
Estudio Mecánico de la Interacción entre Stents Autoexpandibles de Nitinol sobre Tejido Cardiovascular en Técnicas de Angioplastia Carotídea <i>A. García, M.A. Martínez, E. Peña, A. Laborda, M.A. De Gregorio and M. Doblaré</i>	385
Estudio mediante Elementos Finitos del Efecto de la Rotura del Ligamento Cruzado Posterior en el Cartilago de la Rótula <i>R. Muñoz, A. Alonso, E. Peña, B. Calvo and M. Doblaré</i>	386
Estudo Biomecânico das Alterações nas Estruturas Ósseas Bucais Provocadas por Aparelho com Parafuso Expansor <i>I. Braga, D. Rocha, R. Natal Jorge, E. Las Casas, R. Andrade and P. Martins</i>	387
Estudo Numérico e Experimental do Campo de Deformações na Interface Osso-Implante <i>J. Ribeiro, H. Lopes, J. Xavier and M. Vaz</i>	389
Evaluación del Estímulo Piezoeléctrico en la Curación de Fracturas Humanas mediante el Método de los Elementos de Contorno <i>V. Duarte, K. Thöni, G. Beer and M. Cerrolaza</i>	390
Evolución de las Propiedades Mecánicas del Miocardio en el Ventrículo Izquierdo durante el Desarrollo Fetal: Un Estudio mediante Elementos Finitos basado en un Modelo Idealizado y Medidas Ecográficas in-vivo <i>E. Peña, J. Ohayon, A. Azancot, P. Tracqui and M. Doblaré</i>	391
Influence of Poroelastic Material Properties on Mechanical Responses of the Lumbar Intervertebral Disc under Compression: A Statistical Factorial Approach in Finite Element Analyses <i>A. Malandrino, J.A. Planell and D. Lacroix</i>	392
Influência do Osso Pélvico nos Resultados Computacionais no Componente Acetabular de uma Prótese Total da Anca <i>S. Barreto, J. Folgado, P.R. Fernandes and J. Monteiro</i>	393
Metodología para el Diseño y la Manufactura de Prótesis de Rodilla utilizando Sistemas CAD/CAM <i>V. Espinal Montes, R. Lesso Arroyo, A. Cortés Hernández, M. Caudillo Ramírez, A. Sánchez Rodríguez, S. Vera Contreras</i>	394
Métodos de Determinação dos Parâmetros que Influenciam os Resultados da Cirurgia Plástica de Redução Mamária <i>G. Smirnov and V. Sá</i>	395
Modelação Computacional da Artroplastia do Ombro: Análise da Remodelação Óssea e Desgaste Articular <i>J. Folgado, C.M. Quental, N.S. Ribeiro, P.R. Fernandes and J. Monteiro</i>	396
Modelado Numérico del Proceso de Acomodación del Cristalino Humano <i>B. Calvo, E. Lanchares, R. Navarro and M. Doblaré</i>	397
Modelos Multi-Escala e Efeitos Pseudo-Plásticos na Circulação Sanguínea <i>J. Janela, A. Moura and A. Sequeira</i>	398

la	Optimização Geométrica da Prótese da Anca para Maximizar a Estabilidade Inicial e o Desempenho a Longo Prazo	
..... 381	<i>R.B. Ruben, J. Folgado and P.R. Fernandes</i>	399
sa	Predicción de la Pérdida de Resistencia de la Madera Estructural por la Modelización de La Interacción entre los Nudos y la Madera	
..... 382	<i>V. Baño, A. Soilán, F. Arriaga and M. Guaita</i>	400
	Propagação e Acumulação de Dano em Próteses de Anca Cimentadas – Element Failure Method	
..... 384	<i>C.R. Nabais, R.M. Guedes and J.A. Simões</i>	402
lea	Simulação da Contração do Músculo Pubovisceral	
..... 385	<i>T. H. da Roza, C. Said Saleme, M. Parente, M. Pinotti, A. Lopes da Silva Filho, T. Mascarenhas and R. Natal Jorge</i>	403
nto	Simulación Computacional de la Regeneración Ósea en Huesos Largos usando el Método de los Elementos Finitos	
..... 386	<i>L.A. González-Torres, M.J. Gómez Benito, J.M. García-Aznar and M. Doblaré Castellano</i>	404
v	Simulación Computacional del Comportamiento del Tejido Muscular Esquelético	
..... 387	<i>J. Grasa, B. Calvo, A. Alonso-Vázquez, A. Ramírez, F. Soterias, R. Osta, M.J. Muñoz, P. Zaragoza and M. Doblaré</i>	405
ce	Simulación del Flujo Sanguíneo Pulsátil en Arterias Coronarias considerando la Interacción con la Pared Arterial	
..... 389	<i>D. Afkari, F. Gabaldón Castillo and F.J. Calvo Plaza</i>	406
..... 390	Simulación en Tiempo Real de Tejidos Blandos mediante Reducción de Modelos y Métodos Asintóticos Numéricos	
	<i>S. Niroomandi, I. Alfaro, E. Cueto and F. Chinesta</i>	407
..... 391	Simulación Numérica del Crecimiento Tumoral a partir del Comportamiento Mecánico Unicelular	
	<i>J.J. Arribas, P. Roa and I. Romero</i>	408
ial	Simulación por Elementos Finitos de la Fusión de la Segunda Falange Proximal-Medial para aliviar la Patología del Pie en Garra	
..... 392	<i>J. Bayod, R. Becerro de Bengoa, J.C. Prados and M. Doblaré</i>	409
nte	Simulación Tridimensional mediante Elementos Finitos de la Cinemática de una Rodilla Humana Implantada	
..... 393	<i>O. Tziouvaras, R. Muñoz, M.H. Doweidar, B. Calvo and A. Alonso</i>	410
rez,		
..... 394		
s		
..... 395		
..... 396		
..... 397		
..... 398		
	MODELADO NUMÉRICO DEL COMPORTAMIENTO NO LINEAL DEL HORMIGÓN	
	3D Behaviour of a 4 Parameter Isotropic Nonlinear Hardening Plasticity Model for Concrete	
	<i>E.B. Pereira and J.A. Barros</i>	413
	A Review of the EC8-Part 3 Assessment Procedures for Existing RC Structures	
	<i>X. Romão, A. Costa and R. Delgado</i>	414
	Análisis de Bifurcación Material del Hormigón Armado mediante la Metodología de Discontinuidades Fuertes de Continuo	
	<i>D.L. Linero, J. Oliver and A.E. Huespe</i>	415

PROBLEMAS INVERSOS Y EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA

..... 453	Aplicación de la Transformada Wavelet para Detección de Daño en Vigas Timoshenko	
..... 454	<i>J.C. Herrera</i>	477
..... 456	Identificación de Daño en Cerámicas Piezoeléctricas basada en Modelos de Elementos de Contorno	
..... 457	<i>G. Rus, F. García, A. Sáez and R. Gallego</i>	478
..... 457	Identificación de Parámetros de un Acuífero No Confinado utilizando el Método del Sistema Diferencial formulado con Elementos Finitos	
..... 457	<i>L. A Caudillo-Mata, S. Botello and M.A. Moreles</i>	479

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES, VISUALIZACIÓN E INTERFACES

..... 461	Aplicação de Técnicas de Processamento e Análise de Imagem na Análise Automática da Quantidade e do Tamanho do Grão em Imagens Metalográficas	
..... 462	<i>V. Albuquerque, T. Cavalcante, P. Filho and J. Tavares</i>	483
..... 462	Correções de Beam Hardening em Imagens Tomográficas de Amostras Ósseas	
..... 463	<i>E. Sales, I. Lima, J.T. Assis and R.T. Lopes</i>	484
..... 463	Desarrollo de un Método de Diagnóstico Asistido por Computadora para la Detección de Anomalías en Mamografía Digital a través de la Combinación de Filtros y Operadores Morfológicos	
..... 464	<i>G. Gavidia, A. Contreras, M. Cerrolaza, W. Torres and M. Martín-Landrove</i>	485
..... 464	Desarrollo de un Entorno en C++ y OpenGL para la Resolución de Problemas de Contacto entre Sólidos 3D	
..... 465	<i>R. González López, J. Vallepuga Espinosa and L. Sánchez</i>	486
..... 465	Deteção de Contacto entre Superfícies Quádricas Convexas	
..... 466	<i>R. Portal, L. Sousa and J. Dias</i>	487
..... 466	Estudo das Técnicas de Processamento de Imagem dedicadas ao Tratamento dos Mapas de Fase	
..... 467	<i>H. Lopes, J. Ribeiro, R. Guedes and M. Vaz</i>	489
..... 470	Influência da Aquisição de Imagem na Avaliação da Rugosidade em Biomateriais: Medidas de Rugosidade em Cones de Resilon por Microscopia de Força Atômica	
..... 471	<i>M. Prado, L. Lima, H. Gusman and R. Simão</i>	490
..... 471	Método de Segmentação de Objectos em Imagens Baseado em Contornos Activos e Algoritmo Genético	
..... 472	<i>E. Figueiredo Chagas, D. Laudares Rodrigues and J. Tavares</i>	491
..... 472	Obtenção da Forma 3D de Objectos através de Métodos Volumétricos	
..... 473	<i>T.C. Azevedo, J.M. Tavares and M.A. Vaz</i>	492
..... 473	Tritree: Segmentação de Imagens Coloridas	
..... 474	<i>T.O. Cunha and V.C. Da Silva</i>	493
..... 474	Visualización Científica de Datos obtenidos mediante la Aplicación de Métodos de Partículas en la Ingeniería	
..... 474	<i>H. Yervilla Herrera and Y. Reyes López</i>	494
..... 474	Visualización Científica de Datos obtenidos mediante la Aplicación de Métodos sin Mallas en la Ingeniería	
..... 474	<i>Y. Reyes López and H. Yervilla Herrera</i>	496

SIMULACIÓN DE PROCESOS DE CONFORMADO

Análise do Retorno Elástico no Processo de Hidroformagem de Tubos Soldados <i>R.M. Natal Jorge, L.M. Teixeira, M.P. Parente, A Vieira and R.A. Valente</i>	501
Aplicação da Teoria de Bifurcação Local e Instabilidade na Análise de Formabilidade de Componentes Estampados <i>B.D. Buco, M.C. Oliveira, J.L. Alves, L.F. Menezes, K. Ito, G. Uemura and N. Mori</i>	502
Development of an Equation in a Closed Form to predict the DBRF in SMF, using FEM <i>E. Duarte, S.G. Oliveira, L. Neamtu and R. Weyler</i>	503
El Método de los Elementos Finitos de Partículas en Procesos de Conformado <i>R. Weyler, J.C. Cante, J. Oliver and J. Hernández</i>	504
Fully Coupled Thermo-Mechanical Analysis of Multi-Pass Welding and Metal Deposition Processes <i>N. Dialami, M. Chiumenti, M. Cervera and C. Agelet de Saracibar</i>	505
Modelado de Nano-Composites: de la Reología a la Simulación de Procesos <i>F. Chinesta, A. Ammar, M. R Mackley, A. Ma and E. Cueto</i>	506
Modelo Evolutivo para o Coeficiente de atrito de Coulomb na Simulação Numérica de Processos de Conformação Plástica <i>M.C. Oliveira, J.L. Alves, L.F. Menezes, R. Padmanabhan and A. Ramalho</i>	507
Modelo Numérico para la Predicción de Grietas en la Compactación Uniaxial en Frío de Polvos Metálicos <i>J.A. Hernández, J.C. Cante, J. Oliver and M. Cafiero</i>	508
Simulação do Processo de Rectificação de Uma Liga de Titânio <i>S. Santos, A. Vieira and R. Natal Jorge</i>	509
Simulación de estructuras dendríticas mediante un método de tipo VOF <i>J. López, J. Hernández, P. Gómez, F. Faura and C. Zanzi</i>	510
Simulación de Procesos de Extrusión de Perfiles Huecos mediante el Método de los Elementos Naturales <i>I. Alfaro, E. Cueto, J. Olivera, L. Filice, F. Gagliardi and F. Chinesta</i>	511

TRANSPORTE Y DIFUSIÓN

A High Resolution Petrov-Galerkin Method for the 1D Convection-Diffusion-Reaction Problem <i>P. Nadukandi, E. Oñate and J. Garcia</i>	515
Acoplamiento del Modelo CMAQ con un Modelo de Elementos Finitos para el Transporte de Contaminantes de Plumas de Chimeneas <i>A. Perez-Foguet and A. Oliver</i>	516
Análisis Aeroelástico de Puentes en el Dominio del Tiempo <i>J.A. Juwado, A. León, S. Hernández and F. Nieto</i>	517
Avaliação da Solução MFS em Problemas de Difusão de Calor <i>N. Simoes, A. Tadeu and I. Simoes</i>	518

ESTUDO NUMÉRICO E EXPERIMENTAL DO CAMPO DE DEFORMAÇÕES NA INTERFACE OSSO-IMPLANTEJoão Ribeiro¹, H. Lopes¹, J. Xavier² e M. Vaz³¹Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal²Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal³Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Universidade do Porto, Portugal

RESUMO: As ferramentas numéricas são actualmente utilizadas na simulação do comportamento mecânico de biomateriais. Porém, para uma correcta análise é necessário o conhecimento integral das propriedades mecânicas destes materiais. As técnicas ópticas de medição de campo e sem contacto estão bem adaptadas para a medição do comportamento global da estrutura. Os dados experimentais são utilizados na determinação das propriedades mecânicas e na validação das simulações numéricas. Neste trabalho pretende-se analisar o comportamento do tecido ósseo cortical de bovino na proximidade da interface com um implante metálico e sob a acção de diferentes carregamentos. O osso cortical é um material com uma estrutura altamente porosa, o que impede a medição rigorosa das deformações utilizando os métodos experimentais convencionais (ex. extensometria). Na análise desenvolvida utilizou-se a técnica da Correlação Digital de Imagem (CDI) por permitir a medição do campo de deformações com elevada resolução na região de interface osso-implante. Um modelo numérico da interface osso-implante foi realizado com um código comercial de Elementos Finitos (Ansys®). A partir das propriedades mecânicas medidas, para as mesmas condições de carregamento e de fronteira determinaram-se os campos de deslocamento e deformação. A comparação destes resultados com os obtidos por via experimental permitiu validar as propriedades mecânicas determinadas a partir das medições experimentais. Na figura 1 apresenta-se a imagem da montagem utilizada no ensaio experimental.

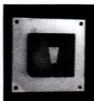


Figure 1- Montagem experimental para a medição das deformações na interface osso-implante.

Comparando o campo de deslocamentos obtido pelas duas técnicas, figura 2, revela que, globalmente, apresenta um andamento muito semelhante.

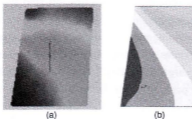


Figure 2- (a) Campo de deslocamentos medidos CDI e (b) Campo de deslocamentos calculado com MEF.