

Índice general

Índice general	IX
Índice de figuras	XII
1 Introducción	1
1.1. El modelo geoméricamente exacto de piezas alargadas	1
1.2. Motivación	4
1.3. Objetivos de la tesis	6
1.4. Contenido	6
1.5. Notación	8
2 Estado del Arte	13
2.1. Contexto histórico	13
2.2. El modelo de Reissner–Simó	19
2.3. Soluciones numéricas del modelo de Reissner–Simó	21
2.3.1. El tratamiento de las rotaciones	21
2.3.2. La solución numérica de Simó y Vu–Quoc	24
2.3.3. Clasificación de las soluciones numéricas del modelo geométri- camente exacto	26
2.3.4. Extensión de las soluciones numéricas a otros tipos de problemas	29
3 Cinemática del modelo RS	31
3.1. Configuración inicial y configuración de referencia	33
3.2. Geometría de la configuración inicial	36
3.2.1. Tensor de curvaturas iniciales	36
3.2.2. Métrica de la sección transversal	38
3.3. Hipótesis cinemática	39
3.4. Interpretación geométrica del tensor $\mathbf{\Lambda}$	41
3.5. Geometría de la configuración actual	45
3.5.1. Cambio de orientación de la sección	45
3.5.2. Gradiente de la deformación. Deformaciones generalizadas . . .	46
3.5.3. Objetividad de las medidas de la deformación	49

4	Ecuaciones de campo	53
4.1.	Construcción de la ecuación de trabajos virtuales	53
4.1.1.	Variación de la configuración	54
4.1.2.	Definición de la variación corrotacional	55
4.1.3.	Variación del gradiente de la deformación	57
4.1.4.	Ecuación de trabajos virtuales del modelo RS	58
4.2.	Cálculo de la variación de las deformaciones generalizadas	62
4.3.	Ecuaciones de equilibrio	67
4.4.	Ecuaciones constitutivas	70
5	La analogía dinámica	77
5.1.	Las ecuaciones de Euler–Poincaré	84
5.2.	Las ecuaciones de Lie–Poisson	87
6	El operador tangente en el modelo RS	95
6.1.	Resultados preliminares	97
6.1.1.	Propiedades elementales de la variación y la variación corrotacional	98
6.1.2.	Segunda variación de la configuración	99
6.2.	Forma espacial del equilibrio tangente	101
6.2.1.	Linealización del trabajo virtual de las fuerzas internas	101
6.2.2.	Linealización del trabajo virtual de las fuerzas exteriores	107
6.2.3.	Equilibrio tangente	110
6.2.4.	Análisis de los términos adicionales al operador de Simó	112
6.3.	Forma material del equilibrio tangente	116
6.3.1.	Linealización del trabajo virtual de las fuerzas internas	116
6.3.2.	Linealización del trabajo virtual de las fuerzas exteriores	122
6.3.3.	Ecuación de equilibrio tangente	123
7	Solución numérica basada en la forma espacial	127
7.1.	Discretización en elementos finitos	128
7.2.	Solución incremental pura	129
7.2.1.	Construcción de la ecuación incremental	130
7.2.2.	Actualización de la configuración	134
7.2.3.	Relación entre la interpolación y la objetividad de la solución	137
7.3.	Solución incremental–iterativa	142
7.3.1.	Expresión del residuo	142
7.3.2.	Linealización del residuo	144
7.3.3.	Proceso iterativo	148
7.4.	Flujo del programa	152
7.4.1.	Datos iniciales	152
7.4.2.	Proceso incremental	153
7.4.3.	Proceso incremental – iterativo	155
7.5.	Resultados	157

7.5.1.	Análisis de la solución de Simó y Vu-Quoc al problema de la ménsula	157
7.5.2.	Solución incremental pura de la ménsula de Simó y Vu-Quoc .	163
7.5.3.	Evaluación del efecto de la parte antisimétrica del operador . .	166
7.5.4.	Ejemplos	176
8	Solución numérica basada en la forma material	203
8.1.	Formulación del elemento	204
8.1.1.	Interpolación	204
8.1.2.	Predicción	205
8.1.3.	Corrección	209
8.1.4.	Actualización de la configuración	214
8.2.	Flujo del programa	217
8.2.1.	Datos iniciales	217
8.2.2.	Predicción	218
8.2.3.	Corrección	221
8.3.	Resultados	224
9	Conclusiones	233
9.1.	Resumen del trabajo realizado	233
9.2.	Conclusiones	234
9.3.	Aportaciones originales	237
9.4.	Líneas de investigación propuestas	239
A	Algunas propiedades de la variación corrotacional	241
B	Cálculo del operador T	243
	Bibliografía	247