



Mecánica computacional de sólidos

Prácticas sobre el método de los elementos finitos con SAP2000

Josep Casanova Colon



**EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

Josep Casanova Colon

Mecánica computacional de sólidos

**Prácticas sobre el método de los elementos
finitos con SAP 2000**

**EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

Colección Académica

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: CASANOVA COLON, J. (2016) *Mecánica computacional de sólidos: Prácticas sobre el método de los elementos finitos con SAP2000*. Valencia: Universitat Politècnica de València

Los contenidos de esta publicación han sido revisados por el Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Universitat Politècnica de València

Primera edición, 2016 (versión impresa)

Primera edición, 2016 (versión electrónica)

© Josep Casanova Colon

© 2016, de la presente edición: Editorial Universitat Politècnica de València

distribución: Telf. 963 877 012 / www.lalibreria.upv.es / Ref.: 6303_01_01_01

ISBN: 978-84-9048-482-1 (versión impresa)

ISBN: 978-84-9048-483-8 (versión electrónica)

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo edicion@editorial.upv.es

Prólogo

La Mecánica Computacional se ocupa de la resolución de problemas mecánicos mediante métodos numéricos basados en la discretización de las ecuaciones que los gobiernan tanto en el espacio como en el tiempo. En ella se pueden considerar dos grandes ramas, la Mecánica Computacional de Sólidos y la Mecánica Computacional de Fluidos. Es una parte fundamental de la formación en ingeniería civil, mecánica, aeronáutica, naval...

Hoy en día, aunque en el ámbito de la Mecánica Computacional de Sólidos se recurre a distintos métodos numéricos, el más importante de ellos, con mucha diferencia, es el Método de los Elementos Finitos, en el que se basan la práctica totalidad de los programas comerciales de orientación profesional que se utilizan en esta materia.

Este texto está concebido como complemento de las referencias teóricas sobre el Método de los Elementos Finitos en la formación de ingenieros civiles, aunque también podría utilizarse en otras ramas de la técnica. Plantea un conjunto de ejercicios prácticos que pretenden capacitar al estudiante como usuario solvente de programas comerciales de cálculo de estructuras basados en este método, ya que en la actualidad los ingenieros desarrollan su actividad profesional como usuarios de tales programas.

Su finalidad es doble. Por una parte, que el lector se familiarice con la utilización de un programa de elementos finitos: pasos a seguir en la implementación del modelo, herramientas de mallado, visualización de resultados, interpretación de algunas presentaciones alternativas de éstos, etc. Por otra, que aplique determinados procedimientos propios del Método de los Elementos Finitos, como el test de la parcela; que compruebe si un elemento presenta ciertos problemas, como el bloqueo; que compare la respuesta proporcionada por elementos similares ante el mismo problema como base para tomar decisiones de modelización, como la de usar elementos de elasticidad bidimensional con o sin modos incompatibles o decantarse por mallas de elementos triangulares o cuadrangulares; que modelice barras curvas mediante elementos rectos, y láminas mediante elementos placa, y analice los resultados; etc. Todo esto le capacitará para poder realizar por sí mismo comprobaciones similares cuando, en su quehacer profesional, tenga que desarrollar modelos complejos, utilizar otros elementos finitos, familiarizarse con nuevos programas, etc.

Los diferentes ejercicios se desarrollan utilizando el programa SAP2000, muy conocido en el ámbito del cálculo de estructuras. La elección de este programa se justifica en la amplia difusión del citado programa y, sobre todo, en el convencimiento de que la elección concreta es poco relevante: si el estudiante llega a dominar un programa de este tipo, en poco tiempo será capaz de utilizar con seguridad cualquier otro similar.

El texto se ha preparado, inicialmente, como guía para las prácticas informáticas de la asignatura Mecánica Computacional de Sólidos (primer curso del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos que se imparte en la Universitat Politècnica de València). Por ello, en ocasiones aparecen instrucciones del tipo “Suba a la tarea de *PoliformaT...*” que sólo tienen sentido en el contexto de estas prácticas. No obstante, el manual está redactado de manera que, en cada ejercicio, el lector encuentra la descripción de los pasos a seguir, los resultados esperados y, cuando procede, su análisis crítico. Esto facilita que cualquiera que esté interesado en el tema pueda utilizarlo para desarrollar los ejercicios y comprobar sus resultados por sí mismo.

Valencia, diciembre 2015

J. Casanova

Índice

Prólogo	I
Índice	III
1 Elasticidad Bidimensional (I)	1
1.1 Primera parte: Introducción interactiva de datos y visualización de resultados en la pantalla. Test de la parcela.....	1
1.1.1 Introducción.....	1
1.1.2 Objetivos.....	2
1.1.3 Proceso a seguir	2
1.1.4 Variante 1	4
1.1.5 Variante 2.....	4
1.2 Segunda parte: Mallado. Fiabilidad de los elementos finitos utilizados por el programa	4
1.2.1 Introducción.....	4
1.2.2 Objetivos.....	6
1.2.3 Proceso a seguir	6
1.3 Tercera parte: Salida de resultados	9
1.3.1 Introducción.....	9
1.3.2 Objetivos.....	10
1.3.3 Proceso a seguir	10
1.4 Cuarta parte: Análisis de la distribución tensional.....	12
1.4.1 Introducción y objetivos.....	12
1.4.2 Proceso a seguir	12

2	Elasticidad Bidimensional (II)	15
2.1	Primera parte: Opciones avanzadas de modelización (1).....	15
2.1.1.	Introducción	15
2.1.2.	Objetivos.....	16
2.1.3.	Proceso a seguir.....	16
2.2	Segunda parte: opciones avanzadas de modelización (2).....	21
2.2.1	Introducción	21
2.2.2	Objetivos.....	21
2.2.3	Proceso a seguir.....	21
2.3	Tercera parte: Isostáticas	25
2.3.1	Introducción	25
2.3.2	Proceso a seguir.....	25
3	Estructuras de barras (I)	27
3.1	Primera parte: Definición interactiva de estructuras de barras. Bloqueo.....	27
3.1.1	Introducción	27
3.1.2	Objetivos.....	28
3.1.3	Proceso a seguir.....	28
3.2	Segunda parte: Definición interactiva de estructuras de barras (2). Nudos de dimensión finita. Enlaces no concordantes.	31
3.2.1	Introducción	31
3.2.2	Objetivos.....	32
3.2.3	Proceso a seguir.....	32
3.3	Adenda: Revisión de las instrucciones de selección y copia. Desconexiones	34
3.3.1	Selección:	34
3.3.2	Copia: <i>Cut/Copy/Paste</i> o <i>Replicate</i>	35
3.3.3	Desconexiones	35
4	Estructuras de barras (II)	37
4.1	Primera parte: Vigas de sección variable (I).....	37
4.1.1	Introducción	37
4.1.2	Objetivos.....	38
4.1.3	Proceso a seguir.....	38
4.1.4	Análisis de los resultados	41
4.1.5	Conclusiones	42

4.2 Segunda parte: Vigas de sección variable (II).....	43
4.2.1 Introducción.....	43
4.2.2 Objetivos.....	44
4.2.3 Proceso a seguir	44
4.2.4 Conclusiones.....	46
4.3 Tercera parte: representación de vigas curvas mediante la poligonal inscrita.....	46
4.3.1 Introducción.....	46
4.3.2 Objetivos.....	47
4.3.3 Proceso a seguir	47
4.3.4 Justificación.....	50
4.3.5 Conclusiones.....	50
5 Placas y láminas (I).....	51
5.1 Primera parte: Definición de elementos lámina. Test de la parcela.....	51
5.1.1 Introducción.....	51
5.1.2 Objetivos.....	53
5.1.3 Proceso a seguir	54
5.1.4 Nota final	55
5.2 Segunda parte: validez del elemento de Reissner-Mindlin. Bloqueo. Interpretación de las reacciones.....	56
5.2.1 Introducción.....	56
5.2.2 Objetivos.....	58
5.2.3 Proceso a seguir	58
5.3 Tercera parte: el giro alrededor de la normal como grado de libertad en elementos de membrana o de lámina	61
5.3.1 Introducción.....	61
5.3.2 Objetivos.....	63
5.3.3 Proceso a seguir	63
5.4 Observaciones finales	64
5.4.1 Recomendaciones sobre el modelado.....	64
5.4.2 Validación del modelo	64
5.5 Anexo: Solución de comparación del problema resuelto en la segunda parte.....	65

6	Placas y láminas (II).....	71
6.1	Primera parte: Enlaces elásticos. Placas sobre cimentación elástica.....	71
6.1.1	Introducción	71
6.1.2	Objetivos.....	71
6.1.3	Proceso a seguir.....	72
6.2	Segunda parte: Modelización de láminas mediante elementos planos.....	76
6.2.1	Introducción	76
6.2.2	Objetivos.....	76
6.2.3	Proceso a seguir.....	77
6.2.4	Procedimiento alternativo 1 de definición de la geometría	79
6.2.5	Procedimiento alternativo 2 de definición de la geometría	79
7	Referencias.....	81

Ficheros complementarios

Dibujar Isostáticas  http://bit.ly/0380_DibujarIsostaticas

Model3  http://bit.ly/0380_Model3

PI4_p1  http://bit.ly/0380_PI4_p1_v2

PI4_p2  http://bit.ly/0380_PI4_p2

Para seguir leyendo haga click aquí