

**MECÁNICA VECTORIAL PARA  
ARQUITECTOS E INGENIEROS.  
ESTÁTICA.**

**Un enfoque estructural.**

Ramón Gesto de Dios

**EDITORIAL AULA MAGIS**



## DERECHOS RESERVADOS

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad ni parte de este curso, incluido el diseño de cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por ningún medio ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico o informático, de grabación o de fotocopia sin permiso previo por escrito del autor.

## DERECHOS RESERVADOS

© 2012 por AULA MAGIS S.L.

Paseo de la Habana nº 9-11

28036, Madrid.

RAMÓN GESTO DE DIOS

Mecánica vectorial para arquitectos e ingenieros. Estática.

Un enfoque estructural.

ISBN13: 978-84-939860-1-8

Depósito legal: M-34392-2012

Impreso por Cimapress

Imagen portada: Prisma colgado de hilos en equilibrio. Figura tomada del «Diálogo sobre dos nuevas ciencias», de Galileo Galilei.



## Prologo a la primera edición

La Mecánica Vectorial es una asignatura básica para todos aquellos futuros profesionales de la arquitectura y la ingeniería. Su conocimiento permite el estudio de otras materias más especializadas como por ejemplo, la Resistencia de Materiales o la Teoría de Máquinas. Como su propio nombre indica, la herramienta principal de la Mecánica Vectorial son los vectores. La velocidad, la aceleración o la fuerza son vectores y para operar con ellos se maneja una matemática particular.

La Mecánica Vectorial se suele presentar al alumno en dos partes: Estática y Dinámica. Ambas están íntimamente relacionadas. La Estática, sobre la que se va a centrar este libro, podría considerarse un caso particular de la segunda y de hecho, mediante el Principio de D'Alembert se puede transformar cualquier problema dinámico en uno estático. La Estática trata del equilibrio de los cuerpos pero abarca también otros temas relacionados, como el cálculo de centros de gravedad y momentos de inercia o el análisis de la estabilidad del equilibrio.

Tradicionalmente la Mecánica Vectorial se ha venido incluyendo como parte de la formación de arquitectos e ingenieros, por ello existe una bibliografía muy abundante sobre el tema tanto de editoriales españolas como extranjeras. Este libro se suma humildemente al conjunto de publicaciones existentes intentando diferenciarse de aquellas por su enfoque claramente estructural, de hecho, está pensado como un texto de base para un curso posterior de Resistencia de Materiales. Por tanto, el lector se encuentra ante un texto de Estática básico, similar al que se imparte en los primeros cursos universitarios de arquitectura e ingeniería españolas, con la particularidad de estar pensado como punto de inicio en el aprendizaje del cálculo de estructuras.

Esperamos que este libro sea de utilidad para el lector y que éste perdone las posibles erratas y errores que pudiera tener esta primera edición. Puede enviarme cualquier comentario al respecto a [gestodedios@aulaestructuras.es](mailto:gestodedios@aulaestructuras.es)

Madrid a 13 de julio de 2012.

El autor.



# Índice general

<b>1</b>	<b>Fuerzas y Momentos</b>	<b>1</b>
1.1	Importancia, objetivos y contenido	2
1.2	Ejes	3
1.3	Fuerza	4
1.4	Acción y reacción	7
1.5	Momento de una fuerza respecto de un punto	7
1.6	Par de fuerzas	10
1.7	Momento de una fuerza respecto de un eje	11
1.8	Acciones sobre las estructuras	12
1.9	Anejo I. Cuestiones sobre álgebra utilizadas en este tema.	15
1.10	Uso de software de cálculo	19
1.11	Ejercicios de autocomprobación	20
<b>2</b>	<b>Sistemas de fuerzas</b>	<b>23</b>
2.1	Importancia, objetivos y contenido	24
2.2	Sistemas de fuerzas equivalentes	25
2.3	Centro de fuerzas paralelas	36
2.4	Anejo 1. Elemens de Statique de Poincot	40
2.5	Ejercicios de autocomprobación	43
<b>3</b>	<b>Centroides</b>	<b>47</b>
3.1	Importancia, objetivos y contenido	48
3.2	Algo de historia	49
3.3	Centro de gravedad, centro de masa y centroide	50
3.4	Centro de gravedad y centro de masa de un sistema de partículas	52
3.5	Centro de gravedad y centro de masa de cuerpos continuos	53
3.6	Centroide de cuerpos continuos	54
3.7	Teoremas de Pappus-Guldin	55
3.8	Simetrías	57
3.9	Centroides de figuras simples	58
3.10	Figuras compuestas de figuras simples	64
3.11	Momento estático	67
3.12	Anejo 2. Uso de software de cálculo simbólico	72
3.13	Ejercicios de autocomprobación	73
<b>4</b>	<b>Inercia</b>	<b>77</b>
4.1	Importancia, objetivos y contenido	78
4.2	Momentos y Productos de Inercia de sistemas de puntos materiales	80
4.3	Momentos y Productos de inercia de cuerpos continuos	85
4.4	Momentos de inercia de superficies planas homogéneas	87

4.5	Círculo de Möhr . . . . .	96
4.6	Ejercicios de autocomprobación . . . . .	102
<b>5</b>	<b>Equilibrio</b>	<b>105</b>
5.1	Importancia, objetivos y contenido . . . . .	106
5.2	Vínculos . . . . .	106
5.3	Equilibrio estático . . . . .	110
5.4	Ejercicios de autocomprobación . . . . .	115
<b>6</b>	<b>Clasificación de estructuras</b>	<b>119</b>
6.1	Importancia, objetivos y contenido . . . . .	120
6.2	Mecanismos, estructuras isostáticas e hiperestáticas . . . . .	122
6.3	Grado de libertad de estructuras planas de barras . . . . .	124
6.4	Compatibilidad del sistema de ecuaciones . . . . .	131
6.5	Ventajas y desventajas de las estructuras hiperestáticas . . . . .	132
6.6	Uso de software de cálculo . . . . .	134
6.7	Ejercicios de autocomprobación . . . . .	135
<b>7</b>	<b>Trabajos Virtuales</b>	<b>139</b>
7.1	Importancia, objetivos y contenido . . . . .	140
7.2	Concepto de trabajo . . . . .	141
7.3	Concepto de trabajo virtual . . . . .	145
7.4	Principio de los trabajos virtuales . . . . .	147
7.5	Estructuras articuladas isostáticas . . . . .	152
7.6	Ejercicios de autocomprobación . . . . .	154
<b>8</b>	<b>Estabilidad del equilibrio</b>	<b>157</b>
8.1	Importancia, objetivos y contenido . . . . .	158
8.2	Campos de fuerzas . . . . .	159
8.3	Energía potencial . . . . .	162
8.4	Energía potencial y equilibrio . . . . .	163
8.5	Estabilidad del equilibrio. Clases . . . . .	167
8.6	Aproximación a la discusión de la estabilidad . . . . .	169
8.7	Estabilidad de sistemas con uno y dos grados de libertad . . . . .	172
8.8	Método general . . . . .	177
8.9	Ejercicios de autocomprobación . . . . .	179
<b>9</b>	<b>Esfuerzos y sollicitaciones</b>	<b>183</b>
9.1	Importancia, objetivos y contenido . . . . .	184
9.2	Prisma mecánico . . . . .	185
9.3	Esfuerzos . . . . .	185
9.4	Giros y desplazamientos . . . . .	192
9.5	Estructuras simétricas . . . . .	195
9.6	Sollicitaciones . . . . .	200
9.7	Estructuras articuladas isostáticas . . . . .	209
9.8	Ejercicios de autocomprobación . . . . .	216
<b>A</b>	<b>Solución ejercicios autocomprobación</b>	<b>219</b>