

## INDICE

<b>Capítulo 1. Introducción</b>	
1.1. Optimización	1
1.2. Tipos de problemas	2
1.3. Tamaño de los problemas	5
1.4. Algoritmos iterativos y convergencia	6
<b>Parte I. Programación lineal</b>	
<b>Capítulo 2. Propiedades básicas de los programas lineales</b>	11
2.1. Introducción	
2.2. Ejemplos de problemas de programación lineal	14
2.3. Soluciones básicas	17
2.4. Teorema fundamental de la programación lineal	18
2.5. Relaciones con la convexidad	21
2.6. Ejercicios	26
<b>Capítulo 3. El método simplex</b>	
3.1. Pivotes	30
3.2. Puntos extremos adyacentes	35
3.3. Determinación de una solución factible mínima	40
3.4. Procedimiento computacional: método simplex	43
3.5. Variables artificiales	48
*3.6. Variables con cotas superiores	53
3.7. Forma matricial del método simplex	57
3.8. El método simplex revisado	59
*3.9. El método simplex y la descomposición LU	65
3.10. Descomposición	67
3.11. Resumen	
3.12. Ejercicios	75
<b>Capítulo 4. Dualidad</b>	
4.1. Programas lineales duales	84
4.2. Teorema de dualidad	87
4.3. Relaciones con el procedimiento simplex	89
4.4. Sensibilidad y holgura complementaria	94
*4.5. Método simplex dual	96
*4.6. Algoritmo primal-dual	99
*4.7. Reducción de desigualdades lineales	104
4.8. Ejercicios	109
<b>Capítulo 5. Problemas de transporte y flujo de redes</b>	
5.1. El problema del transporte	117
5.2. Búsqueda de una solución factible básica	120
5.3. Triangularidad de las bases	122
5.4. Método simplex para problemas de transporte	126
5.5. El problema de asignación	133
5.6. Conceptos básicos de redes	134
5.7. Flujo de costo mínimo	136
5.8. Flujo maximal	140
*5.9. Algoritmo del transporte primal-dual	149

5.10. Resumen	157
5.11. Ejercicios	159
<b>Parte II. Problemas sin restricciones</b>	
<b>Capítulo 6. Propiedades básicas de solución y algoritmos</b>	168
6.1. Condiciones necesarias de primer orden	
6.2. Ejemplos de problemas sin restricciones	170
6.3. Condiciones de segundo orden	174
6.4. Funciones convexas y cóncavas	176
6.5. Minimización y maximización de funciones convexas	181
6.6. Convergencia global de algoritmos de descenso	182
6.7. Rapidez de convergencia	190
6.8. Resumen	
6.9. Ejercicios	194
<b>Capítulo 7. Métodos básicos de descenso</b>	
7.1. Búsqueda de Fibonacci y de la sección aurea	198
7.2. Búsqueda lineal mediante ajuste de curvas	201
7.3. Convergencia global del ajuste de curvas	208
7.4. Cierre de algoritmos de búsqueda lineal	211
7.5. Búsqueda lineal imprecisa	212
7.6. Método de descenso de mayor pendiente	216
7.7. Aplicaciones de la teoría	222
7.8. Método de Newton	227
7.9. Métodos de descenso coordinado	230
7.10. Pasos espaciadores	233
7.11. Resumen	234
7.12. Ejercicios	235
<b>Capítulo 8. Métodos de dirección conjugada</b>	
8.1. Direcciones conjugadas	240
8.2. Propiedades de descenso del método de la dirección conjugada	243
8.3. Método del gradiente conjugado	245
8.4. El Método del gradiente conjugado como un proceso optimal	248
8.5. Método del gradiente conjugado parcial	250
8.6. Extensión a problemas no cuadráticos	254
8.7. Tangentes paralelas	257
8.8. Ejercicios	259
<b>Capítulo 9. Métodos cuasi Newton</b>	
9.1. Newton de Newton modificado	262
9.2. Construcción de la inversa	265
9.3. Método de Davidon-Fletcher-Powell	267
9.4. La familia de Broyden	270
9.5. Propiedades de convergencia	273
*9.6. Escala	277
9.7. Métodos cuasi Newton sin memoria	282
9.8. Combinación de descenso de mayor pendiente y el método de Newton	284
9.9. Resumen	289
9.10. Ejercicios	291
<b>Parte III. Minimización con restricciones</b>	
<b>Capítulo 10. Condiciones para la minimización con restricciones</b>	299
10.1. Restricciones	

10.2. El plano urgente	301
10.3. Condiciones necesarias de primer orden (restricciones de igualdad)	304
10.4. Ejemplos	305
10.5. Condiciones de segundo orden	310
10.6. Valores propios en el subespacio tangente	312
10.7. Sensibilidad	317
10.8. Restricciones de desigualdad	319
10.9. Resumen	323
10.10. Ejercicios	324
<b>Capítulo 11. Métodos primales</b>	
11.1. Ventaja de los métodos primales	328
11.2. Métodos de dirección factible	329
11.3. Métodos de conjunto activo	332
11.4. Método de proyección del gradiente	337
11.5. Tasa de convergencia del método de proyección del gradiente	343
11.6. Método del gradiente reducido	351
11.7. Tasa de convergencia del método del gradiente reducido	357
11.8. Variaciones	364
11.9. Resumen	366
11.10. Ejercicios	367
<b>Capítulo 12. Métodos de penalización y de barrera</b>	
12.1. Métodos de penalización	373
12.2. Métodos de barrera	376
12.3. Propiedades de las funciones de penalización y de barrera	378
12.5. Gradientes conjugados y métodos de penalización	387
12.6. Normalización de funciones de penalización	389
*12.7. Función de penalización y proyección del gradiente	391
12.8. Funciones de penalización exactas	395
12.9. Resumen	399
12.10. Ejercicios	400
<b>Capítulo 13. Métodos duales y de plano cortante</b>	
13.1. Dualidad local	404
13.2. Tasa de convergencia canónica dual	410
13.3. Problemas separables	411
13.4. Lagrangianos aumentados	414
13.5. El punto de vista dual	419
13.6. Métodos de plano cortante	424
13.7. Algoritmo de plano cortante convexo de Kelley	426
13.8. Modificaciones	429
13.9. Ejercicios	430
<b>Capítulo 14. Métodos de Lagrange</b>	
14.1. Programación cuadrática	432
14.2. Métodos directos	436
14.3. Relación con la programación cuadrática	442
14.4. Métodos de Newton modificados	444
14.5. Propiedades de descenso	448
14.6. Tasa de convergencia	453
14.7. Métodos cuasi Newton	455
14.8. Resumen	459

14.9. Ejercicios	460
<b>Apéndice A. Reposo de matemáticas</b>	
A.1. Conjuntos	465
A.2. Notación matricial	466
A.3. Espacios	467
A.4. Valores propios y formas cuadráticas	468
A.5. Conceptos topológicos	469
A.6. Funciones	470
<b>Apéndice B. Conjuntos convexos</b>	
B.1. Definiciones básicas	474
B.2. Hiperplanos y polítopos	476
B.3. Hiperplanos separadores y de apoyo	479
B.4. Puntos extremos	480
<b>Apéndice C. Eliminación gaussiana</b>	
Bibliografía	487
Índice de materias	495