
Indice

1	Introduzione	1
2	Esempi di modelli	7
2.1	Problema della dieta	7
2.2	Dieta: primo modello	9
2.3	Problema della pianificazione di attività.....	12
2.4	Pianificazione di attività: primo modello	13
2.5	Pianificazione di attività: secondo modello.....	14
2.6	Problema della turnazione del personale	15
2.7	Turnazione: primo modello	16
2.8	Problema dell'orario: orario scolastico.....	19
2.9	Orario scolastico: primo modello	20
2.10	Problema dell'orario: orario universitario	22
2.11	Orario universitario: modelli	23
2.12	Problema della consegna di merci	26
2.13	Consegna delle merci: modello	28
2.14	Problema del portafoglio	32
3	Ottimalità con molti obiettivi	35
3.1	Preferenze.....	36
3.2	Problemi multi-obiettivo	39
3.3	Combinazione lineare	42
3.4	Obiettivi vincolati.....	47
3.5	Ottimi lessicografici	49
3.6	Minima distanza da punti ideali.....	52
4	Programmazione lineare	
	Proprietà generali	55
4.1	Soluzioni ammissibili	55
4.2	Ottimi.....	58
4.3	Metodo del simplesso	58

4.4	Problema duale – motivazione economica.....	61
4.5	Problemi primale e duale.....	64
4.6	Dualità e sensibilità	67
4.7	Complementarità	68
4.8	Appendice	73
5	Programmazione lineare	
	Risoluzione di modelli	79
5.1	Risoluzione di un problema di PL con Excel	80
5.2	Risoluzione di un problema di PL con LINGO	82
5.3	Dieta: risoluzione del primo modello	85
5.4	Dieta: secondo modello	86
5.5	Pianificazione di attività: risoluzione del secondo modello	87
6	Grafi e modelli particolari su grafi	91
6.1	Grafi non orientati	91
6.2	Grafi orientati	101
6.3	Coperture e impaccamenti di nodi.....	102
6.4	Coperture e impaccamenti di archi	104
6.5	Colorazioni e cricche.....	105
6.6	Grafi perfetti	107
7	Programmazione lineare intera	
	Metodi risolutivi	113
7.1	Premessa	113
7.2	Limitazioni inferiori	115
7.3	Limitazioni superiori	118
7.4	Suddivisione.....	119
7.5	Particolari formulazioni di PLI.....	125
8	Programmazione lineare intera	
	Risoluzione di modelli	129
8.1	Dieta: risoluzione del secondo modello	129
8.2	Dieta: terzo modello e sua risoluzione	130
8.3	Orario scolastico: risoluzione del primo modello	133
8.4	Appendice	135
9	Modelli di percorsi	
	Cammini minimi	137
9.1	Programmazione dinamica e cammini minimi	137
9.2	Pianificazione di attività: risoluzione del primo modello	142
9.3	Programmazione dinamica e programmazione lineare	147
9.4	Problema dei K cammini migliori	149
9.5	Cammino minimo e di minimo impatto ambientale	151
9.6	Altri esempi di programmazione dinamica	160

9.7	Appendice	164
10	Modelli di percorsi	
	Cammini con capacità	173
10.1	Flussi e capacità	173
10.2	Il problema del massimo flusso	177
10.3	Ammissibilità di un problema di flusso	181
10.4	Tagli di capacità minima	183
10.5	Il problema del trasporto	187
10.6	Nota storica	188
10.7	Appendice	189
11	Modelli particolari di PL	197
11.1	Matrici a larga scala	197
11.2	Branch-and-bound e generazione di colonne	199
11.3	Massimo flusso rivisitato	201
11.4	Problemi multiflusso	203
11.5	Modelli compatti	208
11.6	Orario universitario: risoluzione del modello	209
12	Metodi euristici	211
12.1	Metodi greedy	212
12.2	Ricerca locale	213
12.3	Orario scolastico: miglioramento della soluzione	214
12.4	Ricerca locale con memoria: tabu search	216
12.5	Ricerca locale stocastica: simulated annealing	219
12.6	Programmazione a vincoli	221
12.7	Algoritmi genetici e reti neurali	223
13	Modelli di allocazione	
	Assegnamenti e accoppiamenti	225
13.1	Problemi di assegnamento	226
13.2	Assegnamento di cardinalità	226
13.3	Assegnamento pesato	232
13.4	Assegnamento stabile	234
13.5	Accoppiamento su grafi generici	236
13.6	Circuiti negativi in grafi non orientati	240
13.7	Assegnamento tridimensionale	243
14	Esempi di assegnamenti	249
14.1	Tornei sportivi	249
14.2	Effetti di riporto nei tornei	252
14.3	Incontri in casa e fuori casa	254
14.4	Allocazione dei seggi in sistemi elettorali	261
14.5	Allocazione biproportionale di seggi	267

14.6	Appendice	274
15	Modelli di percorsi	
	Vincoli sugli archi	275
15.1	Cammini e circuiti euleriani	275
15.2	Il problema del postino cinese	277
15.3	Circuiti parziali	283
15.4	Circuiti multipli	286
16	Modelli di percorsi	
	Vincoli sui nodi	289
16.1	Cammini e circuiti hamiltoniani	290
16.2	PL e TSP	292
16.3	Cammini che visitano nodi almeno una volta	297
16.4	TSP con incentivi nei nodi	299
16.5	TSP con diversi circuiti	303
16.6	TSP asimmetrico	303
16.7	Euristiche per il TSP	304
16.8	Il problema del torneo di minima distanza	306
16.9	Alberi di supporto	309
16.10	Alberi di supporto e TSP	312
16.11	Appendice	314
17	Modelli di allocazione	
	Impaccamenti	315
17.1	Problemi dello zaino	315
17.2	Impaccamento in contenitori	320
17.3	BPP - modello di PL01	321
17.4	BPP - modello a generazione di colonne	323
17.5	BPP - modello compatto	328
17.6	BPP - altri metodi di risoluzione	330
17.7	Schedulazione multiprocessore	332
17.8	Coperture, impaccamenti e partizioni di insiemi	333
17.9	Impaccamenti bi- e tri-dimensionali	335
18	Modelli di allocazione	
	Turnazioni	337
18.1	Modello base per i turni	338
18.2	Modello generale per i turni	340
18.3	Assegnazione dei turni agli addetti	345
18.4	Turnazione nei trasporti	346
18.5	Appendice	347

19	Modelli di percorsi	
	Rotte di veicoli	351
19.1	Rotte di veicoli con capacità uguali	351
19.2	Rotte di veicoli con capacità diverse	352
19.3	Consegna delle merci: risoluzione del primo modello	353
19.4	Modello a generazione di colonne.....	356
19.5	Euristiche	358
20	Modelli di schedulazione	
	Problemi ad una macchina	363
20.1	Caratteristiche generali	363
20.2	Tempo totale – caso particolare	366
20.3	Tempo massimo – caso particolare	367
20.4	Schedulazione e programmazione lineare	369
20.5	Massimo ritardo: caso generale.....	378
21	Modelli di schedulazione	
	Problemi a più macchine	383
21.1	Flow Shop	384
21.2	Job Shop	388
21.3	Open Shop	396
21.4	Appendice	399
22	Modelli di schedulazione	
	Problemi periodici	401
22.1	Il problema di schedulare eventi periodici	401
22.2	Controllo dei semafori	405
22.3	Orari ferroviari	409
22.4	Risorse in un ambiente periodico	412
23	Modelli di trattamento dei dati	415
23.1	Valutazione	415
23.2	DEA - Data Envelopment Analysis	416
23.3	Support Vector Machines	428
24	Modelli di pianificazione	
	Programmazione lineare stocastica	435
24.1	Decisioni in condizioni di rischio	435
24.2	Utilità	442
24.3	Programmazione lineare stocastica	447
25	Modelli di pianificazione	
	Tecniche markoviane	451
25.1	Catene di Markov	452
25.2	Processi markoviani di decisione - definizioni	455
25.3	Orizzonte finito	457

25.4	Orizzonte infinito - caso generale	465
25.5	Orizzonte infinito - caso scontato	471
25.6	Orizzonte infinito - caso medio	476
25.7	Appendice	482
26	Altre tecniche di programmazione	485
26.1	Tecniche Lagrangiane	485
26.2	Esempi di tecniche Lagrangiane	488
26.3	Lagrangiani e generazione di colonne	496
26.4	Programmazione non lineare	500
26.5	Problema del portafoglio - risoluzione	507
	Riferimenti bibliografici	515
	Indice analitico	527