

Indice

<i>Autori</i>	XVII
<i>Prefazione di C. Datei</i>	XIX
<i>Introduzione di A. Lambert</i>	XXIX
<i>Premessa</i>	XXXI
PARTE I Valutazioni preliminari	1
1 ASPETTI ECONOMICI NELLE STRATEGIE DI GESTIONE DELLE PERDITE IDRICHE	
<i>di M.R. Mazzola e N. Bazzurro</i>	3
1.1 Introduzione e cenni storici	3
1.2 Interventi di gestione delle perdite idriche	5
1.2.1 Controllo attivo delle perdite	6
1.2.2 Gestione della pressione	6
1.2.3 Distrettualizzazione delle reti	6
1.2.4 Rinnovo della rete	7
1.2.5 Velocità e qualità delle riparazioni	7
1.3 Il livello economico ottimale di perdite	9
1.3.1 Il metodo del National Leakage Initiative	12
1.3.2 Il metodo semplificato per la definizione di ELL	17
1.3.3 La stima del SRELL e la relazione con la pressione	25
1.4 Condizioni delle infrastrutture e strategia di rinnovo delle condotte	31
1.5 Il livello economico di perdite nelle analisi a lungo termine e il bilancio offerta-domanda	32
1.6 Gli obiettivi della ricerca perdite	33
1.7 Un approccio pratico per la definizione della strategia	34
1.7.1 Identificazione dei fattori chiave	36
1.7.2 Il target temporaneo a medio-lungo termine	36

1.7.3	Il target a breve termine	36
1.7.4	Le procedure per la raccolta dati	37
1.7.5	Valutazioni di efficacia della strategia	38
1.7.6	Analisi della situazione iniziale ed interventi pilota	39
1.7.7	Le modalità di finanziamento	39
1.8	Attuazione della strategia	40
1.9	Lista dei simboli e degli acronimi	41
	Bibliografia	42
2	BILANCIO IDRICO E INDICATORI DI PERFORMANCE PER LA GESTIONE DELLE PERDITE SECONDO L'APPROCCIO DELLA INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION (IWA)	
	<i>di M. Fantozzi</i>	45
2.1	La IWA Water Loss Task Force (WLTF)	45
2.2	La valutazione dell'acqua non fatturata e delle sue componenti: un approccio pratico	46
2.2.1	Bilancio idrico annuale top-down	47
	Confronto con il bilancio idrico previsto dal Decreto Ministeriale 99/97	49
	Controllare l'affidabilità dei calcoli del bilancio idrico	50
	L'introduzione del limite di sicurezza del 95% nei calcoli delle perdite idriche	51
2.2.2	Le perdite annuali inevitabili (UARL)	51
2.2.3	Gli indicatori di prestazione migliori per il servizio di approvvigionamento idrico	53
	Acqua non fatturata	54
	Perdite reali	54
	Perdite apparenti: indicatore operativo	56
2.2.4	Valutazioni degli indicatori di performance	57
2.3	Bilancio idrico e indicatori di performance per una strategia efficace di riduzione delle perdite	58
	Step 1: calcolare il bilancio idrico e gli indicatori di performance	58
	Step 2: identificare il livello di efficienza	58
	Step 3: analizzare i dati e identificare le proprie priorità e strategie	60
	Step 4: uso degli indicatori di performance per definire una strategia efficace di riduzione delle perdite per le diverse attività di controllo delle perdite reali	61
2.4	Controllo attivo delle perdite	62
2.4.1	Velocità e qualità delle riparazioni	63
2.4.2	La gestione della pressione	64

2.4.3	La gestione di tubazioni e asset	65
2.4.4	Conclusioni	66
2.5	Lista dei simboli e degli acronimi	67
	Bibliografia	67
PARTE II	Le prime attività	71
3	RICOGNIZIONE E GESTIONE INFORMATIZZATA	
	<i>di A. Borzi e M.A. De Maria</i>	73
3.1	Premessa	73
3.2	La ricognizione delle reti idriche	73
3.2.1	Raccolta delle informazioni e altre attività preliminari	74
3.2.2	Localizzazione della rete	75
3.2.3	Rilievo topografico e restituzione vettoriale	80
3.2.4	Rilievo dei manufatti	83
3.3	Progettazione e realizzazione del SIT	85
3.3.1	Architettura Hardware	87
3.3.2	Architettura Software	89
3.3.3	Modello dei dati per la rappresentazione delle reti idriche e database geografico	92
3.3.4	Integrazione con altri sistemi	94
3.3.5	Caratteristiche di un software SIT per la gestione delle reti tecnologiche	99
3.3.6	Implementazione della base cartografica	102
3.3.7	Struttura dati e informatizzazione	104
3.3.8	Criteri e modalità di verifica delle informazioni rilevate e restituite	107
3.4	Il caso di studio di ALBI (CZ)	108
3.4.1	Generalità	108
3.4.2	Rilievo della rete idrica	109
3.4.3	Realizzazione del Sistema Informativo Territoriale (SIT)	113
	Implementazione del SIT	113
	Esempio di stampa alla scala prescelta	116
3.5	Lista dei simboli e degli acronimi	117
	Bibliografia	119
4	STRUMENTI PER LA MISURA DI GRANDEZZE IDRAULICHE	
	<i>di F. Cascetta</i>	120
4.1	Premessa	120
4.1.1	Introduzione alla metrologia	121

4.1.2	La strumentazione di misura per i sistemi di monitoraggio e telecontrollo	124
4.2	Misure di portata	125
4.2.1	Misure di processo	125
	Misuratori di portata elettromagnetici	125
	Misuratori di portata ad ultrasuoni	129
	Tecnica di misura ad inserzione	134
4.2.2	Misure fiscali	135
	Cenni storici sui contatori	136
	Contatori a getto unico	137
	Contatori a getto multiplo	138
	Contatori Woltmann	138
	Contatori tangenziali	139
4.2.3	Metrologia legale ed affidabilità delle misure	139
	Metrologia legale	139
	Affidabilità di misura	141
4.3	Misure di pressione	146
4.3.1	Trasduttori di pressione a resistenza variabile	146
	Trasduttori di pressione potenziometrici	146
	Trasduttori piezoresistivi	147
4.3.2	Trasduttori di pressione a capacità variabile	150
4.3.3	Trasduttori di pressione ad induttanza variabile	151
4.3.4	Trasduttori di pressione a struttura risonante	152
4.4	Misure di livello	153
4.4.1	Misure di livello a distanza	153
4.4.2	Misure di livello a contatto	155
	Misuratori di livello capacitivi	155
	Trasduttori di livello piezoresistivi	157
4.5	Lista dei simboli e degli acronimi	157
	Bibliografia	159
5	LA STRUTTURA SPAZIALE E TEMPORALE DEI CONSUMI IDRICI RESIDENZIALI	
	<i>di R. Guercio</i>	161
5.1	Premessa	161
5.2	Caratteristiche generali dei consumi ad uso civile	162
5.3	Modelli di previsione dei consumi	166
	5.3.1 Modelli basati sulla media di consumo mensile	167
	5.3.2 Modelli basati sulla media esponenziale	168
	5.3.3 Modelli di regressione	168
5.4	Modellazione del consumo istantaneo	172

5.5	Effetti della aggregazione spazio-temporale	176
5.6	Effetto delle leggi di scala nella modellazione delle reti	180
5.7	Esempio applicativo	182
5.8	Conclusioni	184
5.9	Lista dei simboli e degli acronimi	185
	Bibliografia	186
6	NOZIONI DI IDRAULICA DEI SISTEMI DI CONDOTTE IN PRESSIONE	
	<i>di B. Brunone, M. Ferrante, S. Meniconi e E. Todini</i>	189
6.1	Premessa	189
6.2	Gli strumenti per l'analisi di un sistema "semplice" di condotte	190
6.2.1	Formule di resistenza (perdite di carico continue)	194
6.2.2	Perdite di carico concentrate	201
	Saracinesca a corpo piatto	205
	Valvola a farfalla	205
	Valvola a sfera	206
6.3	Le reti di condotte	207
6.3.1	La topologia delle reti	207
6.3.2	Le equazioni di continuità ai nodi di tipo "giunzione"	212
6.3.3	Le equazioni del moto per i lati di tipo "condotta"	214
6.3.4	Altre equazioni	217
6.3.5	La posizione del problema: progetto, verifica e calibrazione	218
6.4	I modelli per la verifica delle reti in moto permanente	219
6.4.1	Formulazione in termini di matrici	219
6.5	Il metodo del gradiente	223
6.6	Il metodo del gradiente sul sistema completo (o Gradiente globale)	228
6.7	Il metodo del gradiente proiettato su lati e maglie (metodo della Teoria Lineare, della Teoria lineare migliorato e di Cross generalizzato)	230
6.8	Il metodo del gradiente proiettato sui nodi (o del Carico nodale)	232
6.9	Convergenza e stabilità di calcolo	232
6.9.1	Convergenza del sistema non lineare	233
6.9.2	Soluzione del sistema lineare	234
6.9.3	Necessità di definizione delle maglie semplici	234
6.9.4	Necessità di una soluzione iniziale bilanciata	234

6.10	Il software per la verifica delle reti (con un breve excursus storico)	235
6.11	Estensione del metodo per includere perdite o domanda in funzione del carico	236
6.12	Caratterizzazione idraulica delle perdite	237
6.13	Lista dei simboli e degli acronimi	239
	Bibliografia	241
PARTE III Pre/localizzazione e stima		245
7 PRELOCALIZZAZIONE DELLE PERDITE MEDIANTE DISTRETTUALIZZAZIONE		
	<i>di C. Casale, N. Fontana e M. Giugni</i>	247
7.1	Premessa	247
7.2	La distrettualizzazione dei sistemi idrici	248
	7.2.1 Procedura per la distrettualizzazione	249
	7.2.2 Livelli di distrettualizzazione	252
7.3	Metodi di stima delle perdite mediante distrettualizzazione e misure notturne	253
	7.3.1 Stima del MNF	254
	7.3.2 Determinazione del consumo minimo notturno di riferimento (CMN)	255
	L'esperienza inglese	256
	7.3.3 Step test	257
7.4	Esempi di distrettualizzazione e casi di studio in Italia	257
	7.4.1 Caso di studio I: un distretto ferrarese	259
	7.4.2 Caso di studio II: la rete di Napoli Est	263
	Procedura di distrettualizzazione	267
7.5	Lista dei simboli e degli acronimi	272
	Bibliografia	273
8 PRELOCALIZZAZIONE E LOCALIZZAZIONE DELLE PERDITE MEDIANTE TECNICHE ACUSTICHE E DI ALTRO TIPO		
	<i>di W. Brand</i>	276
8.1	Premessa	276
8.2	Il rumore di perdita e la sua propagazione	278
8.3	Microfoni per l'acquisizione del rumore di perdita	280
8.4	Prelocalizzazione mediante aste d'ascolto	282
	8.4.1 Aste d'ascolto meccaniche	282
	8.4.2 Auscultazione della rete con aste elettroniche	282

8.5	Prelocalizzazione mediante monitoraggio acustico (noise logger)	283
8.5.1	Componenti dei noise logger	284
8.5.2	Funzionamento dei noise logger	287
8.5.3	Procedura operativa	289
8.5.4	Impiego	290
8.5.5	Evoluzione dei noise logger	295
8.5.6	Conclusioni	297
8.6	Strumentazioni per la localizzazione	298
8.6.1	Controlli visivi	298
8.6.2	Sistemi acustici ed elettroacustici	298
	Aste d'ascolto e geofoni meccanici	298
	Strumentazioni elettroacustiche	299
	Procedura operativa	302
8.6.3	Sistemi correlativi	305
	La correlazione	307
	Tipi di correlazione	308
	Correlatori: componenti e tipologie	309
	Procedura operativa	313
	La misura della velocità	315
	Fattori che possono influenzare la correlazione	317
8.6.4	Localizzatori interni	319
	SaharaTM	319
	Smart BallTM	320
8.7	Altri sistemi	321
8.7.1	Gas traccianti ("tracer gas")	321
	Procedura operativa	322
8.7.2	Georadar	323
	Strumenti	324
	Procedura operativa	325
8.7.3	Termografia e telecamere IR	326
	Strumenti	326
	Procedura operativa	329
8.8	Conclusioni	330
8.9	Lista dei simboli e degli acronimi	330
	Bibliografia	332
9	PRELOCALIZZAZIONE DELLE PERDITE MEDIANTE PROVE IN MOTO VARIO	
	<i>di B. Brunone, M. Ferrante e S. Meniconi</i>	335
9.1	Premessa	335

9.2	Prelocalizzazione con misure in moto permanente	336
9.3	Propagazione delle onde di pressione in una adduttrice	338
9.3.1	Moto vario: equazioni costitutive	338
9.3.2	Proprietà delle onde di pressione	341
9.4	Tecniche di analisi del segnale di pressione	349
9.5	Applicazione della tecnica ad impianti in esercizio	353
9.5.1	Caso di studio: l'impianto di Lintrathen East Trunk Main	353
9.5.2	Problematiche connesse all'applicazione della tecnica a impianti in esercizio	354
	Modalità di funzionamento del dispositivo PPWM	356
	La sovrappressione generabile mediante il dispositivo PPWM	357
	Individuazione di ulteriori discontinuità	360
9.6	Conclusioni	363
9.7	Lista dei simboli e degli acronimi	364
	Bibliografia	366
PARTE IV	Migliorare il sistema	369
10	PROCEDURE PER LA RIDUZIONE DELLE PERDITE MEDIANTE IL CONTROLLO DELLE PRESSIONI	
	<i>di G. Pezzinga</i>	371
10.1	Premessa	371
10.2	Modelli per la regolazione delle valvole	372
10.2.1	Il modello di ottimizzazione	372
10.2.2	L'ottimizzazione con algoritmi genetici	375
10.3	Modelli per la disposizione delle valvole	378
10.4	Modello per il dimensionamento delle condotte e la regolazione delle valvole	379
10.5	Analisi dell'applicazione delle procedure a un caso di letteratura	380
10.5.1	Disposizione secondo la procedura euristica	380
10.5.2	Disposizione delle valvole mediante selezione di tratti significativi	382
10.5.3	Confronto tra algoritmi di ottimizzazione	383
10.6	Analisi dell'applicazione delle procedure a un caso reale	385
10.6.1	Descrizione del caso di studio e indagini preliminari	385
10.6.2	Influenza dei vincoli sui risultati	388

10.6.3	Confronto tra regolazione variabile e regolazione fissa	389
10.7	Influenza del controllo sul dimensionamento delle condotte	391
10.8	Conclusioni	395
10.9	Lista dei simboli e degli acronimi	395
	Bibliografia	397
11	CRITERI DI PROGETTO, ESPANSIONE E RIABILITAZIONE DELLE RETI DI CONDOTTE	
	<i>di E. Todini</i>	399
11.1	Premessa	399
11.2	Metodi di progettazione delle reti di condotte: un excursus storico	400
11.3	La definizione dell'indice di resilienza	406
11.4	I metodi multi-obiettivo	410
	11.4.1 La funzione obiettivo ed i vincoli	412
	11.4.2 Gli algoritmi per la soluzione del problema multi-obiettivo	413
	11.4.3 Il metodo della funzione obiettivo pesata	413
	I metodi della minima distanza generalizzata	414
	Il metodo Min-Max	415
	Algoritmi Genetici Multi-Obiettivo	415
	Il metodo euristico	416
11.5	Esempi applicativi	419
11.6	Conclusioni	427
11.7	Lista dei simboli e degli acronimi	428
	Bibliografia	429
12	AFFIDABILITÀ E VULNERABILITÀ	
	<i>di G. de Marinis, R. Gargano e A. Leopardi</i>	434
12.1	Premessa	434
12.2	Fallanza e affidabilità	435
	Esercizio 1	438
	Esercizio 2	438
	Esercizio 3	439
12.3	I parametri di durata nello studio affidabilistico	439
	Esercizio 4	440
12.4	Disponibilità e Indisponibilità	442
	Esercizio 5	445
12.5	Modelli probabilistici per lo studio dell'affidabilità	445

	Esercizio 6	446
12.6	Sistemi complessi	447
12.7	Sistemi in serie	448
	Esercizio 7	450
	Esercizio 8	452
12.8	Sistemi in parallelo	453
	Esercizio 9	455
	Esercizio 10	456
12.9	Sistemi parallelo parziale	457
	Esercizio 11	458
12.10	Sistemi con elementi di attesa	459
	Esercizio 12	460
12.11	Sistemi riducibili (serie-parallelo e parallelo-serie)	460
12.12	Affidabilità complessiva	461
12.13	Il rischio di contaminazione dei sistemi acquedottistici	466
12.14	La modellazione idraulica come strumento per la valutazione del rischio di contaminazione	467
	12.14.1 Modelli di simulazione della qualità	467
	12.14.2 Valutazione del Rischio	472
	12.14.3 Metodologie per la valutazione dell'esposizione della popolazione	474
12.15	Misure di mitigazione	477
	12.15.1 Generalità	477
	12.15.2 Minacce di progetto	477
	12.15.3 Misure di mitigazione del rischio di contaminazione	478
	12.15.4 Misure Fisiche e DBTs	481
	12.15.5 Sistemi di controllo in tempo reale della qualità dell'acqua	482
	12.15.6 Metodologie di sensor location	484
	Esercizio 13	487
	12.15.7 Tecniche di source location	489
	Esercizio 14	492
12.16	Lista dei simboli e degli acronimi	494
	Bibliografia	496
13	UN APPROCCIO OPERATIVO PER PIANIFICARE LA RIABILITAZIONE DELLE RETI	
	<i>di O. Giustolisi e L. Berardi</i>	501
13.1	Premessa	501
13.2	Sintesi della letteratura sulla riabilitazione	502
13.3	Formulazione multi-obiettivo del problema	504

13.4	Simulatore idraulico della rete e modello di perdita	507
13.5	Analisi delle modifiche di topologia della rete	510
13.6	Variabili decisionali e formulazione degli obiettivi	512
	13.6.1 Investimento	514
	13.6.2 Danno conseguente ai guasti nelle condotte	514
	13.6.3 Selezione preferenziale di alcune condotte	516
	13.6.4 Affidabilità del sistema	517
	13.6.5 Allocazione ottimale degli interventi	518
	13.6.6 Riduzione delle perdite idriche reali	519
13.7	Soluzione multi-obiettivo al problema della riabilitazione	521
13.8	Caso di studio	522
	13.8.1 Ottimizzazione mediante OPTIMOGA	527
13.9	Conclusioni	532
13.10	Lista dei simboli e degli acronimi	532
	Bibliografia	534