

INDICE

PARTE 1 - INTRODUZIONE TEORICA

Capitolo 1 - Studio dei principi che regolano i fenomeni termici e idraulici . . .	1-1
1.1 La termometria	1-1
1.1.1 Temperatura e calore	1-1
1.1.2 Il calore specifico	1-2
1.1.3 Il calorimetro	1-2
1.1.4 Calore, lavoro, potenza	1-6
1.1.5 La dilatazione termica	1-7
1.1.6 L'anomalia dell'acqua	1-8
1.2 Cambiamenti di stato	1-8
1.2.1 Il calore di fusione e di solidificazione	1-9
1.2.2 La temperatura di fusione	1-9
1.2.3 Il calore di soluzione	1-10
1.2.4 La tensione di vapore	1-10
1.2.5 La temperatura di ebollizione	1-11
1.2.6 Il ciclo dell'acqua	1-11
1.3 La termodinamica	1-13
1.3.1 L'esperienza di Joule	1-13
1.3.2 La definizione di gas perfetto	1-14
1.3.3 La legge di Dalton o delle pressioni parziali	1-14
1.3.4 La legge di Boyle e Mariotte	1-14
1.3.5 Trasformazioni a volume o pressione costanti	1-15
1.3.6 L'equazione generale dei gas perfetti	1-15
1.3.7 Il sistema termodinamico	1-17
1.3.8 La trasformazione termodinamica	1-17
1.3.9 Il lavoro di un fluido	1-19
1.3.10 Il primo principio della termodinamica	1-20
1.3.11 Principali trasformazioni	1-21
1.3.12 Il secondo principio della termodinamica	1-23
1.3.13 L'entropia	1-24

1.4 Il diagramma di Mollier	1-30
1.4.1 Generalità	1-30
1.4.2 Calcolo della potenza generata da una turbina a vapore	1-34
1.5 La struttura della materia	1-38
1.5.1 Generalità	1-38
1.5.2 Atomi e molecole	1-40
1.5.3 Forze intermolecolari	1-40
1.5.4 La cristallizzazione	1-41
1.5.5 La viscosità	1-41
1.5.6 La tensione superficiale	1-41
1.5.7 La capillarità	1-42
1.6 La fisica dell'aria	1-42
1.6.1 Generalità	1-42
1.6.2 L'aria umida	1-42
1.6.3 L'aria satura	1-43
1.6.4 L'umidità assoluta	1-46
1.6.5 L'umidità relativa	1-46
1.6.6 La misura dell'umidità relativa	1-47
1.6.7 Nozioni di fisiologia legate alle condizioni termo-igrometriche dell'aria ..	1-47
1.6.8 Condizioni di benessere	1-50
1.6.9 La purezza dell'aria	1-50
1.7 Il diagramma di stato dell'aria umida	1-52
1.7.1 Descrizione e importanza del diagramma	1-52
1.7.2 L'applicazione pratica del diagramma di stato dell'aria umida	1-55
1.7.3 La miscela di due correnti d'aria	1-56
1.7.4 Raffreddamento e condensazione	1-56
1.7.5 Lavatori	1-57
1.7.6 La distribuzione dell'aria negli ambienti	1-57
1.8 Il moto dei fluidi	1-63
1.8.1 Generalità	1-63
1.8.2 Il fabbisogno di fluidi	1-63
1.8.3 Il tracciato delle linee	1-64
1.8.4 Esigenze strutturali	1-65
1.8.5 Il dimensionamento delle tubazioni	1-65
1.8.6 Determinazioni del diametro delle tubazioni in funzione della velocità.	
Il teorema di Bernoulli	1-71
1.8.7 La verifica del diametro con il calcolo delle perdite di carico	1-76
1.8.8 Il numero di Reynolds	1-77
1.8.9 Correnti laminari	1-78
1.8.10 Correnti turbolente	1-78
1.8.11 Abachi per la determinazione delle perdite di carico	1-80
1.8.12 Il calcolo dei canali e delle fognature	1-80
1.8.13 La perdita di carico localizzata	1-82
1.8.14 Flussi bifasi	1-85
1.8.15 Il calcolo del diametro più economico	1-86

1.9	La combustione	1-87
1.9.1	Generalità	1-87
1.9.2	La legge di Lavoisier	1-87
1.9.3	Elementi e composti	1-87
1.9.4	La composizione dell'aria	1-88
1.9.5	La reazione di combustione dell'idrogeno	1-88
1.9.6	La reazione di combustione del carbonio	1-89
1.9.7	La reazione di combustione dello zolfo	1-89
1.9.8	La reazione di combustione degli idrocarburi	1-89
1.9.9	L'aria di combustione	1-89
1.10	Combustibili	1-92
1.10.1	Generalità	1-92
1.10.2	Il potere calorico superiore e inferiore	1-92
1.10.3	Combustibili solidi	1-93
1.10.4	Combustibili gassosi	1-93
1.10.5	Combustibili liquidi	1-94
1.10.6	Il petrolio grezzo	1-96
1.10.7	Principali caratteristiche chimico-fisiche dei combustibili liquidi	1-96
1.11	Brucciatori	1-98
1.11.1	Generalità	1-98
1.11.2	Ugelli bruciatori per prodotti liquidi	1-98
1.11.3	Ugelli bruciatori per gas	1-102
1.11.4	Brucciatori veri e propri	1-104
1.11.5	L'accensione dei bruciatori	1-109
1.11.6	La pompa nafta	1-112
1.12	La trasmissione del calore	1-113
1.12.1	Generalità	1-113
1.12.2	Forme di trasmissione del calore. Materiali conduttori e isolanti. La conducibilità termica	1-113
1.12.3	La trasmissione del calore per conduzione fra due pareti piane	1-114
1.12.4	Pareti composte da materiali diversi	1-118
1.12.5	Pareti cilindriche semplici e composte da più strati	1-119
1.12.6	La convezione e il coefficiente totale di trasmissione termica	1-120
1.12.7	La trasmissione termica in regime transitorio	1-124
1.13	Il calcolo del coefficiente di scambio termico	1-125
1.13.1	Generalità	1-125
1.13.2	Il metodo classico	1-127
1.13.3	Fattori di incrostazione o di insudiciamento	1-129
1.13.4	Formule pratiche per il calcolo del coefficiente di scambio termico	1-131
1.13.5	Il coefficiente di scambio per liquidi bollenti	1-134
1.13.6	Esempio di calcolo di uno scambiatore di calore	1-135
1.13.7	Esempio di calcolo termico completo	1-138
1.14	L'irraggiamento	1-140
1.14.1	Generalità	1-140
1.14.2	Emissione e assorbimento	1-140
1.14.3	La legge di Stefano-Boltzman	1-141

Manuale degli impianti termici e idrici

1.14.4	Il fattore di forma	1-142
1.14.5	L'irraggiamento dei gas	1-143
1.14.6	Irraggiamento e combustione	1-144
1.15	La produzione del freddo	1-146
1.15.1	Generalità	1-146
1.15.2	Il ciclo frigorifero	1-146
Capitolo 2	- Chimica dell'acqua. Fenomeni incrostanti e corrosivi	2-1
2.1	Introduzione	2-1
2.1.1	Elementi chimici e composti chimici	2-1
2.1.2	Reazioni caratteristiche dei metalli e dei metalloidi	2-3
2.1.3	Soluzioni acquose e dissociazione elettrolitica	2-4
2.1.4	Reazioni di ossidoriduzione	2-9
2.2	Parametri chimici che caratterizzano l'acqua	2-10
2.2.1	La torbidità	2-10
2.2.2	Sali totali disciolti	2-10
2.2.3	La conduttività o conducibilità elettrica	2-11
2.2.4	La conduttività o conducibilità acida	2-12
2.2.5	Il pH	2-12
2.2.6	La durezza	2-12
2.2.7	L'alcalinità	2-13
2.2.8	Bicarbonati, carbonati e idrati	2-13
2.2.9	Cloruri, solfati e nitrati	2-14
2.2.10	L'acidità minerale libera	2-14
2.2.11	Sali di sodio e potassio	2-15
2.2.12	La silice	2-15
2.2.13	Ferro e rame	2-15
2.2.14	Sostanze organiche	2-16
2.2.15	L'ossigeno	2-16
2.2.16	Oli e idrocarburi	2-16
2.2.17	L'anidride carbonica	2-16
2.2.18	L'ammoniaca	2-17
2.3	Problematiche relative all'uso dell'acqua nei circuiti termici	2-17
2.3.1	Processi incrostanti	2-17
2.3.2	Processi corrosivi	2-21
2.3.2.1	La corrosione da ossigeno	2-21
2.3.2.2	La corrosione da anidride carbonica	2-25
2.3.2.3	La corrosione on load o sotto carico	2-28
2.3.2.4	La corrosione sotto sforzo (stress corrosion)	2-31
2.3.2.5	La fragilità caustica	2-33
2.3.2.6	La tensiocorrosione su acciai inox	2-35
2.3.3	Schiуме e trascinalenti	2-37
2.4	Circuiti di raffreddamento e umidificazione.	
Tipologie e problematiche principali		2-39
2.4.1	Depositi	2-41

2.4.1.1 Incrostazioni	2-41
2.4.1.2 Sporcamenti organici e inorganici (fouling)	2-45
2.4.1.3 Lo sporcamiento biologico (fouling biologico)	2-47
2.4.2 Processi corrosivi	2-48
Capitolo 3 - Note di elettrotecnica generale e di elettromagnetismo	3-1
3.1 Generalità sui fenomeni elettromagnetici	3-2
3.1.1 L'elettrostatica	3-3
3.1.2 Il condensatore	3-7
3.2 Circuiti elettrici	3-8
3.2.1 La corrente elettrica	3-8
3.2.2 La legge di Ohm	3-10
3.2.3 Il bipolo elettrico e la potenza elettrica	3-12
3.2.4 La legge delle correnti	3-15
3.2.5 La legge delle tensioni	3-16
3.2.6 La risoluzione dei circuiti in corrente continua	3-16
3.2.7 Il teorema di Thevenin	3-19
3.3 Il campo magnetico	3-22
3.3.1 Proprietà del campo magnetico e vettore \vec{H}	3-25
3.3.2 Ferromagnetismo e circuiti magnetici	3-27
3.3.3 Forze tra correnti	3-31
3.3.4 Circuiti elettrici e campi magnetici: l'induzione elettromagnetica	3-31
3.4 Circuiti elettrici in regime variabile	3-36
3.4.1 Generalità	3-36
3.4.2 La legge di Joule in regime variabile e il valore I^2t	3-38
3.5 Circuiti elettrici in regime alternato sinusoidale	3-40
3.5.1 Grandezze elettriche sinusoidali	3-41
3.5.2 Bipoli elementari in regime alternato sinusoidale	3-45
3.5.3 L'impedenza	3-47
3.5.4 Il rifasamento (cenno)	3-52
3.6 Circuiti trifase	3-53
3.6.1 Generalità	3-53
3.6.2 Generatori e carichi di tipo trifase	3-54
3.6.3 Circuiti trifase simmetrici ed equilibrati	3-57
3.6.4 Circuiti trifase generici	3-58
3.6.5 Circuiti trifase a 4 fili	3-58
3.7 Circuiti in regime deformato	3-59
3.7.1 Generalità	3-59
3.7.2 Grandezze periodiche come sovrapposizione di sinusoidi	3-60
3.7.3 Il comportamento dei circuiti elettrici in regime deformato	3-62
3.8 Macchine elettriche	3-64
3.8.1 Generalità	3-64
3.8.2 Il trasformatore: principio di funzionamento	3-64
3.8.3 Il trasformatore reale	3-67
3.8.4 Il trasformatore trifase	3-69

Manuale degli impianti termici e idrici

3.8.5	Prove e dati tecnici di targa dei trasformatori	3-72
3.8.6	Il campo magnetico rotante	3-74
3.8.7	Il motore asincrono trifase	3-79
3.8.8	La macchina a corrente continua (cenni)	3-82
3.8.9	Macchine elettriche speciali (cenni)	3-86
3.9	Misure elettriche	3-87
3.9.1	Generalità	3-87
3.9.2	Grandezze e strumenti	3-87
3.9.3	Metodi di misura	3-90
3.10	L'elettronica	3-92
3.10.1	Generalità	3-92
3.10.2	Componenti a semiconduttore	3-93
3.10.3	Elettronica analogica ed elettronica digitale	3-97
3.10.4	L'elettronica di potenza	3-100
3.10.5	Il controllo di velocità nei motori	3-103
Capitolo 4 - Materiali metallici e polimerici		4-1
4.1	La produzione dei materiali metallici	4-1
4.1.1	Generalità	4-1
4.1.2	La produzione della ghisa	4-2
4.1.3	La produzione dell'acciaio	4-2
4.1.4	La produzione dell'alluminio	4-4
4.1.5	La produzione del rame	4-5
4.2	Trattamenti termici dei metalli	4-5
4.2.1	La ricottura	4-5
4.2.2	La tempra	4-6
4.2.3	Il rinvenimento	4-6
4.2.4	La cementazione	4-6
4.2.5	La nitrurazione	4-6
4.3	Caratteristiche meccaniche dei materiali	4-7
4.3.1	Il carico di rottura e di snervamento	4-7
4.3.2	Deformazione assiale unitaria (ϵ) e modulo di Young	4-8
4.3.3	La durezza Brinnell	4-8
4.3.4	La resilienza	4-8
4.3.5	La prova di piegamento	4-8
4.3.6	La classificazione degli acciai	4-9
4.3.7	Il rame e le sue leghe	4-11
4.3.8	L'alluminio e le sue leghe	4-11
4.4	La lavorazione dei metalli	4-12
4.4.1	Fusioni	4-12
4.4.2	Lavorazioni a freddo	4-13
4.4.3	Lavorazioni a caldo	4-13
4.4.4	La saldatura dell'acciaio	4-13
4.4.5	La saldatura del rame e dell'alluminio	4-14

4.5	Materie plastiche	4-15
4.5.1	Generalità	4-15
4.5.2	Resine fenoliche	4-15
4.5.3	Il polietilene	4-15
4.5.4	Il polipropilene	4-16
4.5.5	Resine poliestere e resine epossidiche	4-17
4.5.6	Il cloruro di polivinile (PVC)	4-17
4.6	Materiali per tubazioni	4-17
4.6.1	Materiali metallici	4-17
4.6.1.1	La ghisa	4-17
4.6.1.2	L'acciaio	4-18
4.6.1.3	L'acciaio inossidabile	4-19
4.6.1.4	Il rame	4-19
4.6.2	Materie plastiche	4-21
4.6.2.1	Il polietilene	4-21
4.6.2.2	Il polipropilene	4-24
4.6.2.3	Il PVC (cloruro di polivinile)	4-24
4.6.3	Materiali vari	4-26

PARTE 2 - APPARECCHIATURE E STRUMENTAZIONE

Capitolo 5 - Generatori termici	5-1
5.1 Classificazione dei generatori e funzioni svolte	5-1
5.2 Generatori ad acqua calda	5-4
5.2.1 Il campo di temperatura	5-4
5.2.2 La costruzione delle caldaie ad acqua calda	5-6
5.2.3 Cenni normativi	5-12
5.2.4 Dati caratteristici	5-12
5.2.5 L'evoluzione dei generatori ad acqua calda	5-15
5.2.6 Gruppi termici domestici	5-17
5.2.7 Generatori a combustibili solidi e policombustibili	5-20
5.2.8 Il problema dell'acqua calda sanitaria	5-20
5.3 Generatori a vapore	5-31
5.3.1 Preriscaldatori dell'acqua di alimentazione	5-39
5.3.2 Economizzatori e preriscaldatori/ricuperatori	5-39
5.3.3 Surriscaldatori	5-40
5.3.4 Accumulatori	5-41
5.4 Generatori ad acqua surriscaldata	5-43
5.4.1 Il campo delle temperature dell'acqua surriscaldata	5-44
5.4.2 La produzione dell'acqua surriscaldata	5-45
5.5 Generatori a olio diatermico	5-46
5.6 Generatori ad aria calda	5-49
5.7 La sicurezza dei generatori	5-51
5.7.1 Impianti ad acqua calda	5-53

Manuale degli impianti termici e idrici

5.7.2	Impianti a vapore	5-80
5.7.3	Impianti ad acqua surriscaldata	5-85
5.7.4	Impianti a olio diatermico	5-86
5.8	L'espulsione dei prodotti della combustione	5-87
5.8.1	Adduzione del comburente e condizioni ambientali interne	5-97
5.8.2	A ogni focolare il suo camino	5-101
5.8.3	L'analisi dei prodotti della combustione	5-103
	Bibliografia	5-105
Capitolo 6	Principali apparecchiature	6-1
6.1	Scambiatori di calore	6-1
6.1.1	Generalità	6-1
6.1.2	Scambiatori a piastre fisse in controcorrente	6-1
6.1.3	Scambiatori a piastre fisse a due passaggi	6-4
6.1.4	Scambiatori a tubi a U	6-4
6.1.5	Scambiatori di calore a testa flottante	6-6
6.1.6	Evaporatori	6-6
6.1.7	Scambiatori a piastre	6-6
6.2	Pompe	6-12
6.2.1	Generalità	6-12
6.2.2	Tipi di pompe	6-13
6.2.3	Portata e prevalenza	6-13
6.2.4	Potenza e rendimento di una pompa	6-14
6.2.5	La scelta del tipo di pompa	6-15
6.2.6	La variazione della portata	6-15
6.2.7	Pompe centrifughe	6-16
6.2.8	Curve caratteristiche	6-17
6.2.9	Pompe di circolazione per acqua calda impiegate negli impianti di riscaldamento	6-19
6.2.10	Pompe per pozzi	6-19
6.2.11	Pompe a pistone	6-23
6.2.12	Pompe a capsulini	6-24
6.2.13	Massima altezza e minimo battente di aspirazione	6-24
6.2.14	Pompe autodescanti	6-26
6.2.15	Accessori da installare in un impianto di pompaggio	6-27
6.3	Impianti di ventilazione e ventilatori centrifughi	6-27
6.3.1	Generalità	6-27
6.3.2	La determinazione della quantità d'aria da asportare in funzione del bilancio termico	6-27
6.3.3	Aspirazioni localizzate di fumi, gas o vapori	6-28
6.3.4	Immissioni dell'aria nei fabbricati	6-29
6.3.5	Impianti industriali	6-29
6.3.6	Ventilatori	6-29
	6.3.6.1 Ventilatori centrifughi	6-30
	6.3.6.2 Curve caratteristiche	6-30

6.3.7	Il punto di funzionamento di un impianto	6-34
6.3.8	Leggi dei ventilatori e famiglie di curve	6-35
6.3.9	L'esecuzione costruttiva	6-37
6.3.10	Tipi di giranti	6-39
6.3.11	Costruzioni speciali	6-40
6.4	Ventilatori assiali	6-41
6.4.1	Generalità	6-41
6.4.2	Il funzionamento dei ventilatori elicoidali	6-42
6.4.3	Pale a profilo alare	6-42
6.4.4	Ventilatori a passo variabile	6-44
6.4.5	Curve caratteristiche e rendimenti	6-45
6.4.6	Torrini di ventilazione	6-48
6.5	Il rumore negli impianti di ventilazione	6-48
6.5.1	Generalità	6-48
6.5.2	Misure del rumore	6-49
6.5.3	Il riverbero sonoro	6-51
6.5.4	Il rumore generato dai ventilatori	6-51
6.5.5	Lo studio dei condotti di distribuzione in funzione della propagazione dei rumori	6-52
6.5.6	Bocchette di immissione dell'aria negli ambienti	6-52
6.5.7	Apparecchi silenziatori	6-52
6.5.8	Conclusioni	6-57
Capitolo 7 - Valvole manuali e valvole automatiche ON/OFF		7-1
7.1	Generalità	7-1
7.2	Saracinesche a cuneo e saracinesche a sedi parallele	7-4
7.3	Valvole a farfalla	7-6
7.4	Valvole a flusso avviato	7-7
7.5	Valvole a pistone	7-8
7.6	Valvole a sfera	7-8
Capitolo 8 - Regolatori autoazionati		8-1
8.1	Generalità	8-1
8.2	Valvole di sicurezza	8-1
8.3	Valvole di ritegno	8-3
8.4	Scaricatori di condensa	8-4
8.5	Riduttori di pressione	8-14
8.6	Regolatori di portata	8-17
8.7	Regolatori di temperatura	8-18
8.8	Miscelatori d'acqua	8-19
8.9	Valvole di espansione termostatica	8-20

Capitolo 9 - Aria compressa e strumentazione pneumatica	9-1
9.1 L'aria compressa	9-1
9.1.1 Generalità	9-1
9.1.2 Notizie chimico-fisiche dell'aria	9-1
9.1.3 Trasformazioni termodinamiche dell'aria	9-2
9.1.4 Compressori alternativi (a pistone)	9-6
9.1.5 Rendimenti dei compressori	9-8
9.1.6 La regolazione della portata	9-10
9.1.7 Compressori rotativi a palette	9-11
9.1.8 Motocompressori	9-14
9.1.9 Compressori e rumore	9-14
9.1.10 Centraline di compressione autonome	9-17
9.1.11 Compressori a vite	9-17
9.1.12 Compressori a secco	9-19
9.1.13 Compressori turbosoffianti	9-19
9.2 Azionamenti ad aria compressa	9-19
9.2.1 Generalità	9-19
9.2.2 Cilindri pneumatici	9-20
9.2.3 Forze generabili con cilindri pneumatici	9-20
9.2.4 Corse e frenature	9-21
9.2.5 Il fissaggio dei cilindri	9-23
9.2.6 Il consumo	9-23
9.2.7 Cilindri oleopneumatici	9-26
9.2.8 Valvole e distributori a due vie	9-26
9.2.9 Distributori a tre vie	9-28
9.2.10 Distributori a quattro vie	9-29
9.2.11 L'azionamento dei distributori	9-30
9.2.12 Schemi e simbologia	9-31
9.2.13 Accessori	9-33
9.3 La regolazione pneumatica	9-34
9.3.1 Generalità	9-34
9.3.2 La catena di regolazione	9-35
9.3.3 La teoria dei regolatori	9-36
9.3.4 La taratura dei regolatori	9-39
9.3.5 L'unificazione degli strumenti	9-40
9.4 La catena di regolazione pneumatica	9-40
9.4.1 Il modulatore pneumatico	9-40
9.4.2 La retroazione	9-41
9.4.3 Strumenti proporzionali, più integrali, più derivativi	9-42
9.4.4 Trasmettitori pneumatici	9-43
9.4.5 Trasmettitori elettropneumatici	9-45
9.5 Valvole di regolazione pneumatiche	9-46
9.5.1 Generalità	9-46
9.5.2 L'azione delle valvole di regolazione	9-48
9.5.3 Caratteristiche di regolazione delle valvole	9-49
9.5.4 Valvole a seggio doppio. Differenza massima di salto di pressione ammissibile ..	9-49

9.5.5	Valvole a tre vie	9-50
9.5.6	Il premistoppa	9-52
9.5.7	Posizionatori	9-53
9.5.8	Il filtro riduttore	9-54
9.5.9	L'aria strumenti	9-56
9.6	Il dimensionamento delle valvole di regolazione	9-56
9.6.1	Generalità	9-56
9.6.2	Il coefficiente di efflusso (C_v)	9-57
Capitolo 10	Quadri elettrici	10-1
10.1	Definizione e classificazione dei quadri elettrici	10-1
10.1.1	Il quadro come apparecchiatura elettrica	10-1
10.1.2	La classificazione dei quadri: norme e usanze	10-3
10.1.3	Quadri per impianti termici e idrici	10-4
10.2	La caratterizzazione dei quadri elettrici: funzioni tipiche e componenti	10-8
10.2.1	Generalità	10-8
10.2.2	Circuiti di potenza	10-8
10.2.3	Tipici apparecchi di potenza	10-9
10.2.4	Circuiti di comando: funzione e strutture tipiche	10-20
10.2.4.1	I più importanti apparecchi per circuiti di comando	10-25
10.2.5	Circuiti di misura: funzione e strutture tipiche	10-31
10.3	La costruzione dei quadri	10-32
10.3.1	Generalità	10-32
10.3.2	Il montaggio	10-33
10.3.3	Il cablaggio	10-35
10.4	Verifiche e prove	10-46
10.4.1	Generalità	10-46
10.4.2	Esami a vista	10-47
10.4.3	Prove strumentali	10-49
10.4.4	La tenuta al cortocircuito	10-50
10.4.5	La verifica della sovratemperatura	10-53
10.5	La documentazione di accompagnamento dei quadri	10-59
10.5.1	Generalità	10-59
10.5.2	La targa	10-59
10.5.3	Lo schema elettrico	10-61
10.5.4	L'elenco dei materiali	10-65
10.5.5	Morsettiere	10-65
10.5.6	Istruzioni d'uso	10-65
10.5.7	Verbal di collaudo e certificazioni	10-68
10.6	Esempi	10-69
10.6.1	Il quadro a servizio di una centrale termica	10-69
10.6.2	Il quadro a servizio di macchine automatiche semplici	10-70
10.6.3	Il quadro a servizio di un sistema di controllo e supervisione di un grande impianto industriale	10-72

Capitolo 11 - La strumentazione elettronica	11-1
11.1 Introduzione e generalità	11-1
11.2 Bus di campo	11-2
11.2.1 Introduzione	11-2
11.2.2 L'origine dei bus di campo	11-2
11.2.3 Cosa è un bus di campo e quali vantaggi offre	11-3
11.2.4 Chi è interessato ai bus di campo?	11-4
11.2.5 Reti proprietarie	11-5
11.2.6 I bus di campo più diffusi	11-5
11.2.7 Evoluzioni future	11-11
11.2.8 Esempi applicativi di reti di campo	11-12
11.2.8.1 L'applicazione di una rete di campo Fieldbus a un condensatore	11-12
11.2.9 Conclusioni	11-14
11.3 La strumentazione per gli impianti termici e idrici	11-14
11.3.1 Misure di temperatura	11-14
11.3.1.1 Termometri a variazione di volume	11-14
11.3.1.2 Termometri a resistenza	11-16
11.3.1.3 Termocoppie	11-17
11.3.1.4 Pirometri	11-21
11.3.1.5 Trasmettitori di temperatura	11-21
11.3.2 Misure di pressione	11-22
11.3.2.1 Manometri e micromanometri differenziali	11-22
11.3.2.2 Manometri a deformazione	11-23
11.3.3 Misure di portata	11-26
11.3.3.1 Misure di flusso a pressione differenziale	11-26
11.3.3.2 Misure di flusso ad area variabile	11-27
11.3.3.3 Misure volumetriche	11-28
11.3.3.4 Misure a turbina	11-29
11.3.3.5 Misure fluidodinamiche	11-31
11.3.3.6 Misure elettromagnetiche	11-32
11.3.3.7 Misure a ultrasuoni	11-35
11.3.3.8 Misure di portata massica	11-36
11.3.4 Misure di livello	11-37
11.3.4.1 Misure di livello a ultrasuoni	11-37
11.3.4.2 Misure di livello radar	11-38
11.3.4.3 Misure di livello con sonde a vibrazione	11-38
11.3.4.4 Misure di livello a capacità	11-39
11.3.4.5 Misure di livello a pressione	11-39
11.3.5 Misure di umidità	11-40
11.3.5.1 Strumenti igroscopici meccanici	11-40
11.3.5.2 Strumenti igroscopici elettrici	11-40
11.3.5.3 Strumenti a condensazione	11-40
11.3.5.4 Psicometri	11-40
11.3.6 Misure di conducibilità	11-41
11.3.6.1 Premessa	11-41

11.3.6.2	Definizioni	11-42
11.3.6.3	Misure di concentrazione ioni idrogeno (pH)	11-43
11.3.6.4	La manutenzione degli elettrodi	11-45
11.3.7	Rilevatori e analizzatori di gas	11-45
11.3.7.1	Rilevatori e analizzatori di fumi	11-45
11.3.8	Dispositivi di misura e controllo speciali	11-46
11.3.8.1	Rilevatori di fiamma	11-46
11.3.8.2	Misure a infrarossi con telecamere	11-48
11.3.8.3	Sensori speciali di posizione	11-49
11.4	La regolazione: teoria e pratica	11-50
11.4.1	Principi di regolazioni ad anello chiuso	11-50
11.4.2	Definizioni fondamentali	11-50
11.4.3	Regolatori PID	11-52
11.4.4	Attuatori	11-53
11.4.5	Regolatori elettronici digitali	11-54
11.4.6	Regolatori elettronici per attuatori a passi	11-56
11.4.7	Strutture di regolazione	11-56
11.4.7.1	Regolazioni a cascata	11-56
11.4.7.2	Regolazioni feedforward	11-57
11.4.7.3	Regolazioni di rapporto	11-58
11.4.8	L'affinamento del regolatore	11-58
11.4.9	L'autotuning del regolatore	11-59
11.5	Controllori a logica programmabile	11-59
11.5.1	La nascita del PLC	11-59
11.5.2	Il PLC sotto la lente di ingrandimento	11-60
11.5.3	Vantaggi	11-61
11.5.4	Presente e futuro del PLC	11-61
11.5.5	La struttura tipica di un PLC	11-62
11.5.5.1	Telai di montaggio e integrazione nei quadri elettrici	11-62
11.5.5.2	Unità centrali di controllo	11-63
11.5.5.3	Schede di ingresso/uscita: classificazione	11-64
11.5.5.4	Moduli funzionali speciali	11-67
11.5.5.5	Moduli di comunicazione	11-68
11.5.5.6	Periferie remote	11-69
11.5.5.7	Schede di acquisizione per ambienti speciali (Ex ecc.)	11-71
11.5.5.8	Schede di acquisizione per applicazioni a sicurezza	11-71
11.5.5.9	Unità di interfaccia operatore locale	11-72
11.6	Particolarità dei sistemi ridondanti e fail safe	11-77
11.6.1	Concetti base di affidabilità, ridondanza, sicurezza	11-77
11.6.2	Campi di applicazione e classificazioni	11-78
11.6.3	Configurazioni di PLC ridondanti e fail safe (sicurezza intrinseca)	11-83
11.6.4	Campi di applicazioni nell'impiantistica industriale	11-86
11.6.5	Sistemi di gestione della combustione: l'esempio di un BMS	11-87
11.6.5.1	Introduzione	11-87
11.6.5.2	Il quadro elettrico di protezione e regolazione	11-88
11.6.5.3	Funzioni svolte dal sistema a PLC	11-93

Manuale degli impianti termici e idrici

11.6.5.4	L'interfaccia operatore	11-99
11.6.5.5	Il calcolo dell'efficienza di combustione	11-110
11.6.5.6	Rapporti	11-110
11.7	Software di controllo e gestione degli impianti	11-110
11.7.1	Concetti generali di supervisione, controllo e gestione degli impianti	11-110
11.7.2	Software di controllo: moduli funzionali standard	11-111
11.7.3	Software di interfaccia operatore: i sistemi SCADA	11-112
11.7.4	Sistemi di gestione e di ottimizzazione	11-113
11.8	Sistemi di programmazione	11-114
11.8.1	Programmazione un PLC	11-114
11.8.2	Sistemi di programmazione	11-115
11.8.3	Esempi di programmazione PLC	11-117
11.9	La gestione remota. Il telecontrollo	11-118
11.10	Sistemi per il teleservice	11-124

Capitolo 12 - La direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione PED

	a pressione PED	12-1
12.1	Termini di applicazione	12-1
12.2	Il campo di applicazione	12-1
12.3	La classificazione	12-2
12.4	Procedure di certificazione	12-4
12.5	Enti che intervengono nella valutazione di conformità delle attrezzature a pressione	12-6
12.6	L'Approvazione Europea dei Materiali	12-6
12.7	Come arrivare alla marcatura CE	12.7

PARTE 3 - L'IMPIANTISTICA

Capitolo 13 - Impianti di riscaldamento, idricosanitari e di utilizzo dell'energia solare

13.1	Il riscaldamento	13-1
13.1.1	Il riscaldamento radiante a pavimento	13-10
13.1.2	Il riscaldamento radiante a soffitto e a parete	13-31
13.1.3	Radiatori	13-45
13.1.4	Termoconvettori	13-53
13.1.5	Termoventilazione e ventilconvettori	13-54
13.1.6	Aerotermi	13-64
13.1.7	Termostriscie a gas	13-73
13.2	Impianti termici	13-76
13.2.1	Sistemi ad acqua calda	13-77
13.2.1.1	Il calcolo di equilibratura delle reti di distribuzione	13-90
13.2.2	Sistemi a vapore	13-112
13.2.3	Sistemi ad acqua surriscaldata	13-126

13.2.4	Sistemi a olio diatermico	13-127
13.2.5	Scambiatori di calore	13-128
13.2.6	Regolazioni automatiche dal punto di vista idraulico	13-132
13.3	Componenti impiantistiche	13-137
13.3.1	La scelta delle pompe	13-137
13.3.2	L'eliminazione dell'aria	13-155
13.3.3	Tutele dal colpo d'ariete	13-162
13.3.4	La tutela antisismica	13-166
13.3.5	Coibentazioni	13-185
13.4	Impianti idrici	13-188
13.4.1	Stazioni idriche	13-199
13.4.2	La misurazione dei consumi	13-211
13.4.3	Reti di distribuzione idriche e calcolo	13-219
13.4.4	Produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria	13-229
13.5	Utilizzi e applicazioni dell'energia solare	13-238
13.5.1	Il collettore solare piano	13-238
13.5.2	Collettori solari di sottovuoto	13-241
13.5.3	Accorgimenti architettonici e integrazione edilizia	13-243
13.5.4	Tipologia e modularità dei collettori solari	13-249
13.5.5	Scambiatori di calore, accumulatori e terminali	13-255
13.5.6	La compatibilità di metalli e liquidi	13-256
13.5.7	La difesa dagli eventi esterni	13-257
13.5.8	Il progetto eliotecnico	13-258
13.5.9	Irradiazione e irradianza solare	13-261
13.5.10	Il riscaldamento invernale diretto	13-264
13.5.11	Il postriscaldamento estivo	13-266
13.5.12	Il calcolo dell'economia	13-269
	Bibliografia	13-270
Capitolo 14 - Impianti elettrici		14-1
14.1	Caratteristiche generali	14-1
14.1.1	Premessa: scopo e caratteristiche	14-1
14.1.2	Norme CEI	14-2
14.1.3	La classificazione dei sistemi	14-3
14.1.4	La classificazione delle sollecitazioni ambientali	14-6
14.1.5	Gradi IP	14-7
14.1.6	Gradi IK	14-11
14.1.7	Condizioni ordinarie di esercizio	14-12
14.1.8	Impianti ordinari e impianti speciali	14-13
14.2	Condutture	14-14
14.2.1	Tipi e caratteristiche delle condutture	14-14
14.2.2	Cavi	14-16
14.2.3	Tubi, canali protettivi e scatole	14-21
14.2.4	Cenni sulle condutture e i cavi speciali	14-25
14.2.5	La portata delle condutture	14-29

Manuale degli impianti termici e idrici

14.3	Apparecchi	14-30
14.3.1	Generalità	14-30
14.3.2	Caratteristiche e uso degli interruttori	14-30
14.3.3	Prese a spina	14-34
14.3.4	Apparecchi di comando e segnalazione	14-42
14.3.5	Apparecchi automatici di protezione	14-50
14.4	Correnti e sovracorrenti	14-59
14.4.1	Regimi di funzionamento	14-59
14.4.2	Il sovraccarico	14-61
14.4.3	Il cortocircuito	14-63
14.4.4	Correnti di guasto a terra	14-69
14.5	La protezione contro la scossa	14-71
14.5.1	Effetti della corrente sul corpo umano	14-71
14.5.2	La protezione contro i contatti diretti	14-75
14.5.3	La protezione contro i contatti indiretti	14-76
14.5.4	Impianto di terra e collegamenti equipotenziali	14-84
14.6	La protezione contro le sovratensioni	14-88
14.6.1	Origine ed effetti delle sovratensioni	14-88
14.6.2	Forme d'onda tipiche e categorie di tenuta agli impulsi	14-90
14.6.3	Tecniche e livelli di protezione	14-94
14.6.4	Dispositivi di protezione	14-99
14.7	Criteri di scelta, dimensionamento e coordinamento	14-102
14.7.1	La scelta dei componenti	14-102
14.7.2	Categorie di utilizzazione	14-103
14.7.3	La selettività di intervento	14-110
14.7.4	Azionamento e protezione dei motori	14-112
14.8	Ambienti e applicazioni particolari	14-123
14.8.1	Generalità	14-123
14.8.2	Luoghi conduttori ristretti	14-124
14.8.3	Luoghi a maggiore rischio in caso di incendio	14-126
14.8.4	Ambienti con pericolo di esplosione	14-131
14.8.5	Impianti di sicurezza e di riserva	14-135
14.9	Esempi di impianti per locali tecnici	14-142
14.9.1	Il dimensionamento del circuito di potenza di una centrale di sollevamento acqua	14-142
14.9.2	Dimensionamento, schemi e criteri di installazione di una centrale termica classificata come ambiente a maggiore rischio di incendio	14-148
14.9.3	Esempio di impianto di sicurezza contro le esplosioni per una centrale termica classificata come zona 2	14-149
14.10	Appendice. Raccolta dei principali dati elettrici	14-151
14.10.1	Elenco delle principali norme CEI riguardanti gli argomenti trattati	14-151
14.10.2	Elenco delle principali Guide CEI riguardanti gli argomenti trattati	14-153
14.10.3	Tabelle riguardanti il dimensionamento dei conduttori	14-153
14.10.4	Impedenze di cortocircuito	14-156
14.10.5	Apparecchi automatici di protezione	14-158

14.10.6	La protezione contro la scossa	14-160
14.10.7	Avviamento e protezione dei motori asincroni trifase	14-162
14.10.8	Significati delle lettere e dei simboli usati nei capitoli 10 e 14 (limitatamente alle simbologie ricorrenti e/o definite dal CEI	14-163
Capitolo 15	Impianti antincendio	15-1
15.1	Premessa	15-1
15.2	La normativa	15.1
15.3	La rilevazione dell'incendio	15-3
15.3.1	Tipologie	15-5
15.3.2	Rilevatori di temperatura	15-5
15.3.3	Rilevatori di fiamma	15-5
15.3.4	Rilevatori di fumo	15-6
15.3.5	Sistemi di rilevazione: approccio	15-7
15.3.6	Il progetto del sistema di rilevamento incendi	15-8
15.3.7	La copertura degli spazi	15-8
15.3.8	La segnalazione	15-10
15.3.9	L'installazione dei sistemi di rilevazione incendi	15-10
15.3.10	Rilevazione e sistemi automatici antincendio	15-10
15.4	Sistemi a gas	15-11
15.4.1	Mezzi estinguenti	15-12
15.4.2	Caratteristiche dei sistemi antincendio gassosi	15-13
15.4.3	Tipologie degli impianti	15-13
15.4.4	Il progetto	15-14
15.5	Idranti	15-15
15.5.1	Classi di fuoco	15-15
15.5.2	Idranti	15-16
15.5.3	Normativa di riferimento e progetto	15-19
15.5.4	Il carico di incendio	15-22
15.5.5	Il progetto idraulico	15-25
15.5.6	Tubazioni	15-27
15.6	Impianti a pioggia o sprinkler	15-28
15.6.1	L'installazione degli erogatori	15-29
15.6.2	Erogatori	15-30
15.6.3	Sprinkler a goccia larga e a soppressione veloce	15-33
15.6.4	Sprinkler residenziali, a parete e particolari	15-33
15.6.5	La normativa di riferimento	15-34
15.6.6	La progettazione	15-34
15.7	L'alimentazione idrica	15-44
15.7.1	L'alimentazione da rete pubblica	15-44
15.7.2	L'alimentazione privata	15-45
15.7.3	La capacità della vasca	15-46
15.7.4	Il gruppo di pompaggio	15-46
15.7.5	L'alimentazione tramite acquedotto, con pompe di rilancio	15-48
15.7.6	L'alimentazione tramite vasca e gruppo di pompaggio	15-48

Capitolo 16 - L'isolamento termico	16-1
16.1 Materiali isolanti	16-1
16.1.1 Nota di carattere generale sui materiali isolanti	16-1
16.1.2 La conducibilità termica	16-1
16.1.3 La resistenza alla temperatura di lavoro	16-3
16.1.4 Caratteristiche meccaniche	16-4
16.1.5 Caratteristiche chimiche	16-4
16.1.6 La resistenza all'acqua	16-6
16.1.7 Infiammabilità e pericolosità	16-6
16.1.8 Peso specifico e calore specifico	16-6
16.1.9 Confezione e forma	16-6
16.1.10 Materiali refrattari utilizzati nei forni e nelle caldaie	16-8
16.1.11 Fibre ceramiche e materiali isolanti per alte temperature	16-13
16.1.12 La lana di roccia	16-15
16.1.13 La lana di vetro	16-20
16.1.14 L'isolamento esterno degli edifici	16-22
16.1.15 Materiali espansi	16-23
16.1.16 Materiali di rivestimento e finitura	16-28
16.1.17 L'isolamento delle tubazioni interrate	16-31
16.2 La posa in opera dei materiali isolanti	16-31
16.2.1 Regole pratiche per la posa in opera dei materiali isolanti	16-31
16.2.2 La posa in opera dei materiali refrattari, pigiature	16-33
16.2.3 L'isolamento delle tubazioni	16-33
16.2.4 L'isolamento di apparecchiature che lavorano a bassa temperatura. La barriera al vapore	16-36
16.2.5 L'isolamento di valvolame e pezzi speciali	16-36
16.2.6 L'eliminazione dei ponti termici	16-36
16.3 La valutazione economica dell'isolamento civile e industriale	16-37
16.3.1 Preventivazione e valutazione dei costi unitari. Metodi di misura delle opere di isolamento	16-37
16.3.2 Risparmi energetici	16-38
16.3.3 Interessi composti e fattore di sconto	16-39
16.3.4 Il calcolo dell'economicità di un investimento	16-42
16.3.5 La scelta dello spessore isolante più economico	16-43
 Capitolo 17 - L'acqua	 17-1
17.1 Il reperimento delle fonti idriche	17-1
17.1.1 Generalità	17-1
17.1.2 Sorgenti	17-2
17.1.3 Fontanili	17-2
17.1.4 Opere di presa da fiumi o torrenti	17-3
17.1.5 Pozzi	17-4
17.1.6 Acque di mare e salmastre	17-7
17.1.7 La ricerca dell'acqua	17-7

17.2	Pretrattamenti delle acque	17-9
17.2.1	Generalità	17-9
17.2.2	La grigliatura	17-10
17.2.3	Desabbiatura e centrifugazione	17-10
17.2.4	Filtri automatici a tamburo rotante	17-11
17.2.5	Filtri a sabbia	17-12
17.2.6	Filtri a cartuccia e a pannello	17-13
17.2.7	La flottazione	17-15
17.2.8	La sedimentazione	17-17
17.2.9	Coagulazione e flocculazione	17-20
17.2.10	La decarbonazione dell'acqua	17-23
17.2.11	L'eliminazione del ferro e del manganese	17-23
17.2.12	La filtrazione su carboni attivi. L'eliminazione del cloro	17-24
17.2.13	L'osmosi inversa	17-25
17.3	La sterilizzazione delle acque	17-27
17.3.1	Generalità	17-27
17.3.2	La clorazione	17-27
17.3.3	La sterilizzazione con ipoclorito di sodio	17-29
17.3.4	Altri prodotti e metodi di sterilizzazione	17-29
17.3.5	Impianti completi per rendere potabile l'acqua	17-29
17.3.6	Piscine	17-31
17.4	L'acqua potabile	17-31
17.4.1	Generalità	17-31
17.4.2	Acqua potabile e legislazione	17-32
17.4.3	Acqua e salute	17-32
17.4.4	Acque minerali	17-40
17.4.5	Impianti di depurazione domestici	17-40
17.5	Impianti di addolcimento e demineralizzazione	17-44
17.5.1	Resine scambiatrici di ioni	17-44
17.5.2	Resine cationiche	17-45
17.5.3	Resine anioniche	17-45
17.5.4	Caratteristiche principali di funzionamento	17-47
17.5.5	Addolcitori	17-49
17.5.6	Demineralizzatori	17-52
17.5.7	La demineralizzazione con torre per la decarbonatazione	17-53
17.5.8	Letti misti	17-54
17.5.9	Caratteristiche di purezza dell'acqua demineralizzata e conducibilità elettrica	17-55
17.5.10	Degasatori	17-56
17.6	La produzione di acqua refrigerata	17-60
17.6.1	Generalità	17-60
17.6.2	Radiatori	17-60
17.6.3	Il raffreddamento adiabatico	17-60
17.6.3.1	Generalità	17-60
17.6.3.2	Dimensionamento e caratteristiche principali	17-62
17.6.3.3	Particolari costruttivi	17-65

Manuale degli impianti termici e idrici

17.6.4	Chiller	17-65
17.6.4.1	Generalità	17-65
17.6.4.2	Il circuito di utilizzazione delle frigorie prodotte dall'impianto frigorifero	17-69
17.6.4.3	L'utilizzo dei chiller	17-71
17.6.4.4	Chiller accoppiati a torri di raffreddamento	17-72
17.7	La biologia dell'acqua	17-72
17.7.1	Generalità	17-72
17.7.2	Fenomeni di autodepurazione aerobica	17-74
17.7.3	Fenomeni aerobici	17-75
17.7.4	Fenomeni anaerobici	17-75
17.7.5	L'inquinamento termico	17-76
17.7.6	L'inquinamento da oli e grassi	17-76
17.7.7	L'inquinamento da metalli pesanti e sostanze tossiche	17-77
17.7.8	BOD e COD	17-77
17.7.9	Detersivi	17-77
17.7.10	Acidità e alcalinità	17-77
17.7.11	Corpi idrici riceventi	17-78
17.7.12	La valutazione chimica dell'inquinamento	17-80
17.7.13	La valutazione dell'inquinamento con test ittici	17-80
17.7.14	La valutazione biologica dell'inquinamento	17-80
17.8	La depurazione delle acque di scarico civili e industriali. Il dimensionamento dei sedimentatori, degli impianti di depurazione biologica, del trattamento dei fanghi	17-81
17.8.1	Generalità	17-81
17.8.2	La sedimentazione chimico-fisica (trattamento primario)	17-82
17.8.3	Impianti a fanghi attivi. Filtri percolatori e vasche di ossidazione biologica	17-85
17.8.4	Filtri percolatori	17-87
17.8.5	Stagni e bacini di ossidazione	17-89
17.8.6	Impianti di depurazione a fanghi attivi	17-90
17.8.7	Il calcolo del volume di fango prodotto (fango di supero, F_s)	17-94
17.8.8	Il calcolo del volume di aria di ossigenazione	17-94
17.8.9	Impianti di trattamento chimico-fisico (trattamento terziario)	17-96
17.8.10	Trattamenti speciali	17-100
17.9	Trattamento e smaltimento dei fanghi	17-101
17.10	La filtrazione meccanica del fango	17-103
17.11	La separazione degli oli e dei grassi; l'ultrafiltrazione	17-105
17.12	Impianti di depurazione speciali	17-107
17.13	Metalli tossici	17-110
17.13.1	Generalità	17-110
17.13.2	Precipitazione e solubilità	17-111
17.13.3	L'eliminazione del cromo esavalente	17-115
17.13.4	Il trattamento delle acque contenenti cianuri	17-116
17.13.5	Il trattamento delle acque contenenti metalli pesanti con resine scambiatrici di ioni	17-116

Capitolo 18 - Esempificazione di apparecchi e sistemi	18-1
18.1 La ristrutturazione di una centrale termica	18-1
18.1.1 Il calcolo di potenza	18-5
18.1.2 La cogenerazione: esigenze di spazio fisico e di sistema	18-6
18.1.3 Bonifiche da amianto	18-9
18.1.4 Il risanamento dei depositi di gasolio	18-10
18.1.5 La sicurezza antincendio della centrale	18-12
18.1.6 Il monitoraggio	18-14
18.1.7 Risparmio di energia e tutela ambientale	18-15
18.2 Luoghi di culto: termoventilazione o riscaldamento radiante	18-15
18.2.1 Impianti di termoventilazione	18-17
18.2.2 Il riscaldamento a pavimento dei luoghi di culto	18-22
18.2.3 Il riscaldamento misto	18-24
18.2.4 Il costo di esercizio	18-27
18.3 Impianti termici di un'abitazione in condominio	18-29
18.3.1 La contabilizzazione del consumo nell'impianto centralizzato	18-34
18.3.2 Il confronto tra riscaldamento autonomo e centralizzato	18-35
18.3.3 Le due vie del riscaldamento domestico	18-36
18.4 L'utilizzo dell'energia solare in un istituto scolastico	18-38
18.4.1 Il complesso impianto-edificio	18-39
18.4.2 L'utilizzo dell'energia solare	18-41
18.4.3 Esperienze di architettura solare	18-43
18.5 L'acquedotto interno di un complesso residenziale e terziario	18-44
18.5.1 Considerazioni sulla pressione	18-45
18.5.2 Fabbisogni idrici	18-47
18.5.3 Richieste idriche totali giornaliere	18-48
18.5.4 L'andamento delle erogazioni	18-49
18.5.5 Depositi idrici sotto pressione	18-51
18.5.6 Principali dati degli impianti di sopraelevazione	18-56
Bibliografia	18-57
Capitolo 19 - Impianti industriali	19-1
19.1 Reti di distribuzione dei principali fluidi	19-1
19.1.1 Vapore, condensa, acqua	19-1
19.1.2 Lo staffaggio delle tubazioni	19-4
19.1.3 La rete dell'aria compressa	19-10
19.2 Impianti di ventilazione industriale	19-20
19.2.1 Generalità	19-20
19.2.2 Sistemi di raffreddamento	19-20
19.2.3 Componenti delle centrali di trattamento	19-22
19.2.4 Lavatori	19-34
19.2.5 Il separatore di gocce	19-34
19.2.6 Impianti di semplice umidificazione	19-34
19.2.7 La composizione delle centrali modulari	19-34
19.2.8 Locali di installazione	19-36

Manuale degli impianti termici e idrici

19.2.9	La regolazione degli impianti di trattamento dell'aria	19-36
19.2.10	Unità di trattamento aria	19-37
19.2.11	Esempi schemi di unità di trattamento dell'aria	19-38
19.3	L'essiccamento dei materiali	19-41
19.3.1	Generalità	19-41
19.4	L'essiccamento dei tessuti in tintoria	19-43
19.4.1	Generalità	19-43
19.4.2	La depurazione delle acque di scarico di una tintoria	19-45
19.4.2.1	La descrizione dell'impianto	19-45
19.4.2.2	La strumentazione dell'impianto	19-48
19.4.2.3	Controlli e manutenzione	19-50
19.5	L'essiccamento delle bacche di cacao	19-51
19.6	Il dimensionamento delle cappe di aspirazione	19-56
19.6.1	Generalità	19-56
19.6.2	La valutazione delle perdite di carico	19-59
19.7	Impianti di purificazione dell'aria	19-60
19.7.1	Depolveratori	19-60
19.7.2	Camere di calma	19-60
19.7.3	Cycloni	19-60
19.7.4	Filtri a maniche	19-62
19.7.5	Abbattitori a umido	19-63
19.7.6	Precipitatori elettrostatici	19-63
19.7.7	Depuratori di aria inquinata da gas	19-64
19.8	La produzione di tubi flessibili in gomma per alte pressioni	19-65
19.8.1	Generalità	19-65
19.8.2	Valori delle grandezze fisiche in gioco	19-66
19.8.3	Il calcolo dell'energia termica che occorre per riscaldare l'autoclave, il prodotto e l'isolante	19-66
19.8.4	La valutazione delle dispersioni	19-67
19.8.5	Il calcolo del fabbisogno di vapore e della sua portata nelle diverse fasi del processo	19-67
19.8.6	Il calcolo del C_v delle valvole automatiche e di regolazione per il vapore e l'acqua di raffreddamento	19-69
19.8.7	Il dimensionamento delle tubazioni	19-72
19.9	L'impianto di termoregolazione dei cilindri di una calandra per gomma	19-78
19.9.1	Generalità	19-78
19.9.2	Dati di progetto	19-78
19.9.3	Il calore assorbito dalla gomma	19-79
19.9.4	Il calore da asportare durante la lavorazione	19-80
19.9.5	Il calore di riscaldamento iniziale	19-80
19.9.6	La determinazione della portata della pompa di circolazione dell'acqua surriscaldata	19-81
19.9.7	Il dimensionamento della tubazione dell'acqua surriscaldata	19-81
19.9.8	Il collettore generale del vapore	19-81
19.9.9	La tubazione vapore agli scambiatori	19-82
19.9.10	Il collettore dell'acqua di raffreddamento	19-83

19.9.11 Il calcolo della valvola di regolazione dell'acqua di raffreddamento degli scambiatori (refrigeranti)	19-83
19.9.12 La valvola di regolazione del vapore a servizio degli scambiatori (riscaldatori)	19-83
19.9.13 La valvola riduttrice generale del vapore	19-84
19.9.14 Regolazione e risparmio energetico	19-84

PARTE 4 - LA GESTIONE DEGLI IMPIANTI

Capitolo 20 - La manutenzione	20-1
20.1 Introduzione	20-1
20.1.1 Breve cenno sulla manutenzione industriale	20-1
20.1.2 L'evoluzione della manutenzione	20-2
20.2 Concetti generali	20-2
20.2.1 Scopi della manutenzione	20-2
20.2.2 La manutenibilità	20-3
20.2.3 L'affidabilità	20-3
20.2.4 L'efficienza	20-3
20.2.5 La sicurezza	20-4
20.2.6 L'ecologia	20-4
20.2.7 L'ergonomia	20-4
20.3 Vari tipi di manutenzione	20-5
20.3.1 La manutenzione di primo livello	20-5
20.3.2 La manutenzione ordinaria	20-6
20.3.3 La manutenzione preventiva	20-7
20.3.4 La manutenzione predittiva o secondo condizione	20-7
20.3.5 La manutenzione autonoma (TPM)	20-15
20.4 L'organizzazione della manutenzione	20-16
20.4.1 Programmi di manutenzione	20-16
20.4.2 L'unificazione dei componenti	20-21
20.4.3 La gestione del magazzino ricambi	20-23
20.4.4 Controlli e correzioni (dei programmi di manutenzione preventiva) ..	20-24
20.4.5 La gestione del personale	20-25
20.5 La sicurezza	20-27

Capitolo 21 - Trattamenti chimici a carattere antincrostante, anticorrosivo e biocida. La disincrostazione delle apparecchiature	21-1
21.1 Il condizionamento dei circuiti termici	21-1
21.1.1 Il condizionamento chimico antincrostante	21-2
21.1.2 Il condizionamento anticorrosivo	21-7
21.1.3 Il dosaggio dei condizionanti	21-20
21.2 Trattamenti chimici delle acque dei circuiti di raffreddamento e umidificazione	21-21
21.2.1 Il trattamento antincrostante	21-21

Manuale degli impianti termici e idrici

21.2.2	Il trattamento antisporcamento (o antifouling)	21-27
21.2.3	Il trattamento biocida e antisporcamento biologico	21-28
21.2.4	Il trattamento anticorrosivo	21-33
21.3	Controlli analitici sui circuiti termici	21-39
21.3.1	Punti di controllo	21-39
21.3.2	La metodologia di prelievo dei campioni	21-40
21.3.3	Analisi da effettuare e periodicità dei controlli	21-41
21.4	Normative e controlli per la valutazione di un corretto esercizio dei circuiti di raffreddamento e di umidificazione	21-50
21.4.1	Normative	21-50
21.4.2	Controlli per la valutazione dei fenomeni incrostanti	21-54
21.4.3	Controlli per la valutazione dell'inquinamento biologico	21-57
21.4.4	Controlli per la valutazione della corrosione	21-59
21.5	La conservazione degli impianti durante i periodi di inattività	21-61
21.5.1	Metodi di conservazione a secco	21-61
21.5.2	Metodi di conservazione a a umido	21-62
21.6	Lavaggi chimici e procedure di pulizia	21-63
21.6.1	Lavaggi di caldaie nuove	21-63
21.6.2	Lavaggi e decapaggi di caldaie non nuove	21-64
21.6.3	Lavaggi chimici dei circuiti di raffreddamento e umidificazione	21-66
	Capitolo 22 - Energia e fonti energetiche	22-1
22.1	L'organizzazione del risparmio energetico	22-1
22.1.1	La necessità del risparmio energetico	22-1
22.1.2	Principali fonti di energia	22-2
22.1.3	Controllo e misura dei consumi	22-3
22.1.4	Risultati diretti delle misure di consumo	22-4
22.1.5	Risultati indiretti delle misure di consumo	22-4
22.2	Fonti energetiche	22-4
22.2.1	Energia termica e sua utilizzazione	22-4
22.2.2	L'energia nucleare	22-8
22.2.3	L'energia idraulica	22-12
22.2.4	L'energia geotermica	22-12
22.2.5	Energie alternative	22-13
22.3	L'accumulo dell'energia elettrica	22-13
22.3.1	Generalità	22-13
22.3.2	La trasformazione dell'energia elettrica in energia potenziale	22-13
22.3.3	La trasformazione dell'energia elettrica in idrogeno	22-14
22.4	La cogenerazione	22-14
22.5	Misure dei consumi energetici	22-17
22.5.1	Generalità	22-17
22.5.2	Centrali termiche per la produzione di vapore e relativo impianto di distribuzione	22-18
22.5.3	Centrali pneumatiche	22-24
22.5.4	Reti di distribuzione dell'aria compressa	22-25

22.5.5	Misure di consumo dell'aria compressa	22-25
22.5.6	La valutazione teorica dei consumi di aria compressa	22-26
22.5.7	Il dimensionamento dei serbatoi di accumulo	22-28
22.5.8	Il recupero del calore che si sviluppa durante la compressione	22-29
22.6	Centrali idrauliche	22-30
22.6.1	La scelta delle pompe	22-30
22.6.2	La misura della portata	22-32
22.6.3	Contatori	22-32
22.6.4	Perdite d'acqua e spreco energetico	22-35
22.6.5	Perdite di carico e consumo energetico	22-35
22.7	Bilanci di materia e di energia	22-36
22.7.1	Impostazione e soluzione del problema	22-36
22.7.2	L'accumulazione di vapore	22-41
22.8	Impianti di ventilazione e di riscaldamento	22-42
22.8.1	Generalità	22-42
22.9	Il risparmio energetico negli impianti elettrici	22-43
22.9.1	Considerazioni su come limitare le perdite di energia per effetto joule - fattore di potenza	22-43
22.9.2	Trasformatori	22-45
22.10	L'illuminazione	22-46
22.10.1	Generalità	22-46
22.11	Motori elettrici	22-50
22.12	Controllo e gestione dell'energia	22-52
22.12.1	Generalità	22-52
22.12.2	Controllo e gestione degli impianti termici	22-52
22.12.3	Controllo e gestione degli impianti elettrici	22-53
22.12.4	Controllo e gestione degli impianti e del macchinario	22-54
22.13	Pompe di calore	22-54
22.13.1	L'uso economico dell'energia elettrica per la produzione di calore	22-54
22.13.2	Il principio di funzionamento della pompa di calore	22-55
22.13.3	Efficienze COP delle pompe di calore	22-56
22.13.4	L'economicità delle pompe di calore	22-57
22.13.5	Pompa di calore e recupero delle energie di scarto	22-60
22.13.6	Pompa di calore e pannelli solari	22-60
22.13.7	Limiti tecnici della pompa di calore	22-61
22.14	Energie alternative	22-62
22.14.1	Generalità	22-62
22.14.2	L'energia idraulica	22-62
22.14.3	L'energia solare	22-64
22.14.4	L'energia solare per produzione di energia elettrica	22-65
22.14.5	L'energia eolica	22-68
22.14.6	L'energia delle fonti biologiche	22-71

Capitolo 23 - La sicurezza	23-1
23.1 La sicurezza	23-1
23.2 Leggi e normative	23-1
23.3 Enti di controllo	23-2
23.4 Persone coinvolte	23-2
23.5 La documentazione	23-3
23.6 La sicurezza delle attrezzature di lavoro	23-4
23.6.1 Il campo di applicazione	23-4
23.6.2 Requisiti essenziali	23-5
23.6.3 Marcatura CE e procedure di valutazione della conformità	23-5
Capitolo 24 - La qualità	24-1
24.1 Breve storia del controllo di qualità	24-1
24.2 Termini e definizioni	24-2
24.3 Le norme	24-3
24.3.1 Norme tecniche	24-3
24.3.2 Norme per la certificazione dell'azienda	24-4
24.4 Enti di controllo	24-4
24.4.1 Enti di normazione	24-5
24.4.2 Enti di certificazione	24-5
24.4.3 Enti di accreditamento	24-6
24.5 La documentazione	24-8
24.6 L'iter di certificazione	24-9
24.6.1 La certificazione di prodotto	24-9
24.6.2 La certificazione aziendale	24-9
24.7 Costi della qualità	24-10
24.7.1 Il costo della qualità	24-10
24.7.2 La valutazione degli impegni, dei costi e dei possibili benefici	24-12
24.7.3 La valutazione economica dei costi	24-12
24.7.4 La valutazione economica dei benefici	24-14
24.7.5 Esempio	24-14