

INDICE

- XI* Prefazione
di Giordano Urbini
- XIII* Introduzione
- 3 CAPITOLO 1 – Richiami di chimica e biologia
di Roberta Pedrazzani
- 4 1.1 L'acquisizione e l'utilizzo del dato sperimentale
- 10 1.2 L'espressione della misura e le cifre significative
- 12 1.3 Le unità di misura
- 12 1.4 Come esprimere le concentrazioni
1.4.1 Unità di concentrazione basate sulla massa, p. 13 – 1.4.2 Unità di concentrazione basate sul volume e sulla mole, p. 14 – 1.4.3 Unità di concentrazione basate sulla pressione, p. 16 – 1.4.4 La normalità: unità di concentrazione basata sugli equivalenti, p. 17
- 18 1.5 Cinetica delle reazioni
1.5.1 Velocità e ordine di una reazione, p. 18 – 1.5.2 Ordine di reazione e stechiometria, p. 19 – 1.5.3 Cinetica delle reazioni biologiche, p. 20 – 1.5.4 Determinazione sperimentale dell'ordine di una reazione, p. 21 – 1.5.5 L'effetto della temperatura, p. 24 – 1.5.6 Energia di attivazione e catalizzatori, p. 24
- 25 1.6 Il concetto di equilibrio chimico: casi applicativi
1.6.1 La volatilità, p. 25 – 1.6.2 La ripartizione liquido/aria, p. 26 – 1.6.3 Gli equilibri acido-base, p. 28 – 1.6.4 Il prodotto di solubilità, p. 31 – 1.6.5 La ripartizione solido/acqua, p. 32
- 34 1.7 Cenni di biologia: che cosa sono gli esseri viventi?
1.7.1 Procarioti ed eucarioti, p. 37 – 1.7.2 La classificazione degli esseri viventi: un problema ancora aperto, p. 40
- 41 1.8 Alcuni organismi di rilevanza nella pratica dell'Ingegneria sanitaria-ambientale
1.8.1 I Batteri, p. 42 – 1.8.2 I Protozoi, p. 44 – 1.8.3 I Funghi, p. 47 – 1.8.4 Metazoi, p. 48 – 1.8.5 Le Alge fitoplanctoniche, p. 49 – 1.8.6 Le Macrofite, p. 49 – 1.8.7 I virus, p. 51
- 51 1.9 Bioconcentrazione, bioaccumulo e biomagnificazione
- 52 1.10 Gli indici biotici
- 53 1.11 Cenni di tossicologia ambientale
- 56 Esercizi
- 57 Verifica dell'apprendimento
- 58 Bibliografia

- 60 CAPITOLO 2 – Potabilizzazione: qualità dell’acqua e schemi impiantistici
di Sabrina Sorlini
- 61 2.1 Acque naturali e ciclo biogeochimico
- 62 2.2 Parametri di qualità fisica e organolettica
2.2.1 Colore, p. 63 – 2.2.2 Odore e sapore, p. 63 – 2.2.3 Torbidità, p. 64 – 2.2.4 Temperatura, p. 64 – 2.2.5 Conducibilità elettrica specifica, p. 64
- 65 2.3 Parametri di qualità chimica e chimico-fisica
2.3.1 pH, p. 65 – 2.3.2 Residuo fisso a 180 °C, p. 65 – 2.3.3 Durezza, p. 66 – 2.3.4 Alcalinità, p. 69 – 2.3.5 Ioni cloruro, solfato, nitrato, nitrito e ammonio, p. 71 – 2.3.6 Ioni calcio, magnesio, sodio e potassio, p. 72 – 2.3.7 Ferro e manganese, p. 74 – 2.3.8 Piombo, rame, cadmio, zinco e alluminio, p. 74 – 2.3.9 Sottoprodotti di disinfezione, p. 75 – 2.3.10 Composti organici, p. 75
- 76 2.4 Parametri di qualità microbiologica
- 79 2.5 Tipologie di fonti idriche per l’approvvigionamento idropotabile
2.5.1 Acque di pozzo profonde, p. 79 – 2.5.2 Acque di pozzo superficiali, p. 79 – 2.5.3 Acque superficiali correnti, p. 79 – 2.5.4 Acque superficiali di laghi e serbatoi artificiali, p. 80 – 2.5.5 Caratteristiche qualitative, p. 81
- 83 2.6 Criteri di scelta dei trattamenti di potabilizzazione
2.6.1 Criteri di scelta dei trattamenti in funzione della qualità dell’acqua, p. 84 – 2.6.2 Schemi di trattamento per le acque di superficie, p. 86 – 2.6.3 Schemi di trattamento per le acque sotterranee, p. 88
- 90 Esercizi
- 91 Verifica dell’apprendimento
- 92 Bibliografia
- 93 CAPITOLO 3 – Potabilizzazione delle acque: trattamenti
di Sabrina Sorlini
- 94 3.1 Pre-trattamenti
3.1.1 Accumulo, p. 95 – 3.1.2 Omogeneizzazione, p. 95 – 3.1.3 Grigliatura, p. 95 – 3.1.4 Macrostacciatura, p. 96 – 3.1.5 Microstacciatura, p. 96
- 96 3.2 Sedimentazione
- 98 3.3 Filtrazione
3.3.1 Filtrazione granulare, p. 98 – 3.3.2 Filtrazione su membrana, p. 105
- 106 3.4 Chiariflocculazione
- 112 3.5 Adsorbimento
- 126 3.6 Scambio ionico
- 127 3.7 Ossidazione chimica
3.7.1 Cloro, p. 128 – 3.7.2 Biossido di cloro, p. 132 – 3.7.3 Ozono, p. 135 – 3.7.4 Altri ossidanti, p. 136 – 3.7.5 Ossidazione chimica avanzata, p. 137
- 139 3.8 Disinfezione
3.8.1 Meccanismi di disinfezione, p. 140 – 3.8.2 Cinetiche del processo, p. 140 – 3.8.3 Confronto tra gli ossidanti, p. 143
- 146 APPENDICE A – Teoria della coagulazione-flocculazione
di Piero Sirini e Agostina Chiavola
- 154 Esercizi

- 156 Verifica dell'apprendimento
157 Bibliografia
- 159 CAPITOLO 4 – Acque di scarico: caratteristiche e fenomeni di inquinamento
di Maria Cristina Collivignarelli e Piero Sirini
- 160 4.1 Scarichi civili e industriali: caratteristiche quantitative
4.1.1 Stima delle portate in relazione al fabbisogno idrico, p. 160 – 4.1.2 Fonti di acque reflue e portate, p. 161
- 165 4.2 Caratteristiche qualitative delle acque di scarico
4.2.1 Parametri fisici e organolettici, p. 165 – 4.2.2 Parametri chimici, p. 170 – 4.2.3 Parametri biologici, p. 175 – 4.2.4 Composizione delle acque reflue, p. 176
- 178 4.3 Fenomenologia dell'inquinamento
4.3.1 Forme di inquinamento, p. 179 – 4.3.2 Eutrofizzazione, p. 180
- 187 4.4 Autodepurazione dei corsi d'acqua
- 202 Esercizi
203 Verifica dell'apprendimento
203 Bibliografia
- 206 CAPITOLO 5 Acque di scarico: impianti di trattamento
di Gianni Andreottola, Giorgio Bertanza, Maria Cristina Collivignarelli e Paola Foladori
- 206 5.1 Sistemi di trattamento delle acque di scarico urbane
- 209 5.2 Principi della depurazione biologica
5.2.1 Ruolo dei microrganismi, p. 209 – 5.2.2 Cinetiche della biomassa batterica, p. 211
- 216 5.3 Configurazioni degli impianti di depurazione
5.3.1 Pre-trattamenti fisico-meccanici, p. 218 – 5.3.2 Sedimentazione primaria, p. 220 – 5.3.3 Il comparto a fanghi attivi, p. 221 – 5.3.4 Rimozione dei nutrienti, p. 225 – 5.3.5 Sedimentazione secondaria – 5.3.6 Filtrazione finale, p. 231
- 233 5.4 Trattamento dei fanghi di depurazione
5.4.1 Ispessimento, p. 235 – 5.4.2 Digestione anaerobica, p. 238 – 5.4.3 Stabilizzazione aerobica, p. 241 – 5.4.4 Disidratazione meccanica, p. 241 – 5.4.5 Essiccatori termici, p. 241
- 250 5.5 Problematiche gestionali
5.5.1 Significato e importanza della gestione «di processo», p. 250 – 5.5.2 Il monitoraggio, p. 252 – 5.5.3 Le verifiche di funzionalità, p. 253
- 256 APPENDICE B – Teoria della sedimentazione
di Piero Sirini
- 265 Esercizi
267 Verifica dell'apprendimento
268 Bibliografia
- 270 CAPITOLO 6 – Rifiuti: tipologie e caratteristiche
di Piero Sirini
- 270 6.1 Tipologie di rifiuti ed evoluzione della gestione

- 272 6.2 Origine, tipologie e composizione merceologica dei rifiuti urbani
 6.2.1 Origine e tipologie, p. 272 – 6.2.2 Composizione merceologica, p. 273
- 274 6.3 Proprietà fisiche, chimiche e biologiche dei rifiuti urbani
 6.3.1 Proprietà fisiche, p. 274 – 6.3.2 Proprietà chimiche, p. 279 – 6.3.3 Proprietà biologiche, p. 285
- 287 6.4 Sostanze pericolose nei rifiuti urbani
 6.4.1 Proprietà e tipologie delle sostanze pericolose, p. 287 – 6.4.2 Gestione delle sostanze pericolose presenti nei rifiuti urbani, p. 288
- 295 APPENDICE C – Sostanze pericolose prodotte da attività commerciali, industriali ed agricole che si ritrovano nei RUa
- 298 Esercizi
- 299 Verifica dell'apprendimento
- 300 Bibliografia
- 301 CAPITOLO 7 – Rifiuti: raccolta, recupero e smaltimento
di Giorgio Bertanza, Agostina Chiavola, Marco Ragazzi e Piero Sirini
- 301 7.1 Produzione e raccolta dei rifiuti urbani
 7.1.1 Produzione di rifiuti, p. 301 – 7.1.2 Metodologie e strumenti per la valutazione delle quantità, p. 302 – 7.1.3 Sistemi di raccolta dei rifiuti urbani, p. 309
- 311 7.2 Unità di separazione, trattamento e trasformazione dei rifiuti urbani
 7.2.1 Le operazioni unitarie per la separazione e il trattamento dei rifiuti, p. 315
- 322 7.3 Tecnologie di conversione biologica e chimica dei rifiuti
 7.3.1 Compostaggio, p. 322 – 7.3.2 Digestione anaerobica, 325
- 328 7.4 Tecnologie di conversione termica dei rifiuti
 7.4.1 Tecnologie di combustione, p. 328 – 7.4.2 Tecnologie alternative alla combustione, p. 333 – 7.4.3 Criteri di gestione delle emissioni, p. 334
- 337 7.5 Discarica controllata
 7.5.1 Tipologie di discariche, p. 337 – 7.5.2 Percolato: caratteristiche, produzione e controllo, p. 342 – 7.5.3 Composizione, produzione e controllo del biogas, p. 343
- 344 7.6 Problematiche di gestione di altre tipologie di rifiuti
 7.6.1 I fanghi di depurazione, p. 344 – 7.6.2 Rifiuti liquidi, p. 348
- 352 APPENDICE D – Caratteristiche di pericolo per i rifiuti
di Piero Sirini e Agostina Chiavola
- 353 Esercizi
- 354 Verifica dell'apprendimento
- 354 Bibliografia
- 356 CAPITOLO 8 – Risanamento di siti contaminati
di Mentore Vaccari e Maria Chiara Zanetti
- 356 8.1 Siti contaminati: definizione, caratterizzazione e alternative di intervento
 8.1.1 Criteri di qualità dei suoli, p. 357 – 8.1.2 Caratterizzazione dei siti contaminati, p. 360 – 8.1.3 Interventi di bonifica e di messa in sicurezza, p. 364 – 8.1.4 Migliori tecniche disponibili (MTD), p. 366
- 367 8.2 Il suolo come sistema multifase
 8.2.1 Proprietà della fase solida, p. 368 – 8.2.2 Proprietà della fase liquida, p. 373

- 379 8.3 Tecniche di isolamento
8.3.1 Sistemi di copertura superficiale, p. 380 – 8.3.2 Sistemi di contenimento perimetrale, p. 381
- 385 8.4 Alternative di intervento: risanamento dei terreni
8.4.1 *Soil vapour extraction* e *bioventing*, p. 386 – 8.4.2 Lavaggio in situ (*soil flushing*), p. 390 – 8.4.3 Biopile e *landfarming*, p. 392 – 8.4.4 Soil washing, p. 396
- 403 8.5 Alternative di intervento: risanamento della falda
8.5.1 Principi generali del *Pump & Treat* (P&T), p. 403 – 8.5.2 Air Sparging (AS), p. 404 – 8.5.3 Biosparging (BS), p. 406 – 8.5.4 Barriere Permeabili Reattive (PRB), p. 407
- 412 8.6 Analisi di rischio sanitario-ambientale
8.6.1 Articolazione in fasi, p. 413 – 8.6.2 Articolazione in livelli di approfondimento, p. 413– 8.6.3 Sviluppo della procedura di analisi di rischio, p. 414
- 418 Esercizi
- 418 Verifica dell'apprendimento
- 419 Bibliografia
- 422 CAPITOLO 9 – Inquinamento atmosferico
di Marco Ragazzi
- 423 9.1 Aspetti fenomenologici
9.1.1 Smog fotochimico, p. 423 – 9.1.2 Effetto serra, p. 424 – 9.1.3 Piogge acide, p. 424 – 9.1.4 Buco dell'ozono, p. 425
- 426 9.2 Inquinanti e loro effetti
9.2.1 Polveri atmosferiche, p. 426 – 9.2.2 SO₂ biossido di zolfo, p. 429 – 9.2.3 NO_x – ossidi di azoto, p. 429– 9.2.4 COVNM – composti organici volatili non metanici, p. 429 – 9.2.5 CO – monossido di carbonio, p. 430 – 9.2.6 CO₂ – anidride carbonica, p. 430– 9.2.7 NH₃ – ammoniaca, p. 430 – 9.2.8 N₂O – protossido di azoto, p. 431 – 9.2.9 PCDD/F, p. 431
- 437 9.3 Inventari delle emissioni
- 438 9.4 Modellistica di dispersione
- 445 9.5 Piani di qualità dell'aria
- 446 9.6 Soluzioni preventive
9.6.1 Ottimizzazione dell'uso dell'auto, p. 446 – 9.6.2 Risparmio energetico ed efficienza energetica, p. 447– 9.6.3 Energia solare, p. 447 – 9.6.4 Prevenzione nella generazione di inquinanti da fonti puntuali, p. 448
- 449 9.7 Trattamento degli effluenti gassosi
9.7.1 Particolato, p. 450 – 9.7.2 Gas acidi, p. 453 – 9.7.3 Ossidi di azoto, p. 453 – 9.7.4 Microinquinanti, p. 454
- 457 9.8 Inquinamento *indoor*
- 460 APPENDICE E – Aspetti normativi
- 463 APPENDICE F – Fonti emmissive di ossidi di azoto a confronto
- 467 Esercizi
- 467 Verifica dell'apprendimento
- 468 Bibliografia
- 471 Indice analitico