

---

# Contenido



**EDITORIAL**  
**NESTOR ANDRADE LAURE**

Prólogo	11
Símbolos	13
<b>1. EFECTOS Y FUENTES DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE</b>	<b>17</b>
1.1	Introducción 17
1.2	Casos graves de contaminación del aire 18
1.3	Naturaleza general de los problemas de contaminación del aire 20
1.4	Definición y lista general de los contaminantes del aire 22
1.5	La materia particulada o partículas 28
1.6	Monóxido de carbono 40
1.7	Oxidos de azufre 45
1.8	Efectos de los hidrocarburos, <u>óxidos de nitrógeno</u> , oxidantes fotoquímicos, asbestos y metales sobre los materiales y la salud 53
1.9	Daños a la vegetación 56
1.10	Orígenes de los contaminantes del aire 58
	PREGUNTAS 60
	PROBLEMAS 61
	BIBLIOGRAFÍA 63

## 2. LA LEGISLACIÓN FEDERAL Y LAS TENDENCIAS EN LA REGLAMENTACIÓN 67

- 2.1 Introducción 67
- 2.2 Historia de las leyes federales promulgadas por el gobierno 68
- 2.3 Criterios sobre la calidad del aire y normas de emisión para la calidad del aire 79
- 2.4 Normas estadounidenses de emisión y funcionamiento 82
- 2.5 Aplicación y cumplimiento de las normas 91
- PREGUNTAS 93
- PROBLEMAS 94
- BIBLIOGRAFÍA 97

## 3. METEOROLOGÍA 99

- 3.1 Introducción 99
- 3.2 Radiación solar 100
- 3.3 Circulación del viento 103
- 3.4 Tasa de cambio 109
- 3.5 Condiciones de estabilidad 113
- 3.6 Perfil de velocidad del viento 120
- 3.7 Altura máxima de mezclado 124
- 3.8 Rosa de los vientos 126
- 3.9 Turbulencia 128
- 3.10 Características generales de las plumas de las chimeneas 130
- 3.11 Efecto de isla calórica 135
- 3.12 Circulación global de los contaminantes 136
- PREGUNTAS 138
- PROBLEMAS 138
- BIBLIOGRAFÍA 140

## 4. DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA 143

- 4.1 Introducción 143
- 4.2 El modelo de difusión turbulenta 144
- 4.3 La distribución gaussiana o normal 146
- 4.4 El modelo gaussiano de dispersión 148
- 4.5 Evaluación de las desviaciones normales 154
- 4.6 La concentración máxima en línea, a nivel del suelo 162

- 4.7 Cálculo de la altura efectiva de la chimenea 165  
 4.8 Algunas otras consideraciones con respecto a la dispersión gaseosa 171  
 Apéndice — Deducción de la ecuación tipo gaussiano de dispersión 180  
 PREGUNTAS 184  
 PROBLEMAS 185  
 BIBLIOGRAFÍA 190

## 5. PARTÍCULAS 193

- 5.1 Introducción 193  
 5.2 Distribución y fuentes de la materia particulada 196  
 5.3 Eficiencia de colección de partículas 203  
 5.4 Distribución de las partículas 211  
 5.5 Velocidad terminal o de asentamiento 219  
 5.6 Depositación de partículas de chimeneas 224  
 5.7 Diseño de campanas y ductos 230  
 5.8 Mecanismo de colección de las partículas 233  
 5.9 Equipo de control de partículas 235  
 5.10 Comparación de los equipos de control de partículas 300  
 PREGUNTAS 304  
 PROBLEMAS 305  
 BIBLIOGRAFÍA 323

## 6. CONTROL GENERAL DE GASES Y VAPORES 327

- 6.1 Introducción 327  
 6.2 Adsorción 328  
 6.3 La onda de adsorción 337  
 6.4 Análisis transitorio de una onda de adsorción 340  
 6.5 Regeneración de un lecho de adsorción 347  
 6.6 Absorción 349  
 6.7 Diseño básico de una torre empacada de absorción 358  
 6.8 Determinación de la altura de una torre de absorción 372  
 6.9 Fundamentos de la cinética química 383  
 6.10 Cinética de la formación del monóxido de carbono 391  
 6.11 Control de la emisión del monóxido de carbono 394  
 6.12 Incineración o combustión auxiliar 397

- 6.13 Cinética y catálisis de la reacción en los procesos de combustión auxiliar 416  
 PREGUNTAS 422  
 PROBLEMAS 423  
 BIBLIOGRAFÍA 431

## 7. CONTROL DE LOS ÓXIDOS DE AZUFRE 433

- 7.1 Introducción 433  
 7.2 Termodinámica y cinética de la formación del dióxido de azufre 437  
 7.3 Métodos generales de control 440  
 7.4 Procesos de desulfuración de los gases de la combustión 445  
 PREGUNTAS 464  
 PROBLEMAS 464  
 BIBLIOGRAFÍA 465

## 8. CONTROL DE LOS ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN FUENTES ESTACIONARIAS 467

- 8.1 Introducción 467  
 8.2 Fuentes y concentraciones del  $\text{NO}_x$  468  
 8.3 Termodinámica de la formación del  $\text{NO}$  y el  $\text{NO}_2$  473  
 8.4 Cinética de la formación del monóxido de nitrógeno en los procesos de combustión 479  
 8.5 Formación de  $\text{NO}_x$  a partir del nitrógeno del combustible 489  
 8.6 Métodos de control de combustión para el  $\text{NO}_x$  de fuentes estacionarias 490  
 8.7 Métodos de control de los gases de la combustión para el  $\text{NO}_x$  499  
 PREGUNTAS 504  
 PROBLEMAS 505  
 BIBLIOGRAFÍA 506

## 9. REACCIONES FOTOQUÍMICAS ATMOSFÉRICAS 509

- 9.1 Introducción 509  
 9.2 Termodinámica de las reacciones fotoquímicas 509

- 9.3 El oxígeno monoatómico y la formación del ozono 511
- 9.4 Papel de los óxidos de nitrógeno en la fotooxidación 512
- 9.5 Los hidrocarburos en la fotoquímica atmosférica 515
- 9.6 Los oxidantes en el neblumo fotoquímico 520
- 9.7 Reactividad de los hidrocarburos 522
- 9.8 Historia cotidiana de los contaminantes en el neblumo fotoquímico 524
- 9.9 Oxidación del dióxido de azufre en atmósferas contaminadas 526
- PREGUNTAS 530
- PROBLEMAS 530
- BIBLIOGRAFÍA 531

## 10. FUENTES MÓVILES

533

- 10.1 Introducción 533
- 10.2 Normas de emisión para automóviles 534
- 10.3 Gasolina 535
- 10.4 Origen de las emisiones del escape de motores de gasolina 537
- 10.5 Emisiones evaporativas y del cárter 545
- 10.6 Reducción de las emisiones por cambios en el combustible 547
- 10.7 Reducción de las emisiones por cambios en el diseño de los motores 548
- 10.8 Reactores externos 552
- 10.9 Motores de carga estratificada 555
- 10.10 Motores rotativos de combustión 556
- 10.11 Fuentes opcionales de energía para vehículos 558
- 10.12 Emisiones de los motores diesel 561
- 10.13 Emisiones de los motores turborrotatorios y de las turbinas de gas 565
- 10.14 Combustibles opcionales y su utilización 575
- PREGUNTAS 579
- PROBLEMAS 580
- BIBLIOGRAFÍA 581

## 11. CONTROL DE LOS OLORES

585

- 11.1 Introducción 585

11.2	El sentido del olfato y las teorías de los olores	586
11.3	Propiedades físicas de las sustancias olorosas	588
11.4	Técnicas de medición de los olores	590
11.5	Valores de umbral de los olores	595
11.6	Aplicaciones de las mediciones de los olores	596
11.7	Métodos para el control de los olores	599
	PREGUNTAS	604
	PROBLEMAS	604
	BIBLIOGRAFIA	605

363.7392  
WAR  
C-1

## APENDICE A. INSTRUMENTACION

607

A.1	Introducción	607
A.2	Tren de muestreo	607
A.3	Análisis de partículas	609
A.4	Análisis de gases	611
A.5	Monitoreo del monóxido de carbono y los hidrocarburos	620
A.6	Métodos de monitoreo para el dióxido de azufre	621
A.7	Monitoreo para los óxidos de nitrógeno	622
A.8	Monitoreo de los oxidantes fotoquímicos	624
	BIBLIOGRAFIA	624

## APENDICE B. MAGNITUDES DE MEDICION

627

B.1	Factores de conversión	627
B.2	Constante universal de los gases y la aceleración gravitacional	628
B.3	Propiedades del aire	628
B.4	Masa molar de diversas sustancias, $M$	628
B.5	Valores de la función de error, erf $x$	629
B.6	Entalpía del aire como un gas ideal	630

Respuestas a los problemas con numeración impar	631
---	-----

Indice	637
--------	-----