

Contenido

<i>Prefacio</i>	xiii	<i>Caso 2: No se puede hacer todo al mismo tiempo</i>	28
<i>Reconocimientos</i>	xiv	Repaso del capítulo	29
<i>Acerca de los autores</i>	xv	Preguntas para debate	29
<i>Acerca de la diseñadora de la portada</i>	xvi	Lecturas adicionales	31
		Referencias	31
1 Introducción	1		
1-1 ¿QUÉ ES LA CIENCIA AMBIENTAL?	2	2 Química	33
<i>Ciencia natural</i>	2	2-1 INTRODUCCIÓN	34
<i>Ciencia ambiental</i>	2	2-2 CONCEPTOS BÁSICOS DE QUÍMICA	34
<i>Ciencia ambiental cuantitativa</i>	2	<i>Átomos, elementos y la tabla periódica</i>	34
1-2 ¿QUÉ ES LA INGENIERÍA AMBIENTAL?	3	<i>Enlaces químicos y fuerzas intermoleculares</i>	36
<i>Ingeniería</i>	3	<i>Mol, unidades molares y unidades de actividad</i>	37
<i>Ingeniería ambiental</i>	3	<i>Reacciones químicas y estequiometría</i>	39
1-3 PERSPECTIVA HISTÓRICA	3	<i>Equilibrio químico</i>	45
1-4 CÓMO TRABAJAN JUNTOS LOS INGENIEROS Y CIENTÍFICOS AMBIENTALES	4	<i>Cinética de reacciones</i>	58
1-5 INTRODUCCIÓN A LOS PRINCIPIOS DE LA INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES	5	2-3 QUÍMICA ORGÁNICA	63
<i>¿Por dónde comenzar?</i>	5	<i>Alcanos, alquenos y alquinos</i>	63
<i>Breve descripción general de este libro</i>	5	<i>Compuestos arílicos (aromáticos)</i>	64
<i>Sistema Internacional de Unidades</i>	6	<i>Grupos funcionales y clases de compuestos</i>	65
1-6 PERSPECTIVA DE LOS SISTEMAS AMBIENTALES	7	2-4 QUÍMICA DEL AGUA	66
<i>Los sistemas como tales</i>	7	<i>Propiedades físicas del agua</i>	66
<i>Sistema de administración del recurso agua</i>	7	<i>Estados de impurezas en solución</i>	67
<i>Sistema de administración del recurso aire</i>	11	<i>Unidades de concentración en soluciones o suspensiones acuosas</i>	68
<i>Administración de residuos sólidos</i>	12	<i>Soluciones amortiguadoras</i>	71
<i>Sistemas de varios medios</i>	12	2-5 QUÍMICA DEL SUELO	77
<i>Sustentabilidad</i>	14	2-6 QUÍMICA ATMOSFÉRICA	79
1-7 LEGISLACIÓN Y REGLAMENTACIÓN AMBIENTAL ESTADOUNIDENSES	14	<i>Fundamentos de los gases ideales</i>	80
<i>Política ambiental</i>	14	Repaso del capítulo	82
<i>Protección de la vida silvestre y del habitat</i>	15	Problemas	83
<i>Administración de la calidad del agua</i>	15	Preguntas para debate	88
<i>Administración de la calidad del aire</i>	19	Lecturas adicionales	89
<i>Control de la contaminación por ruido</i>	22	Referencia	90
<i>Administración de residuos sólidos</i>	23		
<i>Administración de residuos peligrosos</i>	24	3 Balances de materia y energía	91
<i>Energía atómica y administración de radiación</i>	26	3-1 INTRODUCCIÓN	92
1-8 ÉTICA AMBIENTAL	27	3-2 TEORÍAS UNIFICADORAS	92
<i>Caso 1: Agregar o no agregar</i>	28	<i>Conservación de la materia</i>	92
		<i>Conservación de la energía</i>	92
		<i>Conservación de la materia y la energía</i>	92

3-3	BALANCES DE MATERIA	93	5	Percepción, evaluación y administración de riesgos	177
	<i>Fundamentos</i>	93	5-1	INTRODUCCIÓN	178
	<i>El tiempo como factor</i>	94	5-2	PERCEPCIÓN DEL RIESGO	178
	<i>Sistemas más complejos</i>	95	5-3	EVALUACIÓN DE RIESGOS	182
	<i>Eficiencia</i>	98		<i>Recopilación y evaluación de datos</i>	182
	<i>Estado de mezclado</i>	101		<i>Evaluación de toxicidad</i>	182
	<i>Reacciones de inclusión</i>	103		<i>Evaluación de la exposición</i>	188
	<i>Reactores</i>	108		<i>Caracterización de riesgo</i>	193
	<i>Análisis de reactores</i>	109	5-4	ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS	194
3-4	BALANCES DE ENERGÍA	118		Repaso del capítulo	195
	<i>Primera ley de la termodinámica</i>	118		Problemas	195
	<i>Fundamentos</i>	118		Preguntas para debate	196
	<i>Segunda ley de la termodinámica</i>	127		Lecturas adicionales	197
	Repaso del capítulo	129		Referencias	197
	Problemas	129	6	Hidrología	199
	Preguntas para debate	133	6-1	FUNDAMENTOS DE HIDROLOGÍA	200
	Lecturas adicionales	134		<i>Ciclo hidrológico</i>	200
	Referencias	134	6-2	MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN, EVAPORACIÓN, INFILTRACIÓN Y FLUJO DE LA CORRIENTE	208
4	Ecosistemas	135		<i>Precipitación</i>	208
4-1	INTRODUCCIÓN	136		<i>Evaporación</i>	210
4-2	INFLUENCIA HUMANA EN LOS ECOSISTEMAS	136		<i>Infiltración</i>	213
4-3	ENERGÍA Y FLUJO DE MASA	137		<i>Flujo de la corriente</i>	216
	<i>Bioacumulación</i>	142	6-3	HIDROLOGÍA DEL AGUA SUBTERRÁNEA	218
4-4	CICLOS DE LOS NUTRIENTES	144		<i>Acuíferos</i>	219
	<i>Ciclo del carbono</i>	144	6-4	FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA	223
	<i>Ciclo del nitrógeno</i>	146	6-5	LAS AGUAS SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA COMO FUENTE DE ABASTO	228
	<i>Ciclo del fósforo</i>	148		Repaso del capítulo	229
	<i>Ciclo del azufre</i>	150		Problemas	230
4-5	DINÁMICA DE POBLACIONES	150		Preguntas para debate	231
	<i>Crecimiento de poblaciones bacterianas</i>	151		Lecturas adicionales	231
	<i>Dinámica de poblaciones animales</i>	154	7	Recursos geológicos y del suelo	233
	<i>Dinámica de la población humana</i>	158	7-1	INTRODUCCIÓN	234
4-6	LAGOS: UN EJEMPLO DE LOS CICLOS DE MASA Y ENERGÍA EN UN ECOSISTEMA	162	7-2	CICLO DE LAS ROCAS	234
	<i>Estratificación y renovación en lagos profundos</i>	163	7-3	CONCENTRACIÓN MINERAL	235
	<i>Zonas biológicas</i>	165		<i>Actividad ígnea</i>	235
	<i>Productividad lacustre</i>	166		<i>Erosión</i>	235
	<i>Eutroficación</i>	169		<i>Procesos de sedimentación</i>	235
4-7	LEYES AMBIENTALES DE PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS	171		<i>Precipitación</i>	235
	Repaso del capítulo	172			
	Problemas	173			
	Preguntas para debate	174			
	Lecturas adicionales	175			
	Referencias	175			

7-4	ROCAS Y RECURSOS MINERALES	236			
	<i>Reservas</i>	236			
	<i>Impactos ambientales</i>	237			
	<i>Conservación de recursos</i>	239			
7-5	RECURSOS ENERGÉTICOS	242			
	<i>Formación del carbón</i>	242			
	<i>Formación del petróleo</i>	243			
	<i>Reservas de combustible fósil</i>	244			
	<i>Energía nuclear</i>	245			
	<i>Impactos ambientales</i>	245			
	<i>Efectos sobre el terreno</i>	249			
	<i>Fuentes alternativas de energía</i>	249			
	<i>Conservación de la energía</i>	252			
7-6	FORMACIÓN Y PROPIEDADES DEL SUELO	255			
	<i>Erosión</i>	255			
	<i>Componentes del suelo</i>	256			
	<i>Propiedades del suelo</i>	260			
7-7	RECURSOS DEL SUELO	265			
	<i>Almacenamiento de energía</i>	265			
	<i>Producción de plantas</i>	265			
7-8	PARÁMETROS DE SUSTENTABILIDAD	266			
	<i>Ciclos de nutrientes</i>	266			
	<i>Acidez del suelo</i>	268			
	<i>Salinidad del suelo</i>	268			
	<i>Textura y estructura</i>	269			
7-9	CONSERVACIÓN DEL SUELO	269			
	<i>Administración del suelo</i>	269			
	<i>Erosión del suelo</i>	270			
	Repaso del capítulo	274			
	Problemas	275			
	Preguntas para debate	278			
	Lecturas adicionales	278			
	Referencias	278			
8	Administración de la calidad del agua	279			
8-1	INTRODUCCIÓN	280			
8-2	CONTAMINANTES DEL AGUA Y SUS FUENTES	280			
	<i>Fuentes puntuales</i>	280			
	<i>Fuentes no puntuales</i>	281			
	<i>Material que demanda oxígeno</i>	281			
	<i>Nutrientes</i>	282			
	<i>Microorganismos patógenos</i>	282			
	<i>Sólidos suspendidos</i>	282			
	<i>Sales</i>	283			
	<i>Metales tóxicos y compuestos orgánicos tóxicos</i>	283			
	<i>Sustancias que trastornan el sistema endocrino</i>	283			
	<i>Arsénico</i>	284			
	<i>Calor</i>	285			
8-3	ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS RÍOS	286			
	<i>Efecto de los desechos que demandan oxígeno en los ríos</i>	286			
	<i>Demanda bioquímica de oxígeno</i>	287			
	<i>Medición de la demanda bioquímica de oxígeno en el laboratorio</i>	291			
	<i>Notas adicionales acerca de la demanda bioquímica de oxígeno</i>	294			
	<i>Oxidación del nitrógeno</i>	295			
	<i>Curva con mínimo de OD</i>	297			
	<i>Efecto de los nutrientes en la calidad del agua de los ríos</i>	313			
8-4	ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS LAGOS	314			
	<i>Control del fósforo en los lagos</i>	314			
	<i>Acidificación de los lagos</i>	318			
8-5	CALIDAD DEL AGUA EN LOS ESTUARIOS	324			
8-6	CALIDAD DEL AGUA EN LOS OCÉANOS	326			
8-7	CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	329			
	<i>Migración de contaminantes en las aguas subterráneas</i>	329			
	Repaso del capítulo	333			
	Problemas	334			
	Preguntas para debate	338			
	Lecturas adicionales	338			
	Referencias	338			
9	Tratamiento del agua	341			
9-1	INTRODUCCIÓN	342			
	<i>Calidad del agua</i>	343			
	<i>Características físicas</i>	344			
	<i>Características químicas</i>	344			
	<i>Características microbiológicas</i>	344			
	<i>Características radiológicas</i>	345			
	<i>Normas de calidad del agua</i>	345			
	<i>Sistemas de clasificación y tratamiento de agua</i>	346			
9-2	MEZCLADO RÁPIDO, FLOCULACIÓN Y COAGULACIÓN	349			
	<i>Estabilidad y desestabilización de los coloides</i>	349			
	<i>Coagulantes</i>	350			
	<i>Mezclado y floculación</i>	352			
9-3	ABLANDAMIENTO	355			

	<i>Dureza</i>	355		<i>Otras opciones de tratamiento y disposición en el sitio</i>	401
	<i>Ablandamiento con cal-carbonato</i>	361		<i>Sistemas alternativos de tratamiento y disposición sin agua en el sitio</i>	401
	<i>Ablandamiento por intercambio iónico</i>	364			
9-4	SEDIMENTACIÓN	366	10-4	SISTEMAS MUNICIPALES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	403
	<i>Descripción general</i>	366		<i>Tratamiento previo de residuos industriales</i>	404
	<i>Determinación de la velocidad de sedimentación (v_s)</i>	368	10-5	OPERACIONES UNITARIAS DE TRATAMIENTO PREVIO	404
	<i>Cálculo de la velocidad de derrame (v_0)</i>	368		<i>Rejas de barra</i>	405
9-5	FILTRACIÓN	370		<i>Cámaras de desarenado</i>	405
9-6	DESINFECCIÓN	373		<i>Desmenuzadores</i>	406
	<i>Cinética de la desinfección</i>	373		<i>Igualación</i>	406
	<i>Desinfectantes y productos de la desinfección</i>	374	10-6	TRATAMIENTO PRIMARIO	410
	<i>Reacciones del cloro en el agua</i>	375	10-7	PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO SECUNDARIO	412
	<i>Dióxido de cloro</i>	376		<i>Descripción general</i>	412
	<i>Ozonación</i>	376		<i>Papel de los microorganismos</i>	412
	<i>Radiación ultravioleta</i>	376		<i>Clasificación de los microorganismos</i>	412
9-7	OTROS PROCESOS DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA POTABLE	377		<i>Algunos organismos de interés en el tratamiento de aguas residuales</i>	412
	<i>Procesos de membrana</i>	377		<i>Bioquímica bacteriana</i>	413
	<i>Procesos avanzados de oxidación</i>	377		<i>Descomposición de residuos</i>	413
	<i>Adsorción con carbón</i>	377		<i>Dinámica de población</i>	415
	<i>Aireación</i>	377		<i>Filtros de goteo</i>	417
9-8	ADMINISTRACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	378		<i>Lodo activado</i>	419
	<i>Análisis por balance de masa</i>	379		<i>Estanques de oxidación</i>	431
	<i>Tratamiento de lodo</i>	381		<i>Contactores biológicos rotatorios</i>	433
	<i>Disposición final</i>	384	10-8	DESINFECCIÓN	434
	Repaso del capítulo	386	10-9	TRATAMIENTO AVANZADO DE AGUAS RESIDUALES	435
	Problemas	387		<i>Filtración</i>	435
	Preguntas para debate	388		<i>Adsorción con carbón</i>	435
	Lecturas adicionales	389		<i>Eliminación de fósforo</i>	436
	Referencias	390		<i>Control del nitrógeno</i>	437
10	Tratamiento de aguas residuales	391	10-10	TRATAMIENTO EN EL TERRENO	438
10-1	INTRODUCCIÓN	392		<i>Aplicación lenta</i>	438
10-2	CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	392		<i>Flujo superficial</i>	439
	<i>Características físicas</i>	392		<i>Infiltración rápida</i>	440
	<i>Características químicas</i>	393	10-11	TRATAMIENTO DE LODOS	440
	<i>Características del agua residual industrial</i>	393		<i>Fuentes y características de diversos lodos</i>	440
10-3	SISTEMAS DE DISPOSICIÓN EN EL SITIO	395		<i>Cálculos de sólidos</i>	441
	<i>Sistemas alternativos de tratamiento y disposición con agua en el sitio</i>	395		<i>Procesos de tratamiento de lodos</i>	443
	<i>Sistemas de tratamiento y disposición en el sitio en condiciones desfavorables</i>	398	10-12	DISPOSICIÓN DE LODOS	449
				<i>Disposición final</i>	449
				<i>Dispersión sobre el terreno</i>	450

	<i>Relleno sanitario</i>	450			
	<i>Disposición en terreno dedicado (DTD)</i>	450			
	<i>Utilización</i>	450			
	<i>Reglamentos sobre disposición de lodos</i>	450			
	Repaso del capítulo	451			
	Problemas	452			
	Preguntas para debate	455			
	Lecturas adicionales	455			
	Referencias	456			
11	Contaminación del aire	459			
11-1	PERSPECTIVA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE	460			
11-2	FUNDAMENTOS	460			
	<i>Relaciones de presión y unidades de medida</i>	460			
	<i>Relatividad</i>	460			
	<i>Expansión y compresión adiabática</i>	461			
11-3	NORMAS SOBRE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE	461			
11-4	EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE	464			
	<i>Efectos sobre los materiales</i>	464			
	<i>Efectos sobre la vegetación</i>	465			
	<i>Efectos sobre la salud</i>	467			
11-5	ORIGEN Y DESTINO DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE	472			
	<i>Monóxido de carbono</i>	472			
	<i>Contaminantes peligrosos del aire</i>	472			
	<i>Plomo</i>	473			
	<i>Dióxido de nitrógeno</i>	473			
	<i>Oxidantes fotoquímicos</i>	474			
	<i>Óxidos de azufre</i>	474			
	<i>Partículas</i>	476			
11-6	MICRO Y MACROCONTAMINACIÓN DEL AIRE	476			
	<i>Contaminación del aire en interiores</i>	476			
	<i>Lluvia ácida</i>	479			
	<i>Agotamiento del ozono</i>	480			
	<i>Calentamiento global</i>	482			
11-7	METEOROLOGÍA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE	484			
	<i>La máquina atmosférica</i>	484			
	<i>Turbulencia</i>	485			
	<i>Estabilidad</i>	485			
	<i>Efectos del terreno</i>	488			
11-8	DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA	489			
	<i>Factores que afectan la dispersión de los contaminantes del aire</i>	489			
	<i>Modelo de la dispersión</i>	490			
			11-9	MODELO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN INTERIORES	496
			11-10	CONTAMINACIÓN DEL AIRE: CONTROL DE FUENTES ESTACIONARIAS	498
				<i>Contaminantes gaseosos</i>	498
				<i>Desulfurización de gas de combustión</i>	502
				<i>Tecnologías de control para óxidos de nitrógeno</i>	502
				<i>Contaminantes en partículas</i>	504
			11-11	CONTAMINACIÓN DEL AIRE: CONTROL DE FUENTES MÓVILES	507
				<i>Fundamentos de los motores</i>	507
				<i>Control de las emisiones de los automóviles</i>	509
			11-12	MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS	510
				Repaso del capítulo	510
				Problemas	512
				Preguntas para debate	513
				Lecturas adicionales	513
				Referencias	514
			12	Ingeniería de residuos sólidos	517
			12-1	PERSPECTIVA	518
				<i>Magnitud del problema</i>	518
			12-2	CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	520
			12-3	ADMINISTRACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	522
			12-4	RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	523
			12-5	LOS RESIDUOS COMO RECURSO	523
				<i>Antecedentes y perspectiva</i>	523
				<i>Química verde e ingeniería verde</i>	525
				<i>Reciclaje</i>	525
				<i>Elaboración de abono orgánico</i>	529
				<i>Reducción en la fuente</i>	530
			12-6	REDUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	532
				<i>Procesos de combustión</i>	532
				<i>Tipos de incineradores</i>	533
				<i>Asuntos de salud pública y ambientales</i>	535
				<i>Otros procesos de tratamiento térmico</i>	537
			12-7	DISPOSICIÓN POR RELLENO SANITARIO	537
				<i>Selección del sitio</i>	538
				<i>Operación</i>	539
				<i>Consideraciones ambientales</i>	541
				<i>Lixiviado</i>	541

<i>Producción de metano y otros gases</i>	545	<i>El proceso de contaminación</i>	597
<i>Diseño del relleno sanitario</i>	548	<i>Procedimiento de la EPA para corregir</i>	
<i>Clausura del relleno</i>	549	<i>agua subterránea</i>	597
Repaso del capítulo	549	<i>Mitigación y tratamiento</i>	600
Problemas	550	Repaso del capítulo	568
Preguntas para debate	552	Problemas	601
Lecturas adicionales	552	Preguntas para debate	607
Referencias	553	Lecturas adicionales	607
		Referencias	608
13 Administración de		14 La agricultura y el	
residuos peligrosos	555	medio ambiente	611
13-1 EL RIESGO	556	14-1 INTRODUCCIÓN	612
<i>Dioxinas y bifenilos policlorados</i>	556	14-2 AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS	
13-2 SISTEMA DE LA EPA PARA DESIGNAR		ACUÍFEROS SUPERFICIALES	
RESIDUOS PELIGROSOS	558	Y SUBTERRÁNEOS	612
13-3 RCRA Y HSWA	559	<i>Uso del agua</i>	612
<i>Acciones del congreso estadounidense</i>		<i>Subsidencia del terreno</i>	613
<i>acerca de los residuos peligrosos</i>	559	14-3 EROSIÓN DEL SUELO	614
<i>Concepto “de la cuna a la tumba”</i>	561	14-4 CALIDAD DEL AGUA	617
<i>Requisitos del generador</i>	561	<i>Salinización</i>	617
<i>Reglamentos para el transportista</i>	563	<i>Nutrientes</i>	619
<i>Requisitos para tratamiento,</i>		<i>Plaguicidas</i>	622
<i>almacenamiento y disposición</i>	564	14-5 CALIDAD DEL AIRE	626
<i>Tanques subterráneos de almacenamiento</i>	565	<i>Emisiones de partículas</i>	626
13-4 CERCLA Y SARA	566	<i>Emisiones de amoníaco</i>	626
<i>La ley del Superfondo</i>	566	<i>Compuestos fétidos</i>	627
<i>La lista nacional de prioridades</i>	567	<i>Gases de efecto invernadero</i>	627
<i>El sistema de clasificación de riesgo</i>	567	<i>Efectos sobre la capa de ozono</i>	628
<i>El plan nacional de contingencia</i>	568	<i>Plaguicidas</i>	628
<i>Responsabilidad</i>	569	14-6 ADMINISTRACIÓN DE RESIDUOS	
<i>Superfund Amendments and</i>		ANIMALES	629
<i>Reauthorization Act (SARA)</i>	569	<i>Manejo y almacenamiento del estiércol</i>	629
13-5 ADMINISTRACIÓN DE RESIDUOS		<i>Operaciones de alimentación animal</i>	
PELIGROSOS	570	<i>concentradas</i>	629
<i>Minimización de residuos</i>	570	<i>Prácticas administrativas optimas</i>	630
<i>Intercambio de residuos</i>	573	<i>Aplicación del estiércol</i>	630
<i>Reciclaje</i>	574	Repaso del capítulo	631
13-6 TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO	574	Problemas	632
<i>Tratamiento biológico</i>	574	Preguntas para debate	633
<i>Tratamiento químico</i>	577	Lecturas adicionales	634
<i>Tratamiento físico o químico</i>	579	Referencias	634
<i>Incineración</i>	584		
<i>Estabilización-solidificación</i>	592	15 Contaminación por ruido	635
13-7 DISPOSICIÓN EN EL TERRENO	592	15-1 INTRODUCCIÓN	636
<i>Inyección en pozo profundo</i>	592	<i>Propiedades de las ondas sonoras</i>	637
<i>Tratamiento en terreno</i>	593	<i>Potencia e intensidad del sonido</i>	638
<i>El relleno seguro</i>	593	<i>Niveles y el decibel</i>	639
13-8 CONTAMINACIÓN DEL AGUA			
SUBTERRÁNEA Y SU CORRECCIÓN	597		

	<i>Clasificación del ruido</i>	641			
15-2	EFFECTOS DEL RUIDO EN LAS PERSONAS	646		16 Radiación ionizante	643
	<i>El mecanismo de la audición</i>	646	16-1	FUNDAMENTOS	684
	<i>Audición normal</i>	648		<i>Estructura atómica</i>	684
	<i>Deterioro auditivo</i>	650		<i>Radiactividad y radiación</i>	685
	<i>Criterios de daño-riesgo</i>	653		<i>Desintegración radiactiva</i>	687
	<i>Interferencia con el lenguaje</i>	653		<i>Radioisótopos</i>	690
	<i>Molestia</i>	654		<i>Fisión</i>	691
	<i>Interferencia con el sueño</i>	655		<i>Producción de rayos X</i>	691
	<i>Efectos sobre el desempeño</i>	656		<i>Dosis de radiación</i>	693
	<i>Intimidación acústica</i>	657	16-2	EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN IONIZANTE	695
15-3	SISTEMAS DE EVALUACIÓN	657		<i>Pauta secuencial de los efectos biológicos</i>	695
	<i>Objetivos de un sistema de evaluación del ruido</i>	657		<i>Determinantes de los efectos biológicos</i>	696
	<i>Concepto L_N</i>	657		<i>Efectos agudos</i>	697
	<i>Concepto L_{eq}</i>	658		<i>Relación entre dosis y tipo de síndrome agudo de radiación</i>	698
15-4	FUENTES DE RUIDO EN LA COMUNIDAD Y CRITERIOS	659		<i>Efectos retardados</i>	698
	<i>Ruido del transporte</i>	660		<i>Efectos genéticos</i>	700
	<i>Otros motores de combustión interna</i>	660	16-3	NORMAS DE RADIACIÓN	702
	<i>Ruido de construcción</i>	661	16-4	EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN	704
	<i>Consideraciones de zonificación y localización</i>	662		<i>Riesgos de radiación externa e interna</i>	704
	<i>Niveles para proteger la salud y el bienestar</i>	662		<i>Radiación natural de fondo</i>	704
15-5	TRANSMISIÓN DEL SONIDO EN EXTERIORES	663		<i>Rayos X</i>	706
	<i>Ley del cuadrado inverso</i>	663		<i>Radionucleidos</i>	706
	<i>Campos de radiación de una fuente sonora</i>	665		<i>Operaciones en reactores nucleares</i>	706
	<i>Direccionalidad</i>	665		<i>Residuos radiactivos</i>	706
	<i>Transmisión por el aire</i>	666	16-5	PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN	707
15-6	PREDICCIONES DEL RUIDO DEL TRÁNSITO	671		<i>Reducción de riesgos por radiación externa</i>	707
	<i>Predicción L_{eq}</i>	671		<i>Reducción de riesgos por radiación interna</i>	711
	<i>Predicción L_{dn}</i>	671	16-6	RESIDUOS RADIATIVOS	712
15-7	CONTROL DE RUIDO	671		<i>Tipos de residuos</i>	712
	<i>Concepto fuente-ruta-receptor</i>	671		<i>Administración de residuos radiactivos de alto nivel</i>	713
	<i>Control de la fuente de ruido mediante el diseño</i>	672		<i>Planta piloto de aislamiento de residuos</i>	714
	<i>Control del ruido en la ruta de transmisión</i>	673		<i>Administración de residuos radiactivos de bajo nivel</i>	714
	<i>Control de la fuente de ruido mediante el reajuste</i>	675		<i>Administración y contención a largo plazo</i>	717
	<i>Protección del receptor</i>	676		Repaso del capítulo	720
	Repaso del capítulo	677		Problemas	721
	Problemas	678		Preguntas para debate	722
	Preguntas para debate	680		Lecturas adicionales	722
	Lecturas adicionales	680		Referencias	722
	Referencias	680			
			Apéndices		723
			Índice		735