

Contenido



La Tierra: un planeta dinámico y en evolución 2

Introducción	4
¿Qué es la Geología?	6
Enfoque geológico 1.1: Interpretación de la historia de la Tierra	7
La formulación de teorías en Geología	8
Relación entre la Geología y la experiencia humana	8
La influencia de la Geología en nuestra vida diaria	10
Sucesos naturales	10
Economía y política	10
Nuestro papel como responsables de la toma de decisiones	10
Consumidores y ciudadanos	10
Desarrollo sostenible	11
Problemas medioambientales y geológicos globales a los que se enfrenta la humanidad	11
Origen del Universo y del sistema solar y el papel de la Tierra dentro de ellos	12
Origen del Universo: ¿comenzó con un Big Bang?	13
Nuestro sistema solar: origen y evolución	13
La Tierra: su lugar en el sistema solar	15
¿Por qué es la Tierra un planeta dinámico en evolución?	15
Teoría de la tectónica de placas	19
El ciclo de las rocas	21
Relación entre el ciclo de las rocas y la tectónica de placas	22
Evolución orgánica y la historia de la vida	23
Tiempo geológico y actualismo	24
¿Cómo nos beneficia el estudio de la Geología?	25
GEO-RECAPITULACIÓN	26



Tectónica de placas: una teoría de unificación 30

Introducción	32
Las primeras ideas acerca de la deriva continental	32
Enfoque geológico 2.1: Petróleo, tectónica de placas y política	33
Alfred Wegener y la hipótesis de la deriva continental	34
¿Qué evidencias hay de la deriva continental?	35
Encaje continental	35
Similitudes en las secuencias de rocas y de las cordilleras	35
Evidencias glaciares	36
Evidencias fósiles	37
Paleomagnetismo y deriva de los polos	38
¿Cómo se relacionan las inversiones magnéticas con la expansión del fondo oceánico?	40
Perforaciones en las profundidades marinas y confirmación de la expansión del fondo oceánico	42
¿Por qué la tectónica de placas es una teoría de unificación?	44
El ciclo del supercontinente	45
Los tres tipos de bordes de las placas	45
Bordes divergentes	48
Bordes convergentes	49
Bordes transformantes	52
Puntos calientes y plumas del manto	53
Determinación del movimiento de las placas	54
Mecanismo motor de la tectónica de placas	55
Influencia de la tectónica de placas en la distribución de recursos naturales	57
Depósitos minerales	58
Influencia de la tectónica de placas sobre la distribución de la vida	59
GEO-RECAPITULACIÓN	61



Minerales, los formadores de las rocas 64

Introducción	66
¿Qué es la materia?	67
átomos y elementos	67
Enlaces y compuestos	68
¿Qué son los minerales?	71
Sustancias inorgánicas producidas naturalmente	71
Cristales minerales	71
Composición química de los minerales	72
Propiedades físicas de los minerales	73
¿Cuántos minerales existen?	73
Geología en lugares inesperados: Las joyas de la Reina	74
Grupos de minerales reconocidos por los geólogos	75
Silicatos	76
Carbonatos	80
Otros grupos de minerales	80
Propiedades físicas de los minerales	81
Brillo y color	81
Morfología cristalina	81
Exfoliación y fractura	82
Dureza	82
Enfoque geológico 3.1: Cristales minerales	83
Peso específico (densidad)	84
Otras propiedades útiles de los minerales	84
¿Cómo se forman los minerales?	85
¿Qué son los minerales formadores de rocas?	85
Recursos y reservas naturales	86
GEO-RECAPITULACIÓN	89



Las rocas ígneas y la actividad ígnea intrusiva 92

Introducción	94
Las propiedades y el comportamiento del magma y la lava	95
Composición del magma	95
¿Qué temperatura alcanzan el magma y la lava?	95
Viscosidad o resistencia a fluir	96
¿Cómo se origina y cambia el magma?	97
Series de cristalización de Bowen	97
El origen del magma en dorsales	99
Zonas de subducción y el origen del magma	99
Procesos que producen cambios de composición en el magma	100
Rocas ígneas, sus características y clasificación	102

Texturas de las rocas ígneas	102
Composición de las rocas ígneas	102
Clasificación de las rocas ígneas	104
Plutones, sus características y orígenes	108
Diques y sills	109
Los lacolitos	109
Chimeneas y pitones volcánicos	109
Batolitos y stocks	109

Enfoque geológico 4.1: Algunos pitones volcánicos extraordinarios 112

¿Cómo intruyen los batolitos en la corteza terrestre?	114
GEO-RECAPITULACIÓN	116



Volcanismo y volcanes 120

Introducción	122
Volcanismo	124
Gases volcánicos	124
Coladas de lava	125
Enfoque geológico 5.1: Las coladas de lava representan poco peligro para el hombre —normalmente	126
Materiales piroclásticos	127
¿Cuáles son los tipos de volcanes y cómo se forman?	130
Volcanes en escudo	130
Conos de escorias	134
Volcanes compuestos (estratovolcanes)	134
Geología en lugares inesperados: Un volcán de lo más inusual	135
Domos de lava	136
Otras formas volcánicas	137
Erupciones fisurales y mesetas basálticas	137
Depósitos piroclásticos en capas	138
Riesgos volcánicos	139
¿Cuál es el tamaño de una erupción y cuánto puede durar?	139
¿Es posible predecir las erupciones?	141
Distribución de los volcanes	142
Tectónica de placas, volcanes y plutones	144
Actividad ígnea en bordes de placas divergentes	144
Actividad ígnea en bordes de placas convergentes	144
Volcanismo intraplaca	144
GEO-RECAPITULACIÓN	145

6

Meteorización, suelo y rocas sedimentarias 148

Introducción	150
¿Cómo se alteran los materiales de la Tierra?	151
Meteorización mecánica o física	151
Meteorización química	153
Factores que controlan la velocidad de la meteorización química	156
¿Cómo se forma y deteriora el suelo?	158
El perfil del suelo	159
Factores que controlan la formación del suelo	159
La degradación del suelo	161
Meteorización y recursos	162
Sedimentos y rocas sedimentarias	163
Transporte y depósito de sedimentos	164
¿Cómo se convierte el sedimento en roca sedimentaria?	164
Tipos de rocas sedimentarias	166
Rocas sedimentarias detríticas	166
Rocas sedimentarias químicas y bioquímicas	168
Facies sedimentarias	170
Leyendo la historia en las rocas sedimentarias	171
Estructuras sedimentarias	171
Fósiles, restos y rastros de vida antigua	173
Cómo determinar el ambiente deposicional	174
Geología en lugares inesperados: El león de arenisca	175
Recursos importantes en rocas sedimentarias	176
El petróleo y el gas natural	177
Uranio	177
Formación de hierro bandeado	178
GEO-RECAPITULACIÓN	178

Metamorfismo y rocas metamórficas 182

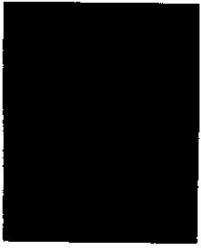
Introducción	184
Enfoque geológico 7.1: Asbesto: ¿bueno o malo?	186
Los agentes del metamorfismo	186
El calor	186
La presión	187
La actividad de los fluidos	188
Los tres tipos de metamorfismo	189
Metamorfismo de contacto	189
Metamorfismo dinámico	191
Metamorfismo regional	191
Clasificación de las rocas metamórficas	192

Rocas metamórficas foliadas	192
Geología en lugares inesperados: Empecemos con una pizarra pura	195
Rocas metamórficas no foliadas	196
Zonas y facies metamórficas	200
Influencia de la tectónica de placas en el metamorfismo	201
Metamorfismo y recursos naturales	202
GEO-RECAPITULACIÓN	203



Los terremotos y el interior de la Tierra 206

Introducción	208
¿Qué es la teoría del rebote elástico?	209
¿Qué es la sismología?	210
El hipocentro y el epicentro de un terremoto	211
¿Dónde se producen los terremotos y con qué frecuencia?	211
¿Qué son las ondas sísmicas?	213
Ondas de cuerpo	213
Ondas superficiales	214
¿Cómo se localiza el epicentro de un terremoto?	214
Tamaño y fuerza de un terremoto	217
Intensidad	217
Magnitud	218
Efectos destructivos de los terremotos	220
Temblor del suelo	220
Incendios	221
Tsunamis: olas asesinas	221
Fallo del terreno	223
¿Se pueden predecir los terremotos?	223
Precursores de terremotos	223
Programas de predicción de terremotos	225
¿Se pueden controlar los terremotos?	229
¿Cómo es el interior de la tierra?	230
El núcleo terrestre	231
Densidad y composición del núcleo	232
El manto terrestre	233
Estructura, densidad y composición del manto	233
Tomografía sísmica	234
El calor interno de la tierra	235
Geología en lugares inesperados: Los diamantes y el interior de la Tierra	235
La corteza terrestre	236
GEO-RECAPITULACIÓN	237



El fondo oceánico 240

- Introducción 242
- Exploración de los océanos 243
 - Exploración temprana 243
 - ¿Cómo se exploran los océanos hoy en día? 244
- Corteza oceánica: estructura y composición 246
- Los márgenes continentales 247
 - La plataforma continental 247
 - El talud y el pie de talud continental 247
 - Cañones submarinos, corrientes de turbidez y abanicos submarinos 248
 - Tipos de márgenes continentales 248
- Características de las cuencas oceánicas profundas 250
 - Las llanuras abisales 250
 - Las fosas oceánicas 251
 - Dorsales oceánicas 252
 - Chimeneas hidrotermales submarinas 253
 - Fracturas de los fondos oceánicos 253
 - Montes submarinos, guyots y dorsales asísmicas 254
- Sedimentación y sedimentos de las profundidades de los fondos oceánicos 255
- Arrecifes 259
- Recursos del agua el mar y del fondo oceánico 259
 - Enfoque geológico 9.1: Circulación oceánica y recursos del mar** 260
- GEO-RECAPITULACIÓN 263



Deformación, formación de montañas y los continentes 266

- Introducción 268
- Deformación de las rocas. ¿cómo se produce? 269
 - Esfuerzo y deformación 269
 - Tipos de deformación 269
 - Geología en lugares inesperados: Ruinas antiguas y geología** 271
- Dirección y buzamiento: la orientación de las capas de rocas deformadas 272
- La deformación y las estructuras geológicas 273
 - Capas de roca plegadas 273
 - Diaclasas 277
 - Fallas 278
- La deformación y el origen de las montañas 283
 - Formación de montañas 284
 - Tectónica de placas y formación de montañas 284
 - Orogenias en convergencias de placas oceánicas 285

- Orogenias en convergencias de placas oceánica-continental 287
- Los terrenos y el origen de las montañas 289
- La corteza continental terrestre 289
 - ¿Continentes flotantes? 289
 - El principio de isostasia 290
 - El rebote isostático 291
- GEO-RECAPITULACIÓN 292



Procesos gravitacionales 296

- Introducción 298
- ¿Qué factores influyen en los procesos gravitacionales? 299
 - Ángulo de pendiente 300
 - Metcorización y clima 301
 - Contenido de agua 301
 - Geología en lugares inesperados: New Hampshire despide a «El Viejo»** 302
- Vegetación 302
- Sobrecarga 303
 - La geología y la estabilidad de una vertiente 303
 - Mecanismos desencadenantes 304
- ¿Cuáles son los diferentes tipos de procesos gravitacionales? 304
 - Desprendimientos 305
 - Deslizamientos 305
 - Flujos 309
 - Movimientos complejos 315
- ¿Cómo podemos reconocer y minimizar los efectos de los movimientos de masas? 315
 - Enfoque geológico 11.1: La tragedia de Aberfan, Gales** 318
- GEO-RECAPITULACIÓN 321



Corrientes de agua 324

- Introducción 326
- El agua en la tierra 326
 - El ciclo hidrológico 327
 - Flujo de fluidos 327
- Corrientes de agua 329
 - Escorrentía en lámina y canalizada 329
 - Gradiente, velocidad y caudal 329
- ¿Cómo erosionan y transportan sedimentos las corrientes de agua? 331
- Depósitos por corrientes de agua 332

Los depósitos de los cauces anastomosados y meandriformes	332
Depósitos de llanura de inundación	334
Los deltas	335
Abanicos aluviales	337
¿Se pueden predecir y controlar las inundaciones?	337
Geología en lugares inesperados: Cámaras mortuorias flotantes	339
Cuencas de drenaje y redes de drenaje	343
La importancia del nivel de base	344
¿Qué es una corriente en equilibrio?	346
¿Cómo se forman y evolucionan los valles?	346
Terrazas fluviales	347
Meandros encajados	349
Corrientes sobreimpuestas	349
GEO-RECAPITULACIÓN	350

Aguas subterráneas 354

Introducción	356
Las aguas subterráneas y el ciclo hidrológico	356
¿Cómo absorben el agua los materiales de la tierra?	357
¿Qué es el nivel freático?	358
¿Cómo se mueven las aguas subterráneas?	359
¿Qué son los manantiales, los pozos de agua y los sistemas artesianos?	359
Manantiales	360
Los pozos de agua	360
Sistemas artesianos	361
¿Cómo erosionan y depositan material las aguas subterráneas?	362
Las dolinas y la topografía cárstica	363
Las cuevas y los depósitos de las cuevas	365
¿Cómo afecta el hombre al sistema de aguas subterráneas?	369
El descenso del nivel freático	369
Salinización de acuíferos	370
Subsidencia	371
Contaminación del agua subterránea	373
Calidad del agua subterránea	374
Geología en lugares inesperados: Plantas de tratamiento de aguas	375
Actividad hidrotermal: ¿qué es y dónde se produce?	376
Fuentes termales	376
Géiseres	377
Energía geotérmica	377
GEO-RECAPITULACIÓN	379



Los glaciares y la glaciación 382

Introducción	384
Glaciares	385
Los glaciares: parte del ciclo hidrológico	385
¿Cómo se forman y mueven los glaciares?	386
¿Qué tipos de glaciares existen?	388
Glaciares de valle	388
Glaciares continentales o de casquete polar	389
Acumulación y ablación: el balance glaciario	389
¿A qué velocidad se mueven los glaciares?	390
Oleadas glaciares	392
Erosión y transporte glaciario	392
Erosión provocada por los glaciares de valle	393
Los glaciares de casquete y las formas erosivas	395
Depósitos glaciares	395
Formas compuestas de till	398
Formas compuestas de derrubios glaciares estratificados	400
Depósitos de lago glaciario	401
¿Qué provoca las edades de hielo?	402
La teoría de Milankovitch	403
Acontecimientos climáticos a corto plazo	403
GEO-RECAPITULACIÓN	405



La obra del viento y de los desiertos 408

Introducción	410
¿Cómo transporta sedimentos el viento?	411
Carga de fondo	411
Carga en suspensión	411
¿Cómo erosiona el viento los accidentes geográficos?	412
Abrasión	412
Deflación	413
Geología en lugares inesperados: Llevado por el viento	414
¿Cuáles son los diferentes tipos de depósitos del viento?	415
La formación y migración de las dunas	415
Tipos de dunas	416
Loess	419
¿Cómo se distribuyen los cinturones de presión de aire y los patrones de viento globales?	419
¿Dónde aparecen los desiertos?	420
¿Cuáles son las características de los desiertos?	422
Temperatura, precipitación y vegetación	422

La meteorización y los suelos 423
 Los procesos gravitacionales, las corrientes y el agua subterránea 423
 El viento 426
 ¿Qué tipos de formas encontramos en los desiertos? 426
 GEO-RECAPITULACIÓN 429



Las costas y los procesos costeros 432

Introducción 434
 Mareas, olas y corrientes de deriva 435
 Las mareas 435
Enfoque geológico 16.1: La energía de los océanos 436
 Las olas 439
 Corrientes de deriva y transporte de sedimentos 441
 Sedimentación a lo largo de las costas 443
 Las playas 443
 Cambios estacionales en las playas 443
 Barras litorales, barras de bahía y tómbolos 446
 Islas barrera 446
 ¿Cómo se erosionan las costas? 448
 Plataformas de abrasión 448
 Cuevas, arcos y chimeneas litorales 450
 Balance de sedimentación litoral 450
 ¿Cómo se controlan las áreas costeras cuando sube el nivel del mar? 452
Geología en lugares inesperados: La erosión y el faro del cabo Hatteras 454
 Olas de tormenta e inundación costera 455
 Tipos de costas 456
 Costas de sedimentación y de erosión 456
 Costas de inmersión y de emersión 457
 GEO-RECAPITULACIÓN 458



El tiempo geológico: conceptos y principios 462

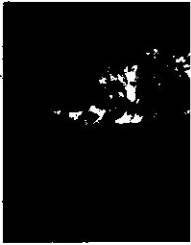
Introducción 464
Enfoque geológico 17.1: El tiempo geológico y el cambio climático 466
 ¿Cómo ha cambiado el concepto del tiempo geológico y la edad de la tierra a lo largo de la historia del hombre? 467
 ¿Por qué son importantes las contribuciones de James Hutton a la geología? 467
Geología en lugares inesperados: El tiempo pasa: La Gran Muralla China 470

¿Qué son los métodos de datación relativa? 471
 Principios fundamentales de la datación relativa 471
 Discontinuidades estratigráficas 475
 Aplicación de los principios de datación relativa 478
 ¿Cómo correlacionan los geólogos las unidades litológicas? 480
 Correlación del subsuelo 483
 ¿Qué son los métodos de datación absoluta? 484
 átomos, elementos e isótopos 484
 Desintegración radiactiva y vidas medias 484
 Fuentes de incertidumbre 486
 Pares de isótopos radiactivos de vida larga 488
 Datación por rastros de fisión 489
 Método de datación por carbono radiactivo y dendrocronología 489
 ¿Cómo se desarrolló la escala de tiempo geológico? 490
 La estratigrafía y la terminología estratigráfica 492
 GEO-RECAPITULACIÓN 494



La evolución: la teoría y las pruebas que la respaldan 498

Introducción 500
 La evolución: ¿qué significa? 501
 Jean-Baptiste de Lamarck y sus ideas sobre la evolución 501
Enfoque geológico 18.1: El trágico caso Lysenko 502
 Las contribuciones de Charles Robert Darwin y Alfred Russel Wallace 503
 La selección natural: ¿cuál es su importancia? 503
 Mendel y el nacimiento de la genética 504
 Los experimentos de Mendel 504
 Los genes y los cromosomas 504
 La visión moderna de la evolución 505
 ¿Qué provoca la variación? 506
 La especiación y la tasa de evolución 507
 Evolución divergente, convergente y paralela 509
 La cladística y los cladogramas 510
 Tendencias evolutivas 511
 Extinciones 512
 ¿Qué clase de pruebas respaldan la teoría de la evolución? 512
 La clasificación: un patrón anidado de similitudes 513
 ¿Cómo respaldan la evolución las pruebas biológicas? 515
 Fósiles: ¿qué aprendemos de ellos? 517
 GEO-RECAPITULACIÓN 522



Historia de la vida y de la Tierra en el Precámbrico 526

Introducción	528
¿Qué ocurrió durante el hádico?	529
Cimientos de los continentes: escudos, plataformas y cratones	530
Historia de la tierra arcaica	533
Rocas arcaicas	534
Tectónica de placas en el Arcaico y el origen de los cratones	535
Historia de la tierra durante el proterozoico	536
Evolución proterozoica de Laurentia	536
Supercontinentes del Proterozoico	540
Rocas del Proterozoico	540
Geología en lugares inesperados: Little Rock, una gran historia	544
Origen y evolución de la atmósfera y de la hidrosfera	545
La atmósfera	546
La hidrosfera	547
La vida: su origen y su historia temprana	547
El origen de la vida	548
Organismos del Arcaico	549
La vida en el Proterozoico	551
Enfoque geológico 19.1: Formación de hierro bandedo: de la mina a la fábrica de acero	554
¿Qué tipos de recursos encontramos en las rocas precámbricas?	556
Recursos arcaicos	556
Recursos proterozoicos	557
GEO-RECAPITULACIÓN	557



Historia de la Tierra en el Paleozoico 560

Introducción	562
Arquitectura continental: cratones y cinturones móviles	562
Paleogeografía paleozoica	563
Historia global del Paleozoico Inferior y Medio	565
Historia global del Paleozoico Superior	569
Las secuencias cratónicas y la evaluación del continente norteamericano (laurentia) durante el paleozoico	570
Historia de los cinturones móviles paleozoicos	573
El Cinturón orogénico Caledónico-Hercínico	573
El Cinturón móvil de la Cordillera	577

¿Qué papel representaron las microplacas y los "terraneos" en la formación de pangea?	577
Recursos minerales del Paleozoico	578
GEO-RECAPITULACIÓN	580



Historia de la vida en el Paleozoico 586

Introducción	588
¿Qué fue la explosión cámbrica?	588
Aparición de una fauna con concha	589
Vida invertebrada marina paleozoica	590
El ecosistema marino actual	590
Comunidad marina cámbrica	593
La biota de la lutita de Burgess	593
Comunidad marina ordovícica	597
Comunidades marinas silúrica y devónica	598
Comunidades marinas pérmica y carbonífera	599
La extinción en masa de los invertebrados marinos del Pérmico	600
La evolución de los vertebrados	601
Los peces	602
Los anfibios: los vertebrados invaden la tierra	606
La evolución de los reptiles: la tierra es conquistada	610
Enfoque geológico 21.1: Palinología: Un vínculo entre geología y biología	612
La evolución de las plantas	614
Floras silúrica y devónica	615
Floras del Carbonífero Superior y del Pérmico	616
GEO-RECAPITULACIÓN	619



Historia de la vida y de la Tierra en el Mesozoico 624

Introducción	626
La fragmentación de pangea	626
El cinturón orogénico de la Cordillera	629
Los efectos de la fragmentación de Pangea en el clima global y en los patrones de circulación oceánica	631
Principales características de la historia de Norteamérica en el Mesozoico	633
¿Cuál es el papel de los terrenos acrecionarios (terraneos) en el crecimiento del oeste de Norteamérica?	633
Recursos minerales del Mesozoico	636
La vida en la Era Mesozoica	637
Los invertebrados marinos y el fitoplancton	638
Las plantas, productores primarios terrestres	640

La diversificación de los reptiles 640
Enfoque geológico 22.1: Las contribuciones de Mary Anning a la Paleontología 650
 De reptiles a aves 651
 Origen e historia temprana de los mamíferos 652
 Clima y paleogeografía durante el Mesozoico 655
 Extinciones masivas, una crisis en la historia de la vida 656
 GEO-RECAPITULACIÓN 660



Historia de la vida y de la Tierra en el Cenozoico 664

Introducción 666
 Orogenias y tectónica de placas en el Cenozoico: perspectiva general 667
 Sistemas orogénicos durante el Cenozoico 668
 El Sistema Orogénico Alpino 669
 El Sistema Orogénico de la Cordillera 669
 Evolución de Norteamérica en el Paleógeno y Neógeno 672

El Período Cuaternario 674
 Tectónica y vulcanismo del Pleistoceno 674
 La glaciación del Pleistoceno 674
 La distribución y extensión de los glaciares del Pleistoceno 674
Enfoque geológico 23.1: Supervolcanes 67
Geología en lugares inesperados: Evidencias de glaciación en la ciudad de Nueva York 680
 Recursos minerales del Cenozoico 682
 Historia de la vida en el Paleógeno y Neógeno 682
 Los invertebrados marinos y el fitoplancton 682
 Las aves del Paleógeno y Neógeno 683
 Diversificación de los mamíferos 683
 Mamíferos del Cenozoico 684
 Fauna del Pleistoceno 690
 Mamíferos y aves 690
 La evolución de los primates 691
 Homínidos 692
 Extinciones durante el Pleistoceno 698
 GEO-RECAPITULACIÓN 699

Soluciones

Cuestiones de repaso 702

Glosario 703

Índice 715