

ÍNDICE

Prefacio	23
Tema 1. La tierra planeta. Movimientos y representación	27
DIAGRAMA CONCEPTUAL	28
INTRODUCCIÓN	29
1. Presentación	29
2. Objetivos	29
3. Orientaciones de estudio	30
4. Palabras clave	30
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	31
1. La Tierra en el espacio. Forma y dimensiones	31
1.1. Forma y dimensiones de la Tierra	32
1.2. Consecuencias de la esfericidad de la Tierra	34
2. Movimientos de la Tierra y sus consecuencias geográficas	35
2.1. Los movimientos de la Tierra	35
2.1.1. Movimiento de rotación	35
Orientación y situación sobre la superficie terrestre	35
Medición del tiempo	38
Otras consecuencias del movimiento de rotación	40
2.1.2. Movimiento de traslación	42
Solsticios y equinoccios	44
Consecuencias del movimiento de traslación	46
3. La representación de la superficie terrestre. La Cartografía	48
3.1. Las proyecciones	49
3.2. La escala	54
3.3. Bases matemática y geográfica. Tipos de mapas	56
3.4. Otras formas de representación	58
LECTURAS RECOMENDADAS	61
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	63
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	64

CLIMATOLOGÍA

Introducción a la climatología	67
Tema 2. Elementos y factores climáticos I. La temperatura	69
DIAGRAMA CONCEPTUAL	70
INTRODUCCIÓN	71
1. Presentación	71
2. Objetivos	72
3. Orientaciones de estudio	73
4. Palabras clave	74
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	75
1. Composición de la atmósfera	75
2. La estructura atmosférica	77
2.1. La troposfera	78
2.2. La estratosfera	80
2.3. La alta atmósfera	80
3. Las propiedades del aire	81
4. La energía solar y la temperatura terrestre	86
5. El desigual reparto de la insolación terrestre	90
5.1. Factores explicativos del desigual reparto de la insolación y comportamiento calorífico terrestre	90
5.1.1. Influencia de la distancia entre la Tierra y el Sol	90
5.1.2. Influencia de la altura del Sol	91
5.1.3. Influencia de la duración de la luz solar	94
5.1.4. El efecto de la atmósfera	94
5.1.5. El efecto de la desigual distribución de las tierras y los mares	95
5.1.6. Efecto de la elevación y la topografía	96
5.2. La distribución de la radiación solar en la superficie terrestre	97
6. La diferenciación térmica de la troposfera	98
6.1. Las temperaturas de la superficie	99
6.1.1. La oscilación térmica diaria	99
6.1.2. Las variaciones estacionales	101
6.1.3. La distribución de temperaturas sobre la superficie del globo terrestre	103

– Principales factores explicativos de la desigual distribución de temperaturas de la superficie terrestre	104
– Distribución térmica superficial a escala planetaria ...	105
6.2. La estructura térmica en altura	108
LECTURAS RECOMENDADAS	110
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	112
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	113
 Tema 3. Elementos y factores climáticos II. La presión y la humedad atmosféricas	115
DIAGRAMA CONCEPTUAL	116
INTRODUCCIÓN	117
1. Presentación	117
2. Objetivos	118
3. Orientaciones de estudio	119
4. Palabras clave	120
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	121
1. Las variaciones de presión en el seno de la atmósfera terrestre	121
1.1. El campo de presión en superficie	121
1.2. El campo de presión en altura	123
1.3. Causas de las diferencias de presión atmosférica	125
2. Los vientos y la circulación atmosférica	125
2.1. Análisis dinámico del movimiento del aire	127
2.1.1. El movimiento del aire debido a las diferencias de presión	127
2.1.2. La fuerza aparente de Coriolis y la desviación de los vientos	128
2.1.3. Los movimientos de convergencia y divergencia	129
2.2. La circulación general atmosférica	130
2.2.1. El mapa de la distribución de presiones y el sistema de vientos dominantes en la superficie terrestre	131
2.2.2. La circulación atmosférica en altura	135
2.3. Los vientos locales	138
3. La humedad atmosférica	139
3.1. El ciclo hidrológico del agua en la naturaleza	139
3.2. La evaporación	141

3.3. Condensación y precipitación	142
3.3.1. Los mecanismos de saturación	143
3.3.2. Los tipos de ascendencias	145
3.3.3. Condensación y formación de nubes. Los mecanismos de precipitación	148
3.4. La distribución de las precipitaciones en la superficie te- rrestre	154
3.4.1. El desigual reparto sobre la superficie	154
3.4.2. Las variaciones estacionales	158
4. Las zonas climáticas	159
LECTURAS RECOMENDADAS	163
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	165
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	166
Tema 4. Los océanos	167
DIAGRAMA CONCEPTUAL	168
INTRODUCCIÓN	169
1. Presentación	169
2. Objetivos	169
3. Orientaciones de estudio	170
4. Palabras clave	170
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	171
1. Las aguas marinas	171
1.1. Composición de las aguas marinas	171
1.2. Propiedades de las aguas marinas	174
1.3. Las masas de agua	177
2. Los movimientos de las aguas marinas	179
2.1. Movimientos de equilibrio	180
2.2. Movimientos de origen cósmico	182
2.3. Movimientos eustáticos y tectónicos	186
2.4. Movimientos debidos a los vientos	186
2.4.1. Olas u ondas marinas	187
2.4.2. Las corrientes superficiales	189
2.5. La circulación abisal	195
3. La atmósfera y el océano	196
3.1. Influencia de la atmósfera sobre el océano	196

3.2. Influencia del océano sobre la atmósfera	197
3.3. La participación de las masas continentales en la relación atmósfera-océano	198
LECTURAS RECOMENDADAS	200
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	201
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	202
Tema 5. La diversidad climática I. Clasificación de los climas.	
Los climas azonales	203
DIAGRAMA CONCEPTUAL	204
INTRODUCCIÓN	205
1. Presentación	205
2. Objetivos	206
3. Orientaciones de estudio	206
4. Palabras clave	207
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	209
1. El clima y su clasificación	209
1.1. Los conceptos de tiempo y clima	209
1.2. La diversidad de clasificaciones climáticas	209
1.2.1. La clasificación climática según su finalidad	210
1.2.2. La clasificación climática según la escala de estudio ...	213
• La escala zonal o macroclimática	215
• La escala regional o mesoclimática	215
• La escala de provincia climática	215
• La escala local o de topoclimas	216
• La escala microclimática	216
• El piso climático	216
1.2.3. La clasificación climática según el método de clasifica- ción	219
1.3. Variables de referencia en las principales clasificaciones cli- máticas	219
2. La diversidad climática: los climas azonales	221
2.1. Los climas secos	222
2.1.1. Causas de los climas secos	223

2.1.2. Tipos de climas secos	225
2.1.3. Rasgos biogeográficos	227
2.2. Climas de montaña	228
2.2.1. Causas del clima de montaña	229
2.2.2. Variedades del clima de montaña	233
2.2.3. Rasgos biogeográficos	233
LECTURAS RECOMENDADAS	235
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	237
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	238
Tema 6. La diversidad climática II. Los climas zonales: intertropicales, templados y polares	239
DIAGRAMA CONCEPTUAL	240
INTRODUCCIÓN	243
1. Presentación	243
2. Objetivos	243
3. Orientaciones de estudio	243
4. Palabras clave	244
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	245
1. Los climas de la zona cálida o latitudes intertropicales	245
1.1. El clima de selva tropical	248
1.1.1 Causas del clima de selva tropical	248
1.1.2 Variedades del clima de selva tropical	250
1.1.3 Rasgos biogeográficos de selva tropical	251
1.2. El clima de sabana tropical	253
1.2.1 Causas del clima de sabana tropical	254
1.2.2 Variedades del clima de sabana tropical	254
1.2.3 Rasgos biogeográficos del clima de sabana tropical	255
1.3. El clima monzónico	256
1.3.1 Causas del clima monzónico	257
1.3.2 Variedades del clima monzónico	259
1.3.3 Rasgos biogeográficos	260
2. Los climas de la zona templada o latitudes medias	260
2.1. Clima lluvioso templado, húmedo en todas las estaciones de la costa oriental de los continentes (Cfa)	263
2.1.1 Causas del clima Cfa	263

2.1.2 Variedades del clima Cfa	264
2.1.3 Rasgos biogeográficos del clima Cfa	265
2.2. El clima lluvioso templado con verano seco (Csa y Csb)	266
2.2.1 Causas del clima (Csa y Csb)	268
2.2.2 Variedades del clima (Csa y Csb)	268
2.2.3 Rasgos biogeográficos del clima (Csa y Csb)	269
2.3. El clima lluvioso templado, húmedo en todas las estaciones de la costa occidental de los continentes (Cfb y Cfc)	271
2.3.1 Causas del clima Cfb y Cfc	273
2.3.2. Variedades del clima Cfb y Cfc	273
2.3.3. Rasgos biogeográficos del clima Cfb y Cfc	274
2.4. Los climas microtérminos, de bosque frío	276
2.4.1. Causas del clima microtérmino	277
2.4.2. Variedades del clima microtérmino	278
2.4.3. Rasgos biogeográficos del clima microtérmino	279
3. Los climas de la zona fría o latitudes polares	280
3.1. El clima de tundra	281
3.1.1. Causas del clima de tundra	283
3.1.2. Variedades del clima de tundra	283
3.1.3. Rasgos biogeográficos	284
3.2. El clima de hielo perpetuo	285
3.2.1. Causas del clima de hielo perpetuo	286
LECTURAS RECOMENDADAS	288
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	289
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	290

GEOMORFOLOGÍA

Introducción	293
Tema 7. La estructura y dinámica terrestres. Los componentes litológicos y tectónicos del relieve	295
DIAGRAMA CONCEPTUAL	296
INTRODUCCIÓN	297
1. Presentación	297

2. Objetivos	297
3. Orientaciones de estudio	298
4. Palabras clave	299
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	301
1. La estructura y dinámica terrestres	301
1.1. La estructura del globo terrestre	301
1.1.1. Estructura y composición de la corteza	302
1.1.2. Estructura y composición del manto	303
1.1.3. Estructura y composición del núcleo	304
1.2. La dinámica terrestre	305
1.2.1. La separación y dinámica de los continentes	305
1.2.2. La teoría de la tectónica de placas	308
2. Los componentes litológicos y tectónicos del relieve	309
2.1. Las rocas: definición y clasificación	309
2.2. Rocas eruptivas	311
2.2.1. Intrusivas o plutónicas	312
– Origen	312
– Formas de yacimiento	312
– Composición	313
– Principales rocas intrusivas	314
2.2.2. Extrusivas, efusivas o volcánicas	314
– Origen	314
– Formas de yacimiento	314
– Composición	315
– Principales rocas efusivas	315
2.3. Rocas sedimentarias	315
– Origen	315
– Formas de yacimiento	317
– Composición	318
– Principales rocas sedimentarias	318
2.4. Rocas metamórficas	320
– Origen	320
– Formas de yacimiento	321
– Composición	321
– Principales rocas metamórficas	321
2.5. El ciclo de las rocas	323
2.6. Propiedades de las rocas	324

2.6.1. Respuesta de las rocas ante los esfuerzos tectónicos	324
2.6.2. Respuesta o resistencia de las rocas a la erosión	325
3. Las unidades espacio-temporales de la geología	326
3.1. Las unidades espaciales: órdenes	327
3.2. Las unidades temporales: eras y periodos	327
4. Las deformaciones tectónicas de la corteza continental y relieves asociados	332
4.1. Las estructuras de deformación, pliegues	332
4.1.1. Partes de un pliegue	332
4.1.2. Clasificación de los pliegues	333
4.2. Las estructuras de dislocación, fallas	337
4.2.1. Partes de una falla	337
4.2.2. Clasificación de las fallas	338
LECTURAS RECOMENDADAS	342
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	343
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	344
Tema 8. Los relieves estructurales	345
DIAGRAMA CONCEPTUAL	346
INTRODUCCIÓN	347
1. Presentación	347
2. Objetivos	348
3. Orientaciones de estudio	349
4. Palabras clave	349
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	351
1. Las grandes unidades estructurales de la corteza terrestre	351
1.1. Las áreas sumergidas: cuencas oceánicas	351
1.1.1. Los bordes continentales	351
1.1.2. Llanuras abisales	353
1.1.3. Dorsales oceánicas	353
1.2. Las áreas emergidas: los continentes	354
1.2.1. Los cratones o escudos	355
1.2.2. Las plataformas	355
1.2.3. Los orógenos	356
1.2.4. Los volcanes	356

2. Los relieves estructurales de cuencas sedimentarias	357
2.1. Forma de relieve acinal (estructuras horizontales)	357
2.1.1. Relación de la red fluvial y la estructura horizontal	361
2.2. Formas de relieve monoclinas o inclinadas (estructuras inclinadas o cuestas)	361
2.2.1. Relación de la red fluvial y la estructura monoclinas ...	364
3. Los relieves estructurales de los orógenos	364
3.1. Los relieves estructurales plegados	364
3.1.1. Formas originales, directas o primitivas.....	365
3.1.2. Formas derivadas	366
3.1.3. Formas invertidas	369
3.1.4. Relación entre la red hidrográfica y la estructura plegada	372
3.2. El relieve apalachense	373
3.3. Los relieves estructurales fallados	375
3.3.1. Escarpe de falla original o primitivo	378
3.3.2. Escarpe de línea de falla o derivado	378
3.3.3. Escarpe de línea de falla compuesto	380
3.3.4. Relación de la red hidrográfica con las estructuras falladas	383
3.4. Los relieves en estructuras volcánicas	385
3.4.1. Los volcanes	385
3.4.2. Partes y materiales de los volcanes	386
3.4.3. Tipos de volcanes	389
3.4.4. Las coladas	392
3.4.5. Las formas excavación	393
LECTURAS RECOMENDADAS	396
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	397
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	398
Tema 9. Morfologías litológicas	399
DIAGRAMA CONCEPTUAL	400
INTRODUCCIÓN	401
1. Presentación	401
2. Objetivos	402

3. Orientaciones de estudio	402
4. Palabras clave	402
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	403
1. Introducción. Las morfologías litológicas	403
2. Relieve granítico	404
2.1. Características de las rocas graníticas	404
2.2. Las formas graníticas	409
2.2.1. Formas mayores	410
– Domos y agujas alpinas	410
– Panes de azúcar y medias naranjas	413
– Paisajes de bolas	415
2.2.2. Formas de detalle	416
– Acanaladuras, pilancones, taffoni y nerviaciones	417
2.3. La variedad de paisajes graníticos según el clima	417
3. Modelado kárstico	419
3.1. Las características de las rocas calcáreas y su disolución	420
3.2. Las formas kársticas	422
3.2.1. Las formas exteriores o exokársticas	422
– Las depresiones cerradas y cañones	422
– Las formas menores	428
3.2.2. Las formas endokársticas	433
– La circulación subterránea de las aguas	434
– Las principales formas subterráneas	437
– Las formaciones kársticas según las condiciones bio-climáticas	439
LECTURAS RECOMENDADAS	443
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	444
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	445
Tema 10. Modelado del relieve por acción de las fuerzas externas I. Los procesos elementales de meteorización y dinámica de vertientes	447
DIAGRAMA CONCEPTUAL	448
INTRODUCCIÓN	449
1. Presentación	449

2. Objetivos	450
3. Orientaciones de estudio	450
4. Palabras clave	451
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	453
1. Introducción	453
2. Las fuerzas externas	453
2.1. La gravedad	453
2.2. La energía procedente de la radiación solar	454
2.3. Incidencia de las características de los materiales de la superficie y las condiciones externas	455
3. La meteorización	456
3.1. Procesos mecánicos de meteorización. Fragmentación	457
3.1.1. Fragmentaciones o clastias de origen térmico	457
3.1.2. Fragmentaciones de origen hídrico	460
3.2. Procesos químicos	460
3.2.1. La disolución	460
3.2.2. Alteraciones químicas	462
3.3. Acciones biológicas	463
3.4. Factores condicionantes de la meteorización	464
4. La dinámica de vertientes. Procesos elementales de erosión	464
4.1. Desplazamiento por elementos	465
4.1.1. Caída libre y desprendimiento	465
4.1.2. Reptación	466
4.2. Desplazamientos en masa	468
4.2.1. Solifluxión	468
4.2.2. Deslizamiento	470
4.3. La arroyada	472
LECTURAS RECOMENDADAS	476
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	477
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	478
Tema 11. Modelado del relieve por acción de las fuerzas externas II. La erosión	479
DIAGRAMA CONCEPTUAL	481
INTRODUCCIÓN	483
1. Presentación	483

2. Objetivos	484
3. Orientaciones de estudio	485
4. Palabras clave	485
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	487
1. Introducción la erosión definición y enfoques de estudio	487
1.1. Los conceptos de ciclo de erosión y erosión normal de Davis	488
1.2. Los sistemas morfogenéticos	490
1.3. Los grandes agentes de erosión	491
1.3.1. Acción erosiva ejercida por las actividades humanas ...	491
2. Dinámica y morfogénesis fluvial	493
2.1. Torrentes y uadis	494
2.2. Los ríos	497
2.2.1. Redes y regímenes fluviales	499
2.2.2. Labor erosiva de los ríos	503
– Transporte de materiales por las aguas corrientes	503
– Acción erosiva del río	505
– Formas de modelado resultante de la acción erosiva fluvial	506
– Las formas producidas por acumulación	513
3. Morfogénesis litoral	517
3.1. Acción erosiva del mar	517
3.1.1. Acción mecánica, química y biológica	517
3.1.2. Alternancia de sumersión y emersión	518
3.1.3. Influencia del medio	519
3.2. Principales formas litorales de erosión	520
3.2.1. Formas de ablación	520
3.2.2. Formas de acumulación	522
3.3. Tipos de costas	527
4. Dinámica y morfogénesis glaciar	529
4.1. Las glaciaciones	529
4.2. Formación de los glaciares	530
4.3. Tipos de glaciares	530
4.3.1. Glaciares regionales	530
4.3.2. Glaciares locales	531
4.4. Flujo glaciar	533
4.5. Labor erosiva del glaciar	535

4.5.1. Formas de relieve resultante de la acción glaciar	537
– Formas de acumulación	537
– Las formas mayores del modelado	540
5. El viento como agente erosivo	543
5.1. Movimiento del aire	544
5.2. Acción erosiva	544
5.2.1. Deflación	544
5.2.2. Abrasión o corrosión	545
5.2.3. Formas de relieve producidas por la acción del viento ..	546
LECTURAS RECOMENDADAS	549
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	551
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	552
Tema 12. Geomorfología climática	553
DIAGRAMA CONCEPTUAL	554
INTRODUCCIÓN	555
1. Presentación	555
2. Objetivos	556
3. Orientaciones de estudio	556
4. Palabras clave	557
DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS	559
1. Breve historia de la Geomorfología Climática	559
2. Clima y morfogénesis	559
2.1. La influencia del clima en las formas de relieve	559
3. Paleoclimas y herencias morfoclimáticas	562
3.1. Los climas del Cuaternario	562
4. Las grandes áreas morfoclimáticas	565
4.1. Divisiones morfoclimáticas	565
4.2. La zona morfoclimática fría	568
4.2.1. Dominio glaciar	568
– Los procesos	568
– Las formas resultantes	569
4.2.2. Dominio periglacial	570
– Los procesos	572
– Las formas resultantes	574
– Tipología de dominios periglaciares	578

4.3. La zona morfoclimática de latitudes medias	578
4.3.1. El dominio marítimo	579
4.3.2. El dominio continental seco	580
4.3.3. El dominio templado mediterráneo (tibio).....	580
4.4. La zona morfoclimática árida o xérica	581
– Los procesos	581
– Las formas resultantes	582
– Tipología de dominios áridos	583
4.5. La zona morfoclimática tropical	585
4.5.1. El dominio tropical de selva	586
4.5.2. El domino tropical de sabana	589
4.6. La morfogénesis en áreas de montaña	590
4.6.1. Los pisos morfoclimáticos	591
– Piso forestal	591
– Piso periglaciar	592
– Piso glaciár	592
Conclusión	594
LECTURAS RECOMENDADAS	596
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	597
EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	598
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	599

Tras tiempos de oscuridad, el Renacimiento recuperó el interés por estas cuestiones. Colón se embarcó en su colosal aventura de viajar a la India por el oeste, convencido de que la Tierra era esférica. Elcano lo demostró, al circunnavegarla por vez primera, cuando asumió el mando de la expedición que capitaneaba Magallanes, al producirse el fallecimiento de éste (año 1522).

La Academia de Ciencias de Francia determinó que la forma de la Tierra era un *elipsoide*, es decir, una esfera achatada por los polos, con una diferencia de tan sólo 43 km entre el diámetro mayor (ecuatorial) y menor (polar). Posteriormente, los trabajos de Gauss y Helmert llevaron a que la Tierra es propiamente un *geoide*, una figura definida por el potencial gravitatorio, que podríamos representar como la superficie de los mares en calma, prolongada bajo los continentes. Se considera, a efectos prácticos, que la Tierra es un elipsoide cuyo radio ecuatorial mide 6.378,16 km. Su radio polar 6.356,77 km y el radio medio 6.367,75 km parámetros aceptados por los principales organismos mundiales (Unión Astronómica Internacional, Sistema Geodésico Mundial, etc.). Lo que no impide que existan grupos minoritarios que, desde el siglo XIX, vuelven a plantear que la Tierra es plana (Sociedad de la Tierra Plana, Flat Earth Society) basándose en pseudociencia y en la creencia en que existen teorías conspirativas de los científicos.

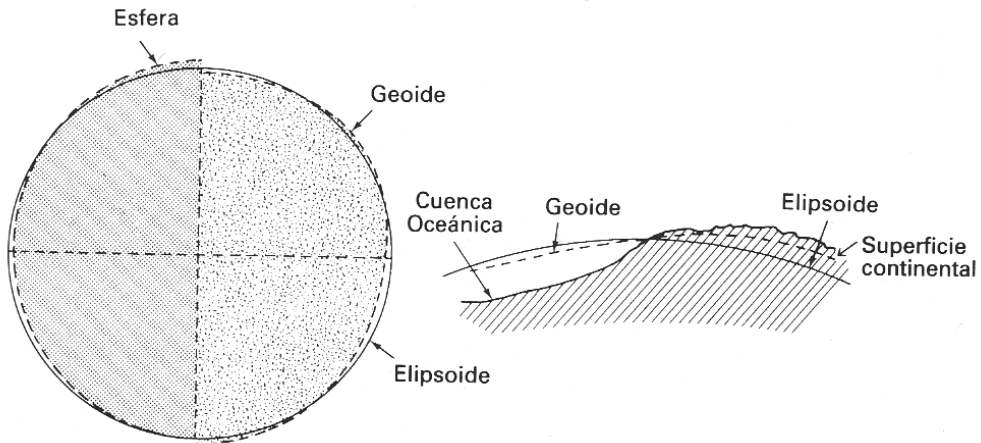


Figura 1.2 Representación de las figuras de esfera, elipsoide y geoide.

1.2. Consecuencias de la esfericidad de la Tierra

El hecho de que la Tierra tenga forma esférica tiene grandes repercusiones para la vida en el planeta:

- Condiciona la forma en que la superficie recibe la energía, dado que los rayos solares, al incidir sobre una superficie curva, tienen distinto grado de inclinación, lo que hace variar la energía recibida en cada zona.
- La forma esférica, junto con los movimientos que la Tierra realiza y que veremos en el siguiente apartado, es responsable de gran parte de las características físicas de la Tierra (además de las debidas a la configuración del relieve y la existencia de la atmósfera).
- Permite trazar sobre la superficie terrestre una red imaginaria de líneas curvas, que se cortan en ángulo recto (meridianos y paralelos), que hace posible situar de forma exacta cualquier punto sobre la superficie terrestre.

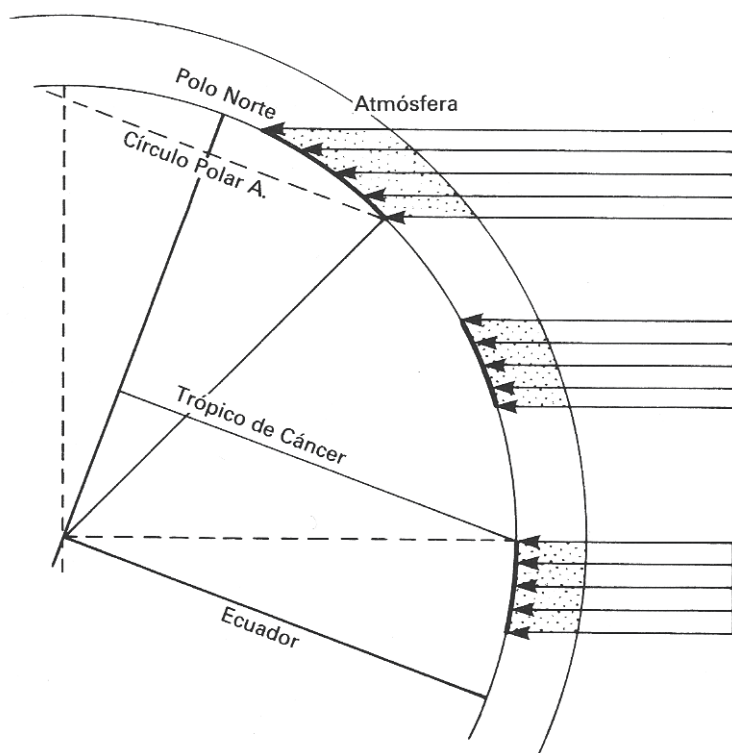


Figura 1.3. Incidencia de los rayos solares sobre la superficie esférica de la Tierra.