

ALMERÍA

FACTORES FORMADORES Y SUELOS

Mariano Simón Torres (Ed.)

Carlos Domínguez



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Servicio de Publicaciones

ALMERÍA
FACTORES FORMADORES
Y SUELOS

ALMERÍA

FACTORES FORMADORES Y SUELOS

Mariano Simón Torres (Ed.)

EQUIPO REALIZADOR:

Carlos M. Asensio Grima
Yolanda Cantón Castilla
Inés García Fernández
Carlos Gil de Carrasco
Francisco Gómez Mercado
Sergio de Haro Lozano
F. Javier Lozano Cantero
Fernando del Moral Torres
Raúl Ortega Pérez
Cecilio Oyonarte Gutiérrez
Marina Pardo Martínez
Manuel Salvador Ramón
Juan A. Sánchez Garrido
Sebastián T. Sánchez Gómez
Miguel Soriano Rodríguez

**ALMERÍA
2005**

Almería. Factores formadores y suelos.

© *del texto*: Los autores.

© *de la edición*: Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones.
Almería, 2005.

ISBN: 84-8240-767-8

Depósito legal: AL-268-2005

Imprime: ESCOBAR IMPRESORES, S.L. - EL EJIDO (Almería)

ÍNDICE

La provincia de Almería	9
Clima	11
Actuación antrópica	17
Vegetación	21
Tectónica	29
Geología	32
Geomorfología	42
Suelos	49
Unidades cartograficas	50
Unidades taxonómicas	64
Mapa de suelos	71
Fuentes consultadas	73

*¡Qué sequía, mare mía...!
y de pronto llueve a mares,
arrancándonos las tierras,
y dejando los pesares.*

Coplilla popular

LA PROVINCIA DE ALMERÍA

Los trabajos del ingeniero de minas belga Henri Siret (1878) llevaron al descubrimiento de una cultura hasta entonces desconocida que convivió con los primeros pobladores de la península (íberos y celtas). Nos referimos a la de los habitantes del poblado de Los Millares (Santa Fé de Mondújar, Almería). El grado de desarrollo técnico y cultural que alcanzaron pronto sobrepasó los límites de sus murallas y se extendió por todo el sur y levante peninsular. Descubrieron la utilidad del metal que dio nombre a su época (La Edad del Cobre). Las últimas dataciones aportadas por el ^{14}C , han demostrado que Los Millares existieron en fecha muy anterior a las primeras estimaciones del profesor Siret, por lo que la aparición de la metalurgia en esta zona tendría una explicación local gracias a la existencia y desarrollo de una cultura previa, *La Cultura de Almería*, unos 3000 años a.C. En 1931 fue declarado como Monumento Histórico Artístico, dando incluso nombre a una cultura específica, la de *Los Millares*. Algunas de las observaciones y conclusiones realizadas a partir del estudio de estos asentamientos, indican que el Río Andarax era navegable desde Los Millares hasta su desembocadura en el Mar Mediterráneo, en una época mucho más húmeda que la actual, como consecuencia de las importantes masas forestales existentes en aquel entonces.

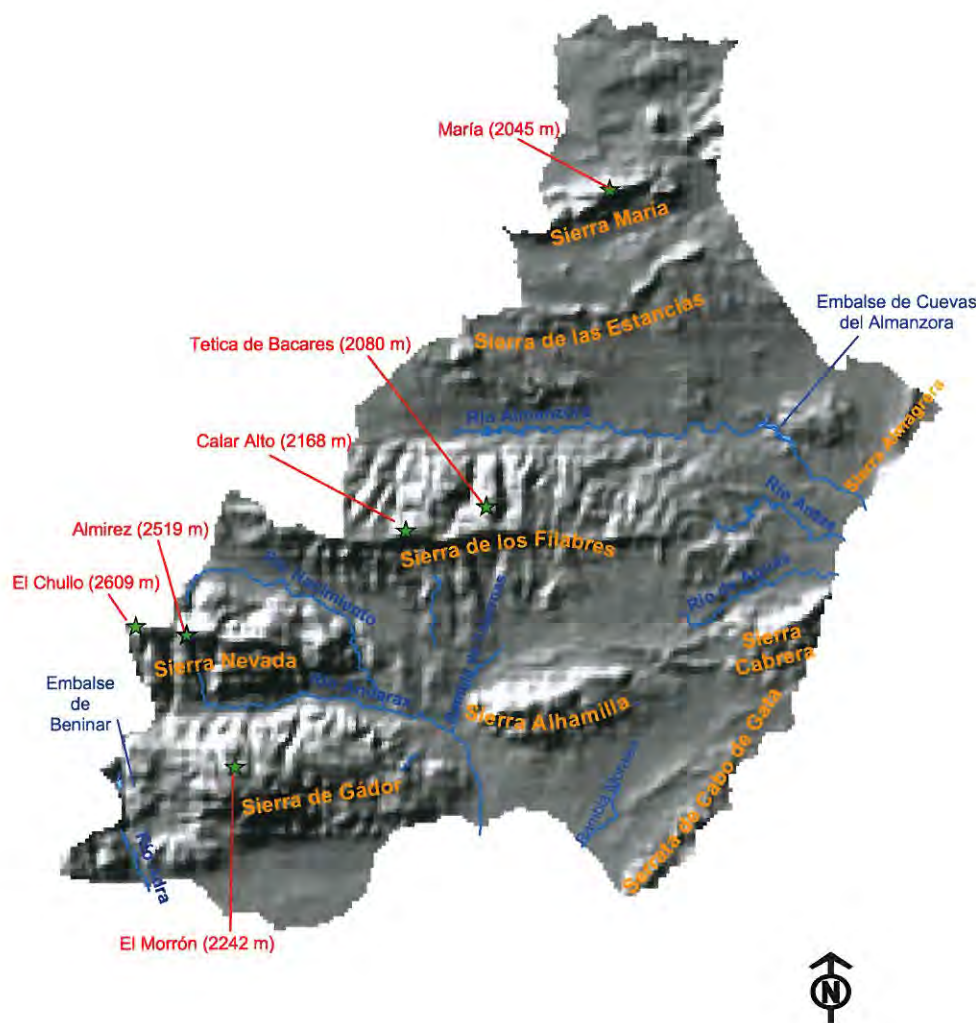


Fotografía 1. Fotograma aéreo de Los Millares.

Su situación en el extremo sureste de la península, claramente estratégica para las comunicaciones desde el mediterráneo oriental, configuró muchas de las características de Almería. En época romana constituía ya el límite entre las provincias Bética y Tarraconensis: *post Baeticae Finem* y *Tarraconensis caput*, fueron algunos de los términos utilizados. Esta situación entre el poniente y el levante ha confundido a muchos historiadores a la hora de situar el nombre y la descripción de este lugar, para el que en la actualidad es admitido el *Portus Magnus* romano descrito por Ptolomeo en atención al puerto romano que existía. Si para Roma fue un nexo con el mediterráneo, en época árabe se construye la primera fortificación, que constituye el primer puerto defensivo utilizado hasta la dinastía Omeya, denominado *Meria Albahri* (espejo del mar), nombre del que procede el actual *Almería*.

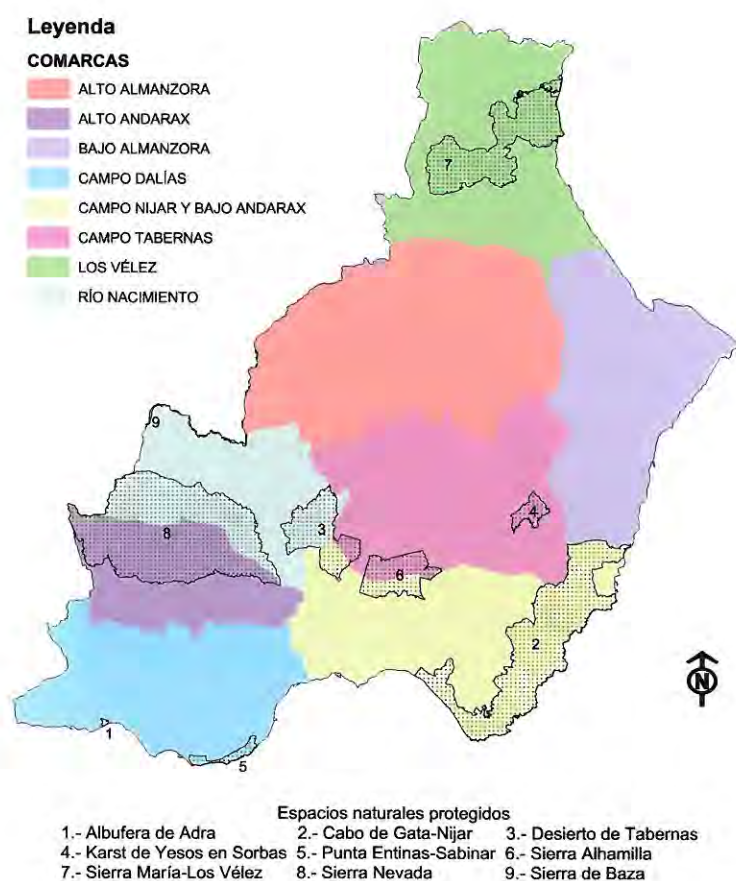
La provincia de Almería que hoy conocemos, fue creada por un primer decreto de las Cortes de 27 de enero de 1822, pero desapareció con los trastornos políticos de 1823, perdiendo sus privilegios, y el territorio entró otra vez a formar parte del antiguo reino de Granada. Fue el 30 de noviembre de 1833 cuando nuevamente se decreta su división administrativa, adjudicándosele entonces los mismos límites que en el decreto de 1822 y que se han mantenido hasta la actualidad, (Madoz, 1845).

Como se ha dicho, la provincia de Almería se localiza al sureste de la Península Ibérica. Con una población global de 536.731 habitantes, está ubicada entre las latitudes 37°52' y 36°40' y las longitudes 1°37' y 3°07'. Se trata de una de las provincias más montañosas de España, a pesar de lo cual es conocida fundamentalmente por sus playas. Entre sus accidentes orográficos caben destacar las sierras de Gádor, Los Filabres, Alhamilla, Cabrera, Almagrera, de María y de las Estancias, sin olvidar las estribaciones de Sierra Nevada que se adentran por el extremo oeste de la geografía provincial. Estas sierras elevan el territorio más allá de los 2000 metros de altura, como es el caso de los picos del Chullo (2609 m.s.n.m), Almirez (2519 m), El Morrón (Punta del Sabinar) (2242 m), Calar Alto (2168), Tetica de Bares (2080) y María (2045). Su superficie total es de 8774 km², limitados por un perímetro de 532 km de los cuales 219 km son de costas con una accidentada orografía y una cierta uniformidad climática. Comprende un total de 103 municipios que se agrupan en las siguientes ocho comarcas agrarias: Los Vélez, Alto Almanzora, Bajo Almanzora, Río Nacimiento, Campo de Tabernas, Alto Andarax, Campo de Dalías y Campo de Níjar-Bajo Andarax.



Mapa 1. Mapa físico de la provincia de Almería

Está surcada por multitud de ríos y riachuelos que, a medida que se acercan a la costa, se convierten en ramblas cuyo cauce marcha seco la mayor parte del año. Los ríos más importantes son el Andarax, que desemboca a las afueras de la capital, el Almanzora que lo hace junto a la localidad de Villaricos y el Río Grande de Adra, así como el Río Aguas, el Antas o la Rambla de Morales. Además, tiene dos grandes pantanos, el de Benínar al oeste y el de Cuevas del Almanzora al este. Por último, hay que destacar que en su territorio se ubican tres Parques Naturales: *Cabo de Gata-Níjar* (33.663 ha), *Sierra María-Los Vélez* (22.500 ha) y *Sierra Nevada* (53.500 ha en total, la mayor parte en la provincia de Granada), cuatro Parajes Naturales: *Desierto de Tabernas*, *Karts de Yesos de Sorbas*, *Punta Entinas-Sabinar* y *Sierra Alhamilla*, y dos Reservas Naturales: *Albufera de Adra* y *Punta Entinas-Sabinar*.



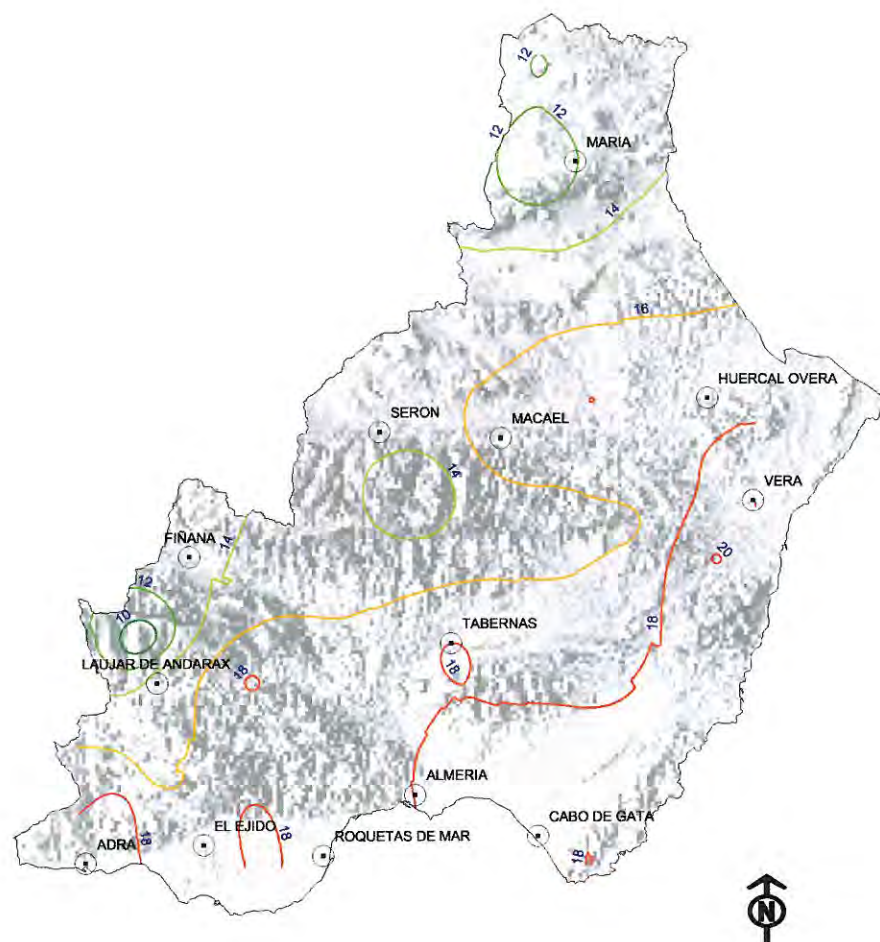
Mapa 2. Comarcas agrarias y espacios naturales protegidos

Clima

La característica mas acusada del paisaje natural almeriense, a primera vista, es la de su aridez. La aridez no es un hecho insólito en el clima mediterráneo sino la norma, de forma que Almería es sólo un caso relevante en el ecosistema mediterráneo. En su conjunto, el clima se define como subdesértico, mediterráneo, cálido y seco. Entre sus características más destacables está su cielo despejado y luminoso (insolación media anual entre 3000 y 3600 horas de sol y nubosidad de 35 días al año), con veranos cálidos e inviernos templados. La pluviometría es escasa, siendo en algunos puntos del Cabo de Gata el lugar donde menos llueve de España (≈ 125 mm) y el desierto de

Tabernas el único desierto, técnicamente, del continente europeo. Si bien las temperaturas medias anuales se encuentran entre los 22°C del verano y los 12°C del invierno, dadas las grandes variaciones de altitud estas temperaturas presentan un rango relativamente amplio. Así, mientras que en Cabo de Gata las temperaturas medias anuales se mueven en la franja de 12,3°C a 24,8°C, en Bacaes, a 1213 metros de altitud, lo hacen entre los 4,4°C y 19,2°C.

Las temperaturas medias anuales más comunes van desde los 18°C de la zona costera a los 16°C del interior, ascendiendo hasta 20°C en algunas zonas próximas a la población de Vera (este de la provincia), y descendiendo hasta 10°C en las zonas más elevadas de la Sierra Nevada almeriense (Chullo y Almirez) y hasta 12 °C en algunos puntos de los Filabres (Calar Alto) y en Sierra de María.

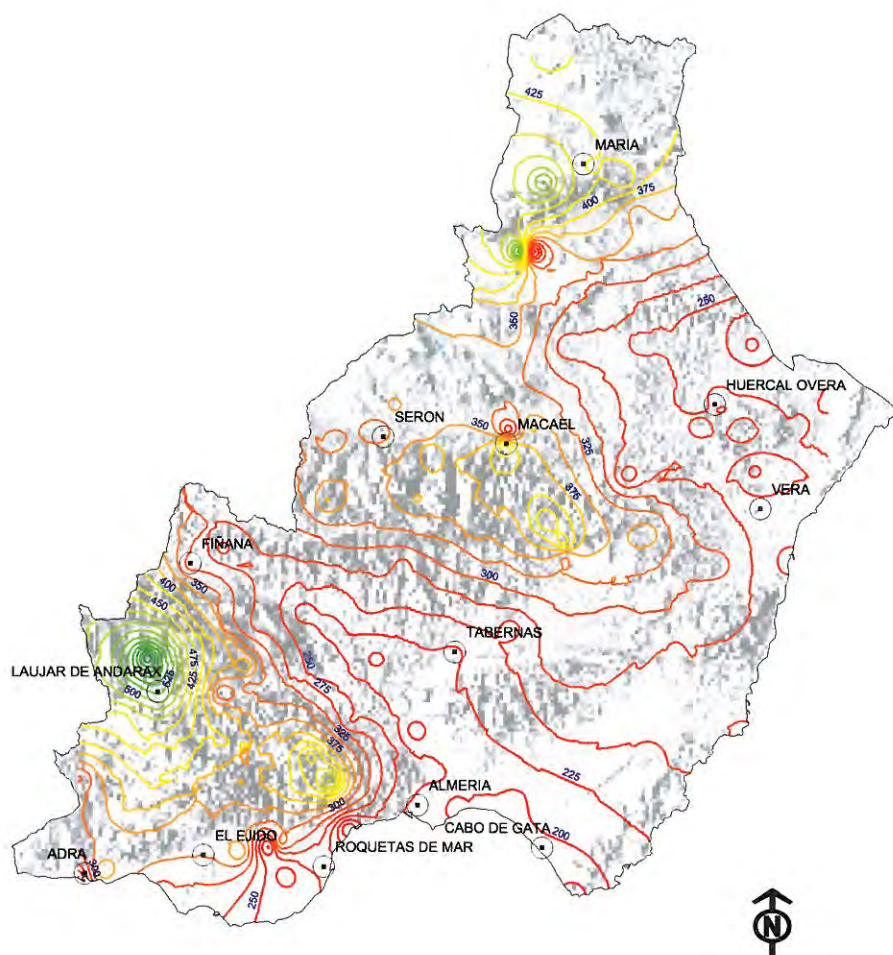


Temperatura en grados Celsius

Mapa 3. Temperaturas medias de la provincia de Almería

Con respecto a las precipitaciones medias, también se aprecian importantes variaciones. En general oscilan entre los escasos 200 mm de Cabo de Gata y los casi 650 mm de la Sierra Nevada almeriense (norte de Laujar de Andarax). Si exceptuamos las zonas más montañosas, dichas precipitaciones están comprendidas entre los 175 mm y los 300 milímetros, con clara tendencia a disminuir hacia la costa, especialmente en

Cabo de Gata. En las áreas montañosas tienden a incrementarse claramente, oscilando entre los 300-400 mm de las sierras de Gádor y Filabres, hasta los 400-550 mm de Sierra María y los más de 550 mm que se dan en Sierra Nevada.



Precipitación en milímetros

Mapa 4. Precipitaciones medias de la provincia de Almería

En cualquier caso, las precipitaciones medias anuales son muy variables y así, durante el pasado siglo, fluctuaron entre 50 mm y más de 500 mm.

Precipitaciones anuales

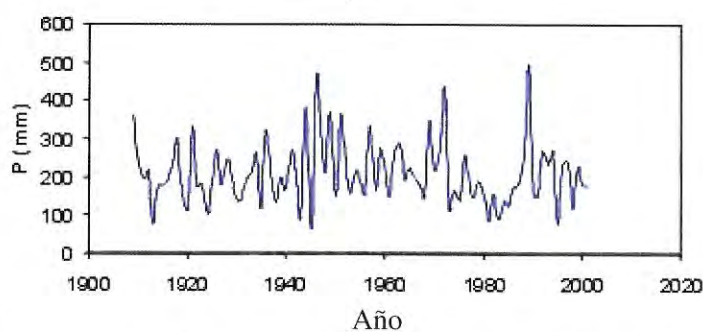


Figura 1. Precipitaciones medias anuales de la Provincia de Almería en el periodo 1900-2000

Las relativamente elevadas temperaturas y las bajas precipitaciones hacen que la mayor parte de los suelos de Almería presenten largos períodos de déficit hídrico. En los casos más extremos del Cabo de Gata (30 m de altitud) dicho déficit se extiende a los 12 meses del año, con una evapotranspiración potencial (940 mm) más de siete veces superior a la precipitación (130 mm). Por el contrario, en las Menas de Serón situadas a 1400 m de altitud, el período de déficit se reduce a 2 meses y medio (desde mitad de julio hasta principios de octubre) y la ETP (600 mm) es sólo 1,5 veces superior a la precipitación (400 mm). Como es lógico, el período de déficit está relacionado con la precipitación y la temperatura medias de cada zona y, en general, cuando las precipitaciones están comprendidas entre 200 y 300 mm y las temperaturas medias entre 16-18°C, el período de déficit de los suelos está comprendido entre 6 y 9 meses al año, siempre en función de la capacidad de retención de agua del suelo. Cuando las precipitaciones son superiores a 300 mm y la temperatura media en torno a 16°C, el período de déficit está comprendido entre 3 y 5 meses; mientras que cuando la temperatura media es inferior a 16°C, el período de déficit suele ser inferior a 3 meses. No obstante, en ningún caso es inferior a 2 meses y medio (desde julio a mediados de septiembre, o desde mediados de julio a finales de septiembre).

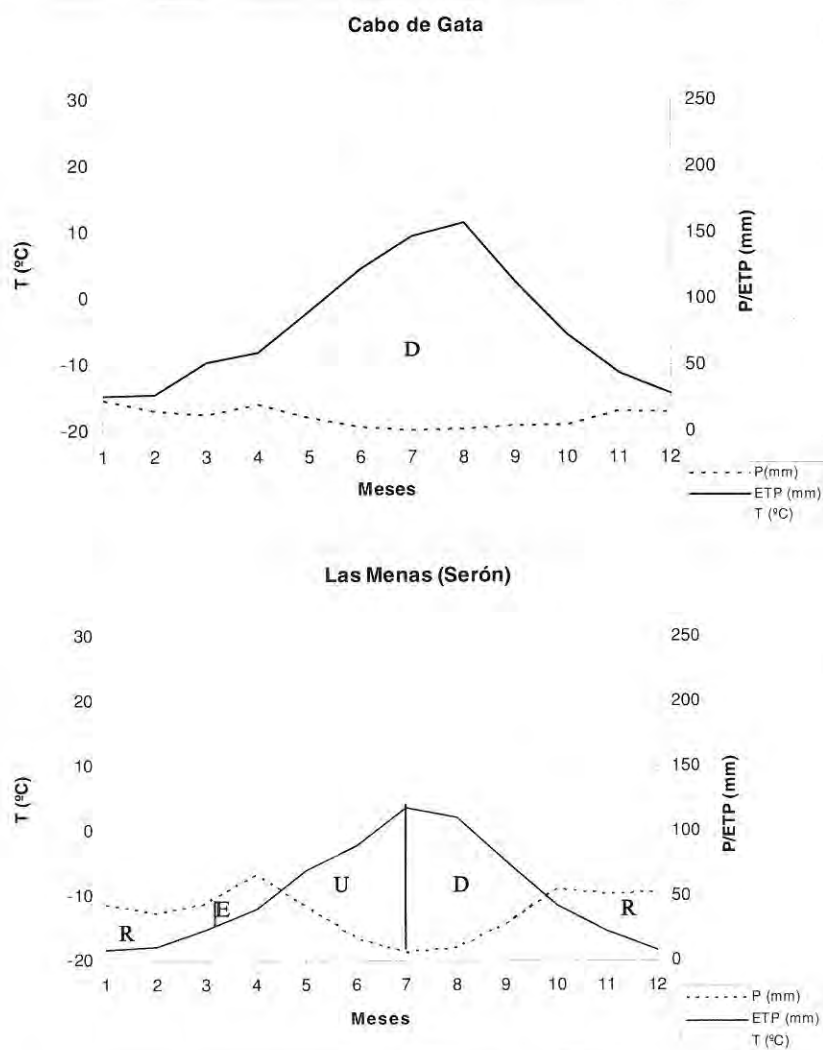


Figura 2. Diagramas climáticos de Cabo de Gata y Las Menas (Serón)
R:recarga; E:exceso; U:uso; D:déficit

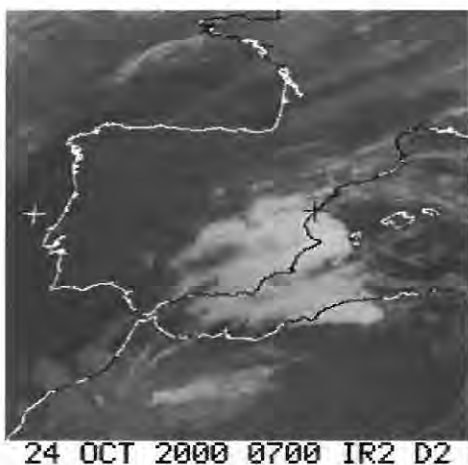
Este volumen de precipitaciones tan escaso es consecuencia de la circulación atmosférica general del mediterráneo. Los vientos húmedos del frente Atlántico (vientos del oeste), como consecuencia de sus movimientos ascensionales a su paso por los numerosos relieves existentes entre la costa atlántica y Almería, van descargando progresivamente la mayor parte de la humedad, hasta llegar a Sierra Nevada, donde terminan por dejar la poca que les queda, de forma que llegan a la provincia de Almería prácticamente secos. Por tanto, las mayores precipitaciones ocurren sin intervención del frente Atlántico, siendo los frentes del Mediterráneo, entre los meses de septiembre y octubre, los que las producen (gotas frías). Este hecho queda evidenciado desde el siglo XVIII por las siguientes referencias:

En Bentarique el río Andarax es de curso perenne, aunque escaso de aguas, especialmente en verano, y su cauce poco profundo, ocasiona frecuentes desbordaciones, contándose entre las más desastrosas las ocurridas en 29 de septiembre de 1790 y 3 del mismo mes de 1830, que causaron los mayores estragos (Madoz, 1845).

En Almería la mañana del 10 de octubre de 1814 se origina una fuerte tormenta y lluvias torrenciales que provocaron el desbordamiento de las ramblas de la Puerta Purchena, Belén, Cruz de Caravaca, Chanca y Alfareros (Echegaray, 1851).

El río tiene frecuentes desbordamientos, la última y mas desastrosa de que hay memoria, fue la ocurrida el 3 de septiembre de 1830, que después de inundar toda la vega, arrastró molinos, árboles, ganados, y aun haciendas enteras (Madoz, 1845).

El 18 y 19 de octubre de 1973, las lluvias torrenciales ocasionaron, además de irreparables pérdidas humanas, la desaparición de cultivos, afectando gravemente a poblaciones que se asentaban en los márgenes o cauces de las ramblas. En esta ocasión rebasaron en algunas zonas los 100 mm, destacando Murtas con 350 mm y Zurgena con 600 mm durante el día 19.



Fotografía 2. Instalación de gota fría el 24 octubre de 2000



Fotografía 3. Desbordamiento de la Rambla de Almería en el cruce de Obispo Orberá (septiembre de 1989)

Con respecto a los vientos, la provincia de Almería es uno de los enclaves con mayor número de días de viento registrados a lo largo del año (Viedma Muñoz, 1998). El régimen de vientos es de carácter estacional, siendo la dirección N la que predomina desde noviembre a febrero, con un máximo durante el mes de diciembre, y las direcciones E y SW las predominantes en los meses de junio, julio y agosto, con un máximo en el mes de julio.



Fotografía 3 bis. Desembocadura del río Andarax en punta de avenida

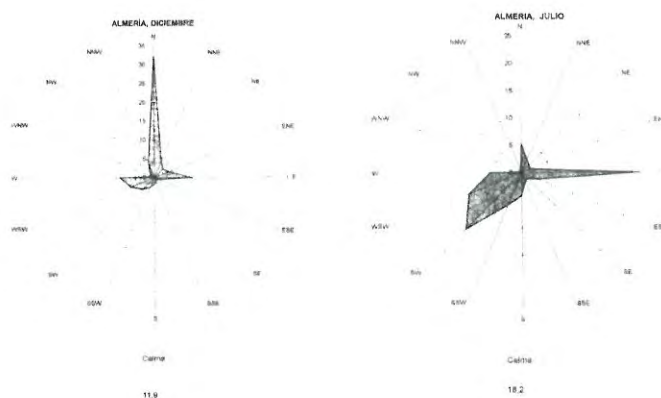


Figura 3. Frecuencia de las direcciones del viento en diciembre y julio en la Provincia de Almería. (Viedma Muñoz, 1998)



Fotografía 4. Sierra de Gádor, vista desde Almerimar (El Ejido), el 6 de marzo de 2005, al tiempo de escribir estas líneas

Actuación antrópica

El consumo de madera, matas y esparto en la Provincia de Almería ha sido incesante a lo largo de la historia. Ya en el siglo XII, el viajero Al-Idrisí se sorprendía de la falta de vegetación en las proximidades de Almería cuando manifestó “*como si se hubiera cribado la tierra*”. No obstante, los análisis de vegetación indican que el pino y el acebuche formaban bosquecillos en las laderas meridionales y soleadas de los conjuntos montañosos de la provincia. La encina abundaba en las Sierras Cabrera y Gádor, donde aparecía también el quejigo. Madroños y sauces existían en casi todos los conjuntos montañosos.

La extensión de los cultivos, y la consiguiente modificación de la vegetación natural, se inició durante la cultura de Los Millares, hace unos 6000 años. Durante la época romana tuvo lugar un nuevo empobrecimiento de la capa arbórea, con la casi total desaparición de encinas, cipreses y avellanos, y el paralelo aumento del lentisco y del pino. Con un clima semejante al actual, las prácticas agropecuarias y, sobre todo, mineras de la época debieron de deforestar importantes zonas de la provincia.

Con el objetivo de mantener una de las flotas mas importantes de Europa, el 7 de diciembre de 1748, Fernando VI promulgó *La Real Ordenanza de Montes para la Cría, Conservación, Plantíos y Corta*. En dicha ordenanza, la marina se adscribía todos los montes que se encontraban a menos de 25 leguas de las costas (138 km), superficie que en 1808 se amplió a los montes que contasen con maderas de interés para la Marina o que estuviesen en la cabecera de ríos cómodos para el transporte de madera. La actual provincia de Almería se dividió entre el Departamento de Marina de Cádiz, que abarcaba casi todo el territorio andaluz, y el Departamento de Marina de Cartagena que, partiendo del Cabo de Gata, abarcaba el levante español.



Figura 4. Detalle de la provincia de Almería en el Departamento de Marina de Cádiz. Cabo de Gata pertenecía al de Cartagena (Joseph Espelius, 1765)

Desde ese momento, la Marina era el único organismo capacitado para contar, marcar y cortar los árboles en su jurisdicción, quedando los particulares obligados a pedir permisos para cualquier corta o aprovechamiento de la madera. Se contaron casi 11 millones de árboles, clasificándolos por especie (encinas, álamos, nogales, fresnos, almeces, sauces, olmos, carrascas, robles, pinares, quejigos, madroños, alisos, acebuches y serbales) y edad (nuevos, crecidos y viejos).

	Nuevos	Crecidos	Viejos	Total
Encinas	37379123	188507	1670466	63594653
Álamos Chap.	7258	13913	18	8657
Álamos blan.	7233	8127	507	115424
Nogales	8336	8828	587	15251
Carrascas	25677	892	5133	3373
Almeces	2825	2502	5161	43473
Sauces	215	888	5	3837
Olmos	5	83	5	83
Carrascas	1871	18598	1803	30738
Robles	8688	82	513	1845
Álamos neg.	48878	8824	8387	59523
Pinares	33918786	146891	255	48979386
Quejigos	87	28891	28414	575
Madroños	8	68	5	63
Alisos	818	814	5	8112
Acebuches	8	188	5	188
Serbales	8	8134	5	8134
Total	6.669.696	2.697.808	1.683.911	10.949.915

Figura 5. Resumen del arbolado de la Provincia de Almería (Joseph Espelius, 1765)

A mediados del siglo XVIII, los bosques de Almería eran aún importantes. Así, en la ladera meridional de la Sierra de Gádor se habla de medio millón de encinas y varios miles de madroños, mientras que en Los Vélez se cuentan unos 200.000 pinos. En general, los señores guardaron bien sus bosques hasta la llegada del estado liberal. En 1841 se subastaron 243 fanegas de pinar en Oria, pertenecientes a los bienes secuestrados del Marqués de Villafranca, con un valor de 94.129 reales. Los bosques de Lúcar, Sierro y Suflí sufrieron un largo litigio entre las poblaciones y el Marqués de Ariza, disponiendo El Consejo de Estado en 1859 que la tierra era de los vecinos mientras que los árboles lo eran del Marqués. No es necesario mencionar las consecuencias de esta decisión.

A partir de la segunda mitad del siglo XVIII se produjo el asalto a los baldíos y terrenos comunales incultos que fueron privatizados para su puesta en cultivo. El desastre no tardó en ser advertido, así el alcalde de Dalías (1788) se expresa en estos términos, “con motivo de que de algunos años a esta parte no ha quedado cerro ni maleza que no se haya metido en labor, las lluvias han arrasado y cubierto de escombros las haciendas de sus riberas”. Por desgracia, esto no evitó cortas, talas e incendios, que se fueron haciendo cada vez más numerosos desde 1760. A finales del

siglo XVIII, Almería presentaba problemas en el abastecimiento de carbón de encina. Los árboles eran talados sistemáticamente en la sierra de Félix a inicios del siglo XIX. Las diligencias por corta de robles, álamos y, sobre todo, encinas en Sierra de Gádor se activaron en 1804.

La pérdida de las colonias americanas y de sus ricas explotaciones mineras, dio lugar a la búsqueda de nuevos recursos que compensaran el desastre, siendo la minería del plomo del sureste español la que, en principio, se incentivó para equilibrar el déficit patrimonial. El 3 de noviembre de 1817, se estableció el decreto por el cual se regula el desestanco del mineral de plomo de la Sierra de Gádor. El éxito fue tal que llegó a hundir temporalmente los mercados europeos de la época, y el 4 de junio de 1825 se estableció la Real Orden por la cual se dictaminaba el ordenamiento de toda la minería de España, y que a la postre constituiría la base de la moderna legislación minera.

La minería del plomo despegó con toda su fuerza en 1820 y en pocos años acabó con cualquier vestigio de árbol o matojo en las sierras almerienses. El proceso fue imparable, en apenas treinta años se labró la mayor parte de Sierra Cabrera y se destruyeron sus bosques, entre los que sobresalían los alcornocales. En 1834, los bosques se daban literalmente por arrasados en la provincia, pero aún quedaban troncos y raíces, llegando incluso a subastarse las cepas de encinas. Aun sin árboles ni raíces, el arranque de la vegetación prosiguió y así: *no teniendo ni madera ni hulla, las zarzas, matas y espartos servían de combustible*.

La minería almeriense experimentó un nuevo auge cuando Andrés López (alias *El Perdigón*), en 1838, descubrió una veta de galena argentífera en el Barranco del Jaroso (mina del Carmen). El esplendor fue tal que algunos mineros alardeaban, con motivo de sus nupcias, de haber solado el patio con duros de plata, tal y como relata D^a Isabel Álvarez de Toledo.



Fotografía 5. Zona minera del Barranco del Jaroso en 1880

Los efectos producidos en la superficie arbolada de la provincia de Almería por el desarrollo de todas estas actividades mineras, quedan patentes en las descripciones de Pascual Madoz (Diccionario Geográfico de 1845), como muestra seleccionamos y reproducimos literalmente algunas de ellas:

En Adra:

- *Los boliches y fábricas de fundición de alcoholes han apurado las leñas, y no han quedado mas que algunas alamedas en el río.*

En Sierra Almagrera:

- *La multitud de hornos que arden continuamente en los numerosos establecimientos metalúrgicos, sirven con sus inmensas columnas de humo y el resplandor de las llamas, de faro a los navegantes en medio de la oscuridad de la noche.*
- *Ha sido necesario introducir en las minas obras de mampostería, porque resulta mas barata que la entibación; tanto mas cuanto que ha desaparecido el arbolado hasta el de olivos, por haberlo empleado en el combustible de las fundiciones.*

En Almería:

- *En toda su extensión no se encuentra un árbol ni un arbusto, ni la mas pequeña planta combustible, porque todas sus antiguas y abundantes provisiones se han consumido.*
- *No hay ninguna clase de arbolado mas que escasos frutales especialmente higueras; el monte que existe es bajo, sin encinas ni chaparros, el carbón se conduce del partido de Gérgal.*

En Gádor:

- *El combustible del monte alto y bajo ha desaparecido casi enteramente, por el consumo en las minas y fábricas.*

En Beires:

- *El famoso encinar que había en la sierra del término, ha sido consumido en las fábricas plomizas y de hierro que hay en las inmediaciones, escaseando hasta el monte bajo que con tanta abundancia cría el terreno.*

En Berja:

- *Las minas que se explotan en ella son muchas, ha desaparecido el grande encinar y hasta el monte bajo, hallándose en la actualidad toda pelada, a excepción de la dehesa de Berja y el coto de Dálias.*
- *Las fábricas de fundición muchas de las cuales están arruinadas y otras paradas por falta de leñas.*

En Sierra Cabrera:

- *Aunque no hay árboles maderables o monte alto, porque este ha sido destruido, el bajo es muy considerable de muchas clase de arbustos, que sirven para el carboneo, y el esparto para la fabricación.*

En Cobdar:

- *El hermoso pinar y carrascal que existía hace pocos años, se halla casi destruido.*

En Dalias:

- *Poseía esta villa en la Sierra de Gádor, un dilatado encinar, pero de algunos años acá ha desaparecido por las frecuentes cortas que se han hecho, y por el consumo de las minas y fábricas de fundición de alcoholes.*

En Gérgal:

- *Sus sierras estuvieron pobladas de encinas, pero en la actualidad han desaparecido casi totalmente en las de Baza y Alhamilla*

En Purchena:

- *La sierra contenía bastantes carrascales y pinares maderables, de combustible y carboneo, pero en la actualidad solo se ve en algunos puntos.*

El resultado final fue que, después de casi una centuria de explotaciones, los yacimientos se agotaron, dejando un espacio social totalmente desestructurado y con sus recursos muy dañados. Las roturaciones para nuevos cultivos iniciadas a finales del siglo XVIII, unidas a las talas de la minería del siglo XIX y al régimen torrencial de lluvias de esta provincia (Madoz, 1845), afectaron gravemente a uno de los ecosistemas mediterráneos más frágiles que existen en la península y que estaba en equilibrio con las condiciones heredadas del Cuaternario. Así, Jean Tricart (1994) opina que, en base a la dinámica glaciaria que afectó al macizo de Sierra Nevada, la circulación atmosférica general del mediterráneo no ha sufrido cambio alguno hasta la actualidad; es decir, de igual forma que los vientos húmedos del Atlántico durante el Cuaternario abastecieron a los glaciares nevadenses, este frente Atlántico ha continuado activo hasta nuestros días.

Por tanto, las variaciones de orden climático que se han dado (a nadie se le escapa la clara disminución de la cantidad de nieve de nuestras sierras), no pueden justificar por sí solas el avanzado estado de degradación tanto de sus suelos como de su cobertura vegetal y, por el contrario, sí que indican que el proceso degradativo fue iniciado por la sucesión de continuadas e intensas actuaciones de tipo antrópico en un ecosistema muy frágil.

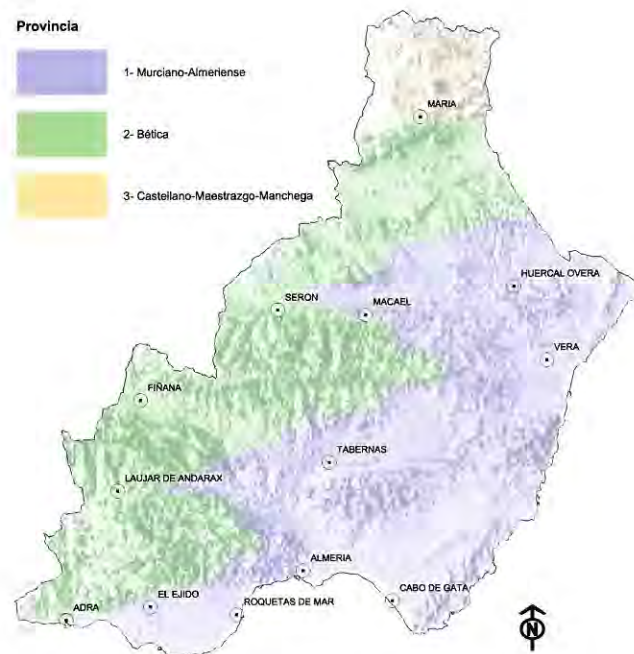
Hoy día, los restos de este desaparecido arbolado lo constituyen algunos de los árboles singulares que quedan, como la sabina de Chirivel.



Fotografía 6. Sabina singular de 600 años en Chirivel

Vegetación

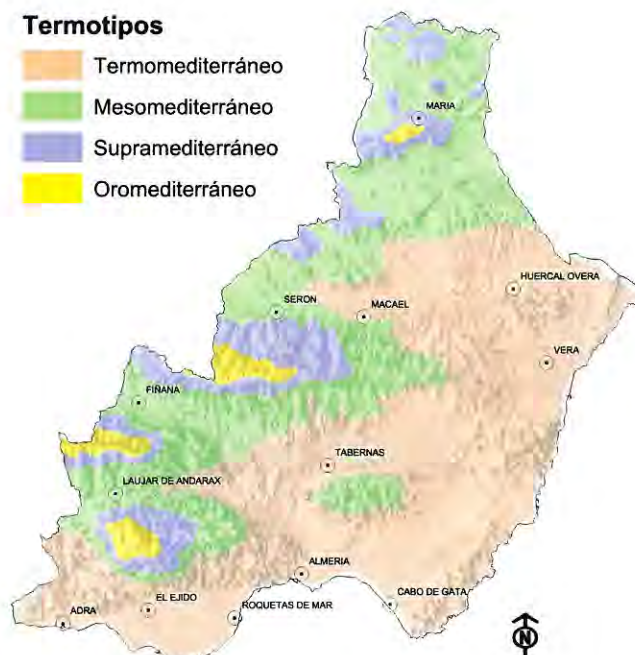
En la provincia pueden distinguirse 12 series climatófilas, algunas de las cuales (la del roble melojo y la del quejigo) son extremadamente puntuales, por lo que no serán tratadas independientemente. Además, destacan tres complejos de vegetación edafoxerófilos y dos edafohigrófilos, de especial importancia.



Mapa 5. Mapa corológico de la provincia de Almería

Serie termomediterránea bético-algarviense y tingitana seco-subhúmeda basófila de la encina (1): *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae sigmetum*. Representada en la zona basal de gran parte de la Sierra de Gádor. La formación climácica es un encinar o carrascal termófilo, que cuando está bien estructurado presenta un estrato arbóreo integrado exclusivamente por la encina, un estrato arbustivo con acebuches, lentiscos, etc., otro trepador, y un último estrato herbáceo en el que destaca por su constancia, abundancia y significado ecológico (termofilia) *Arisarum vulgare*. En sus etapas de degradación puede reconocerse un bosque (lentiscar), o formaciones retamoides dominadas por *Genista spartioides* (paláin). Los espatales y el tomillar-romeral expresan una mayor degradación, por lo general acompañada de la erosión del suelo. Entre las especies de estos matorrales destacan algunos endemismos como *Salvia candelabrum*, *Sideritis foetens* o *Thymus baeticus*.

Serie mesomediterránea bética-marianense y araceno-pacense seco-subhúmeda basófila de la encina (1): *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae sigmetum*. También en este caso el bosque cabeza de serie es un encinar, pero difiere notablemente del anterior por su composición florística, en la que faltan los elementos termófilos, al tiempo que se enriquece en otros. Si la alteración no es muy intensa, puede aparecer una etapa subserial con aspecto de bosque (coscojar). Sin embargo son mucho más frecuentes las comunidades arbustivo-retamoides de retama (*Retama sphaerocarpa*) y genista (*Genista speciosa*). Mientras que los espatales no difieren grandemente de los anteriores, ni aún en su composición florística, los romerales se enriquecen en algunas especies como *Lavandula lanata* o *Thymus membranaceus*. Al igual que la anterior, esta serie se encuentra mejor representada en la Sierra de Gádor, que fue objeto en el pasado de una fuerte intervención humana (minería, pastoreo, carboneo, etc.), por lo que apenas quedan algunos rodales de encinas, o ejemplares aislados, testimonio de lo que fueron estos bosques. También aparece en Sierra María, Sierra de las Estancias y en los pequeños enclaves mesomediterráneos calcáreos de Sierra Alhamilla.



Mapa 6. Termotipos de la provincia de Almería

Serie supramediterránea bética basófila de la encina (1): *Berberido hispanicae-Querceto rotundifoliae sigmetum*. Ocupa esta serie los enclaves calizos que corresponden al piso supramediterráneo, en las sierras de Gádor, María, Filabres y las Estancias. También en este caso el bosque es un encinar pero, a diferencia de los mesomediterráneos, en su cortejo son frecuentes las especies caducifolias, por lo general espinosas. Este hecho es aún más notorio en la etapa subserial, dominada por *Berberis hispanica* (agracejo) como consecuencia del frío y de la mayor cuantía de las precipitaciones. El resto de las etapas son también diferentes a las de otros encinares. Las formaciones retamoides cuentan con el endémico *Cytisus reverchonii*, las formaciones de esparto son reemplazadas por las de *Festuca scariosa* (lastón), mientras que el matorral serial está presidido por *Salvia lavandulifolia*, *Lavandula lanata* y *Echinopartum boissieri*. En enclaves favorecidos microclimáticamente pueden aparecer bosques caducifolios dominados por quejigos (*Quercus faginea*) y arces (*Acer granatensis*, *A. Monspessulanum*), acompañados de arbustos como *Lonicera arborea*, *Crataegus monogyna*, *Amelanchier ovalis*, etc. Se trata de un fenómeno semejante al relatado en el caso de los encinares nevadenses y los melojares.

Serie mesomediterránea manchega y aragonesa seco-subhúmeda basófila de la encina (2): *Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum*. Esta serie alcanza de forma finícola el extremo norte de la provincia de Almería, en los llanos de Topares y en la cara septentrional de la Sierra de María, penetrando también por el pasillo de Chirivel (entre Sierra María y la Sierra de las Estancias). La comunidad climácica sería un encinar muy similar al anterior, pero con la ausencia de los elementos béticos. Lo mismo puede decirse de sus etapas sustitutivas, aunque probablemente sea en el matorral serial, dominado por *Genista pumila* subsp. *mugronensis* donde el cambio sea

más aparente. La presencia esporádica de alguna sabina albar (*Juniperus thurifera*) también pone de manifiesto la influencia manchega de estos territorios almerienses.



Mapa 7. Ombrotipos de la provincia de Almería

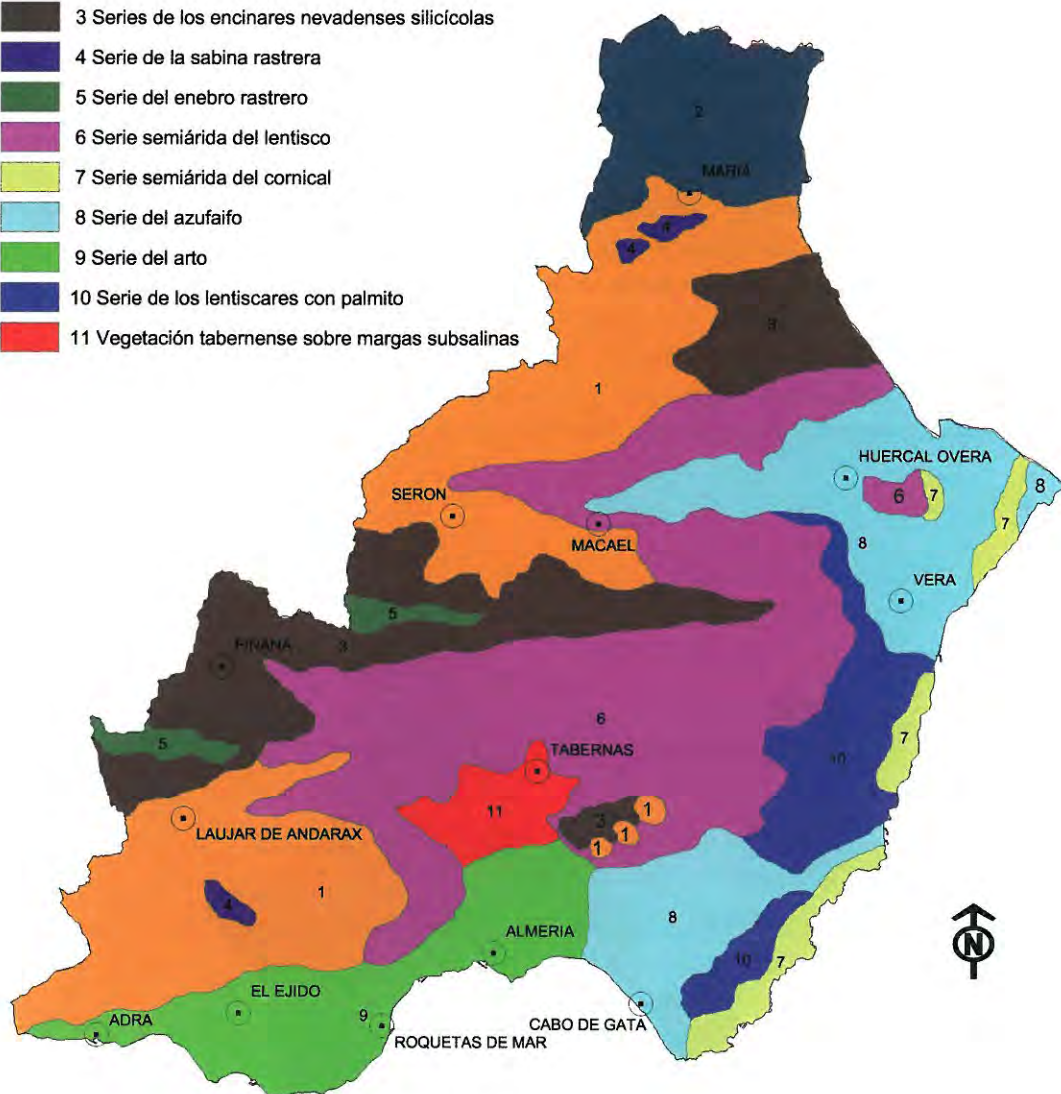
Serie supra-mesomediterránea filábrico-nevadense seco-subhúmeda silicícola de la encina (3): *Adenocarpus decorticans-Querceto rotundifoliae sigmetum*. Se extiende por los pisos meso y supramediterráneo del Sector Nevadense (Sierra Nevada y Sierra de los Filabres), y de forma puntual por las cumbres esquistas de Sierra Alhamilla. Al estar presente en dos pisos bioclimáticos pueden distinguirse dos aspectos o facieses de la serie. En el piso supramediterráneo son frecuentes, en las etapas de degradación, especies como *Adenocarpus decorticans* (rascal), *Festuca elegans* (lastonar) o *Cistus laurifolius* (jaral). En la facies mesomediterránea, estos táxones ceden su predominio a favor de *Retama sphaerocarpa* (retamal), *Stipa tenacissima* (espartal, sólo en los extremos más secos y transicionales) y *Cistus ladanifer* (jaral pringoso). En Sierra Nevada quedan restos de estos bosques con alguna entidad, lo cual ocurre con mucha menos frecuencia en Sierra de los Filabres. En el seno de esta serie conceden cierta originalidad al paisaje los cultivos de castaños, árboles caducifolios que con frecuencia se asocian a la serie de *Quercus pyrenaica* (melojo).

Serie oromediterránea bética basófila de la sabina rastrera (4): *Daphno oleoidis-Pineto sylvestris sigmetum*. Restringida a cotas superiores a los 1800 m, en la provincia de Almería se presenta en las sierras de Gádor, María y en pequeños enclaves calcáreos de los Filabres (Tética de Bacares). La etapa madura es un pinar abierto de *Pinus*

clusiana, bajo el cual se desarrolla un manto más o menos continuo de *Juniperus sabina* (sabina rastrera) y *Juniperus hemisphaerica* (enebro rastrero). El espinar se adentra con frecuencia en estas formaciones que nunca crean un ambiente nemoral. Por su parte, el matorral serial tiene un llamativo aspecto almohadillado (*Thymus serpylloides* subsp. *gadorenensis*, *Vella spinosa*, *Erinacea anthyllis*, etc.). Los lastonares de *Festuca scariosa*, junto a los pastizales de *Astragalus incanus* subsp. *nummularioides*, completan el paisaje de la serie. Sobre suelos crioturbados, el pastizal duro de *Festuca hystrix* cubre amplias áreas.

Leyenda

- 1 Serie de los encinares béticos basófilos
- 2 Serie de los encinares manchegos basófilos
- 3 Serie de los encinares nevadenses silicícolas
- 4 Serie de la sabina rastrera
- 5 Serie del enebro rastrero
- 6 Serie semiárida del lentisco
- 7 Serie semiárida del cornical
- 8 Serie del azufaifo
- 9 Serie del arto
- 10 Serie de los lentiscales con palmito
- 11 Vegetación tabernense sobre margas subsalinas

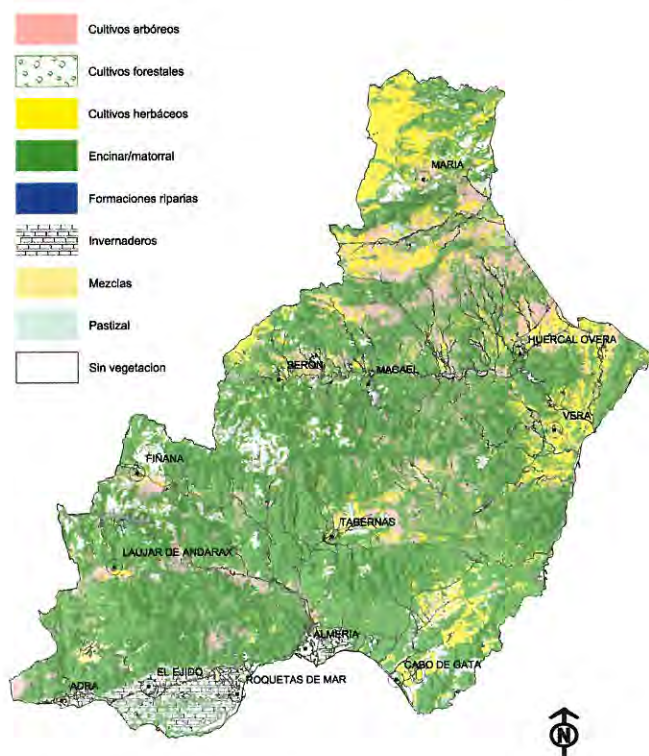


Mapa 8. Series de vegetación de la provincia de Almería

Serie oromediterránea nevadense silicícola del enebro rastrero (5): *Genisto baeticae-Juniperetum nanae sigmetum*. Ocupa la zona cacuminal de Sierra Nevada y Sierra de los Filabres, por encima de los 1800 m de altitud. La comunidad cabeza de serie es un piornal-enebral, que es sustituido por un tomillar-pastizal integrado por numerosas especies endémicas, entre las que se cuenta *Sideritis glacialis*.

Serie termo y mesomediterránea almeriense occidental semiárida del lentisco (6): (*Pistacia lentiscus*): *Bupleuro gibraltarici-Pistacieto lentisci sigmetum*. Ocupa una amplia extensión en Almería, ya que se instala a modo de orla de los grandes macizos montañosos. Podemos detectarla en el extremo oriental de la Sierra de Gádor, rodeando Sierra Alhamilla y en la fachada sur de la Sierra de los Filabres. En la actualidad, dado que las zonas llanas y las depresiones siempre han sido predilectas para la explotación agrícola y ganadera, es difícil encontrar restos significativos de la etapa madura. La degradación de estos lentiscares conduce hasta formaciones retamoides o, con mayor frecuencia, hasta espartales y albaidares.

Serie termomediterránea inferior murciano-almeriense semiárido-árida del cornical (7): *Mayteno europaei-Periploceto angustifoliae sigmetum*. Se extiende por todo el litoral oriental de la provincia y está excelentemente caracterizada en las sierras del Cabo de Gata y Cabrera. La etapa madura es un espinar xerófilo dominado por *Periploca angustifolia*. Como etapas seriales se presentan espartales y tomillares termófilos. En estos últimos aparecen varios táxones endémicos de la familia Labiadas, entre los que destacan los del género *Sideritis* (*S. osteoxyla*, *S. flavovirens*, etc.)



Mapa 9. Vegetación actual de la provincia de Almería

Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárida inferior-árida del azufaifo (8): *Zizypheto loti sigmetum*. Se trata de una de las más complejas y discutidas series de vegetación de la provincia Murciano-Almeriense. Ausente de los promontorios y pequeñas elevaciones con notoria influencia marina, se emplaza en las depresiones rellenas de sedimentos blandos, como la del bajo Andarax, la del Almanzora o la del Campo de Níjar. La comunidad climácica es un espinar denso caducifolio-xerófilo, dominado por *Zizyphus lotus* (azufaifo). Al no recibir, como la anterior, el beneficio de la influencia marina, busca con frecuencia la compensación edáfica. El territorio ocupado por esta serie ofrece el aspecto más desértico del paisaje almeriense, además de por sus propias características, por haber sufrido una intensa actividad antrópica. Desde el punto de vista florístico, el dominio de la serie es de los más ricos en endemismos y especies ibero-mauritanas.

Serie termomediterránea inferior almeriense occidental semiárida del arto (9): *Mayteno europaei-Zizypheto loti sigmetum*. Es una de las series más claramente delimitadas de la provincia. Se extiende por el piedemonte meridional de la Sierra de Gádor. Hacia el este (entre Retamar y Sierra Alhamilla), bajo ombroclima más árido, es desplazada por la del azufaifo. La comunidad de mayor desarrollo es un espinar dominado por *Maytenus senegalensis* subsp. *europaeus* (arto), pero en el que aparecen otros arbustos como *Olea europaea* var. *sylvestris* (acebuche), y otros elementos termófilos. Los cultivos bajo plástico, con su imparable avance por los territorios de esta serie, han borrado casi cualquier resto de dichos espinares. En su degradación se presentan formaciones retamoides, así como espartales y tomillares termófilos.

Serie termomediterránea superior murciano-almeriense semiárida del lentisco (10): *Chamaeropo humilis-Rhamneto lycioidis sigmetum*. Esta serie se encuentra muy extendida en los territorios murciano-almerienses, siendo desplazada por la del cornical en promontorios expuestos a la influencia marina y por la del azufaifo en las depresiones margosas más áridas. El bosquecillo climácico está dominado por *Pistacia lentiscus* (lentisco) y *Chamaerops humilis* (palmito). Por regla general, en la provincia de Almería aparece limitada al termomediterráneo superior.

Para completar la descripción del paisaje vegetal almeriense habría que citar también algunos complejos de vegetación edafoxerófilos (A) o edafohigrófilos (B) que por su extensión u originalidad son dignos de mención:

A.1. Complejo de vegetación tabernense sobre margas subsalinas (11). La depresión terciaria conocida como desierto de Tabernas, presenta un matorral cuyos elementos más significativos son *Anabasis hispanica* y el macroendemismo *Euzomodendron bourgaeum*. Las depresiones más o menos endorreicas albergan comunidades hiperhalófilas, mientras los conglomerados del estrato superior presentan espartales.

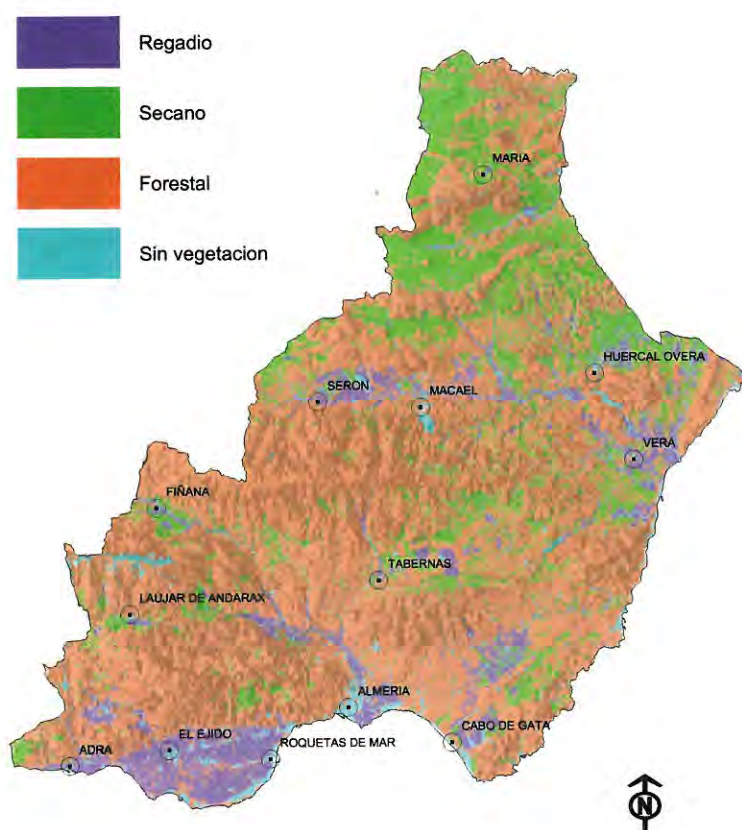
A.2. Complejo de vegetación sobre yesos. Los afloramientos de yesos (Tabernas, Sorbas y Sierra de Cabrera) presentan una vegetación muy peculiar, donde prosperan tomillares ricos en auténticos especialistas (yipsófitos) como *Gypsophila struthium*, *Helianthemum squamatum* o *Lepidium subulatum* e incluso endemismos muy locales como *Teucrium turretanum* o *Helianthemum alypoides*. En las zonas de suelos más profundos como resultado de la alteración de los yesos aparecen espartales y retamales.

A.3. Geoserie litoral psammófila termomediterránea mediterráneo iberolevantina.

La vegetación más desarrollada que podemos encontrar sobre sistemas dunares estabilizados es el sabinar-lentiscar, como el que aún se conserva y da nombre al paraje natural de Punta Entinas-Sabinal, en el poniente almeriense. También aparecen algunas comunidades de arenas, algo menos desarrolladas, en la playa del Cabo de Gata.

B.1. Geoserie edafohigrófila termomediterránea basófila murciano-almeriense y mulullense. Es el conjunto de formaciones vegetales asociados a los suelos encharcables por aguas dulces del sureste (carrizales, espadañales, tarayales e incluso álamos blancos), siempre sometidos a fuertes estiajes. Podemos encontrar algunas de estas formaciones en las Albuferas de Adra, río Aguas, Almanzora, etc.

B.2. Geoserie hiperhalófila termomediterránea murciano-almeriense. Comunidades adaptadas a los suelos encharcables por aguas saladas, más o menos sometidas a estiajes (almajales y tarayales) podemos encontrar en los charcones de Punta Entinas, salinas del Cabo de Gata o en la desembocadura de la rambla de Morales.



Mapa 10. Regadíos-secanos en la provincia de Almería

Los mapas de termotipos (6) y ombrotipos (7), se han realizado utilizando la tipología establecida por Rivas Martínez (1987), al igual que la caracterización biogeográfica de la provincia (mapa 5). Las observaciones de campo con el empleo de táxones bioindicadores, y los datos disponibles de las estaciones meteorológicas de la

provincia constituyen la base para el establecimiento de las diversas unidades. Además, se han tenido en cuenta diversos trabajos (Valle *et al.*, 2003, Mota y Valle, 1987; Mota *et al.*, 1990; Alcaraz *et al.*, 1989, etc.), que incluyen datos de interés. Las series descritas (con superficie significativa a la escala de trabajo) aparecen simplificadas en el mapa correspondiente (8) en once unidades, cuyo numeral coincide con el asignado en el texto. Por último, se incluyen dos mapas (9 y 10), resumidos desde el de Cultivos y Aprovechamientos de la Provincia de Almería, con objeto de que se puedan establecer relaciones entre la vegetación potencial y la actual.

Tectónica

La extrapolación al sur de la Península Ibérica del modelo estructural alpino centroeuropeo, dio lugar al modelo estructural y tectónico que hoy conocemos, y que abarca desde el estrecho de Gibraltar hasta el cabo de la Nao. Dicho modelo es lo que denominamos Cordilleras Béticas. Los estudios recientes confirman la gran complejidad estructural de esta cordillera, afectada por múltiples fases tectónicas que configuraron los diferentes dominios en los que se subdivide.

Los primeros estudios de esta cordillera datan de principios del siglo XX (Nicles, 1902 y Douville, 1906) y, desde el primer momento, se estableció la controversia sobre su estructura y modelo. Los geólogos alemanes y franceses abogaban por la teoría *ultra-mantos* en una *cadena geosinclinal con estructura de cabalgamiento*. Fue Fallot (1918 y 1948) quien asentó las bases actuales de la estructura y tectónica de esta cordillera, las cuales sirvieron de referencia a los posteriores equipos de investigación. A escala continental, las Cordilleras Béticas, junto con el Rif africano,



Figura 6. Situación general de la Bética (Serrano *et al* 2003)(CAF = falla Cádiz-Alicante).

forman el extremo occidental de las cadenas alpinas centroeuropeas y euroasiáticas (Sanz de Galdeano, 1990). Desde el punto de vista tectónico se distinguen dos grandes grupos de materiales, los afectados por la orogenia alpina principal (Zonas Internas y Externas) y los materiales post-orogénicos (Cuencas Neógenas) que se depositaron en cubetas sinclinales y fueron afectados por los últimos episodios de deformación.

Las Zonas Internas, afectadas por la orogenia bética, constituyen plegamientos prealpinos y forman una estructura en mantos de corrimiento de gran envergadura (con vergencia hacia el norte) y plegamientos posteriores durante el Mioceno Inferior que la desplazaron hacia el oeste (Sanz de Galdeano, 1983). Debido a esta estructura de corrimiento, los mantos se superponen uno a otro, con lo que el complejo Nevado Filábride constituye el autóctono relativo sobre el que se superpone el complejo Alpujárride y, sobre éste, el Complejo Maláguide.

Las Zonas Externas constituyeron originalmente los bordes sur y sureste del Macizo Ibérico y estuvieron sumergidas durante la mayor parte del Mesozoico y Terciario. También fueron afectadas por la orogenia bética y presentan una estructura de

cobertera con pliegues y mantos de dirección general NE-SW y vergencia hacia el NW, e intensamente fracturada por fallas normales tanto paralelas como transversales a los pliegues. En el sector de Vélez Rubio y Chirivel la vergencia es en sentido contrario, es decir hacia el sureste.

Hoy día este modelo inicial, centrado en las unidades del sur de la península, ha ampliado sus dominios al Rif africano, al Mar de Alborán, a la relación entre la placa Africana e Ibérica e incluso el punto triple de la dorsal oceánica en las Azores; es decir, el modelo tectónico de las Cordilleras Béticas queda integrado en la evolución del

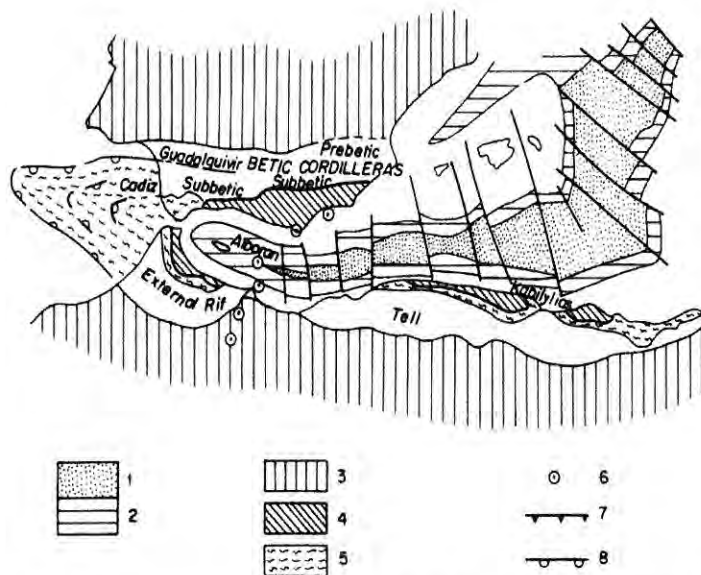


Figura 7. Dominios estructurales de las Cordilleras Béticas en relación con el Mediterráneo. 1: Corteza Oceánica. 2: Corteza Continental. 3: Basamento. 4: Zonas Internas. 5: Unidad Flysh. 6: Volcanismo. 7: Subducción. 8: Frente Olitostrómico. (Sanz de Galdeano, 1993).

que ha actuado como el mecanismo principal de la evolución y desarrollo de estas cordilleras. En este sentido, las diferentes unidades anteriormente consideradas como *mantos de corrimiento* separadas por superficies de cabalgamiento, hoy día se consideran **unidades extensionales** separadas por fallas de bajo ángulo o por despegues extensionales.

Dentro del contexto de la provincia de Almería, un primer episodio extensional de dirección E (figura 8) tuvo lugar durante el Oligoceno superior-Mioceno inferior (Aquitaniense) y afectó a los complejos Maláguide y Alpujárride, formando los corredores de Vélez Rubio y la Alpujarra (cuencas estrechas y alargadas casi paralelas de dirección N70-80E). El segundo episodio extensional, de componente norte, afectó al complejo Alpujárride durante el Mioceno inferior y medio (Langhiense inferior) y, para algunos autores, fue el responsable de la apertura de la cuenca de Alborán durante el Langhiense superior-Serravaliense (Mioceno medio). Entre ambos episodios extensivos se generó un régimen transgresivo responsable de la sedimentación ocurrida durante el Burdigaliense. Un último episodio extensivo de componente W-SW se generalizó en toda la cordillera al final del Mioceno medio (Serravaliense inferior), configurando las cuencas tortonienses y erosionando los relieves emergidos del Complejo Nevado Filábride, hasta entonces cubiertos por el complejo Alpujárride.

Mediterráneo Occidental y sus relaciones con las dorsales atlánticas. En la actualidad, el modelo continúa planteando una intensa discusión que ha dado lugar a nuevas propuestas y modelos geotectónicos. La identificación y reconocimiento en las Cordilleras Béticas de fallas normales de bajo ángulo tanto en régimen de deformación frágil como dúctil, previamente identificadas en otras cadenas montañosas como Alpes, Pirineos e Himalaya, han obligado a replantear este modelo. A partir de los años 80, se reconoce la importancia de una **tectónica claramente extensiva**

A consecuencia de los movimientos extensionales anteriores, en el Mioceno superior varía notablemente el contexto paleogeográfico, formado por numerosas islas comunicadas por estrechos corredores, de forma que las distintas cuencas estarían comunicadas. En el tránsito Tortonense-Messiniense se produjo un episodio de compresión de dirección N-S que afectó a los materiales paleozoicos y formó los principales núcleos anticlinales, al tiempo que las cuencas se ven sometidas a un estrecho confinamiento. Esta situación compresiva, unida a un descenso generalizado del nivel del mar durante el Messiniense, explica el complejo registro de las cuencas y las diferencias existentes entre ellas, aún estando muy próximas entre sí.

CRONOLOGÍA Y PRINCIPALES EVENTOS GEODINÁMICOS EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA						
Sistema	Serie		Piso	Edad (años antes del presente)	Contexto geodinámico y paleogeográfico	Eventos significativos
CUATERNARIO	Holoceno			10.000 - Actual	Compresivo	Erosión de los relieves Formación de ramblas Sismicidad actual Actividad hidrotermal
	Pleistoceno Superior			750.000-10.000	Extensional NE-SW	Encajamiento de los ríos y capturas de los cauces
	Pleistoceno Inferior			1,8·10 ⁶ - 750.000	Compresivo N-S, y NW-SE	Formación de niveles de glacis Formación de playas
NEÓGENO	Plioceno	Plioceno Superior		3,4·10 ⁶ - 1,8·10 ⁶	Compresivo N-S	Elevación de los relieves
		Plioceno Inferior		5,3·10 ⁶ - 3,4·10 ⁶	Subsidencia tectónica Extensional	Continentalización de las cuencas. Manifestaciones hidrotermales
	Mioceno	Mioceno Superior	Messiniense	7, 12·10 ⁶ – 5, 3·10 ⁶	Bajada del nivel del mar	Crisis salina
			Tortonense	11, 2·10 ⁶ – 7, 12·10 ⁶	Compresivo N-S	Creación Nuevos relieves Vulcanismo
		Mioceno Medio	Serravaliense	14, 2·10 ⁶ – 11, 2·10 ⁶	Transgresión-Regresión	Formación de cuencas Vulcanismo
			Langhiense	16, 1·10 ⁶ – 14, 2·10 ⁶	Extensional	Apertura cuenca de Alborán Vulcanismo
		Mioceno Inferior	Burdigaliense	20, 5·10 ⁶ – 16, 1·10 ⁶	Transgresión	Vulcanismo
			Aquitaniense	24, 3·10 ⁶ – 20, 5·10 ⁶	Extensional	Formación de cuencas

Figura 8. Cronología y eventos geodinámicos en la provincia de Almería

Tras la crisis messiniense, en el Plioceno inferior se produjo la conexión con el Atlántico, lo que dio lugar a una transgresión generalizada y a la inundación de todas las cuencas que, a su vez, se vieron afectadas por una acusada subsidencia tectónica. Posteriormente, un nuevo episodio extensivo formó fallas con grandes saltos. Durante el Plioceno superior tuvo lugar un nuevo episodio compresivo de dirección N-S que reactivó antiguas fallas de dirección N80E, al tiempo que diferentes reajustes isostáticos

provocaron una elevación general de los relieves y la sedimentación se adaptó a un régimen regresivo.

Por último, el Cuaternario se presenta como una etapa fundamentalmente erosiva. La gran mayoría de sus depósitos están afectados por fallas normales de componente dextrosa (a veces de 20 m de salto) y direcciones N10-30 E y N120-150E (la falla de Palomares condiciona gran parte de la línea de costas). En general, los depósitos están afectados por una alternancia de etapas compresivas (dirección N-S), que afectan fundamentalmente a los niveles de glaciis más antiguos, y distensivas (dirección NE-SW) que afectan a las formaciones mas recientes (Bousquet *et al*, 1974). La actividad hidrotermal, unida a las diferentes anomalías geotérmicas y a la actividad sísmica, son referentes de la todavía hoy permanente actividad tectónica en la provincia de Almería.

Geología

Las primeras observaciones de carácter Geográfico y Geológico realizadas en la provincia de Almería se llevaron a cabo el 30 de julio de 1875. Fueron puestas en marcha por la Comisión Ejecutiva del Mapa Geológico de España en base a las disposiciones publicadas por un decreto de la República de 28 de marzo de 1873, (Gonzalo Tarin, 1878). En ellas se describen las principales características del relieve, geología y minería de la provincia. Fruto de dichas observaciones fue la primera cartografía geológica de la provincia de Almería.

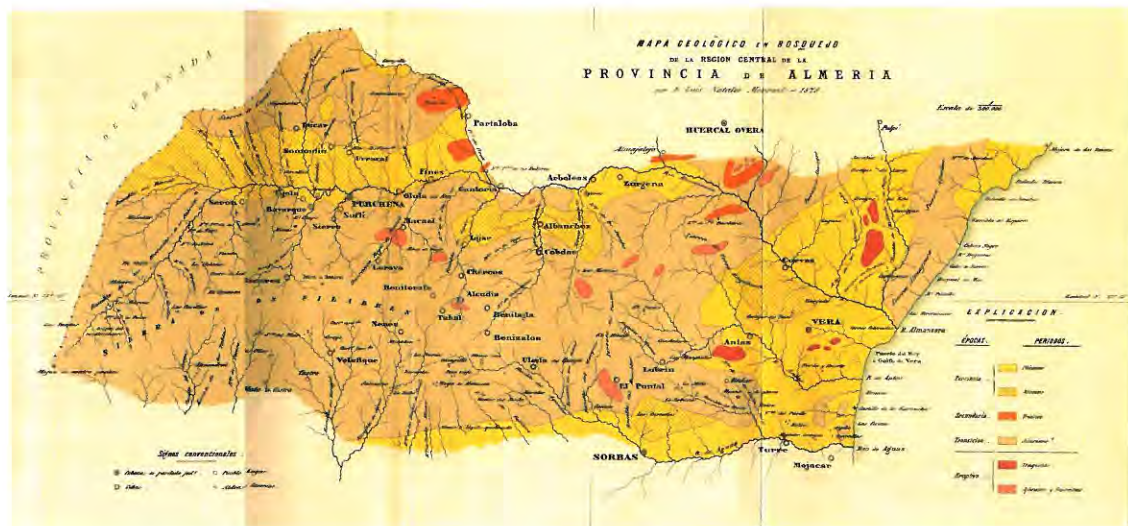


Figura 9. Mapa geológico en bosquejo de la región central de la provincia de Almería. (Tomo 5º. Lám. C. Gonzalo Tarin, 1875)

Desde el punto de vista geológico la provincia de Almería presenta gran variedad y complejidad, diferenciándose, a grandes rasgos, las unidades geológicas que a continuación se detallan. Cada una de ellas presenta ciertas características que hacen de esta provincia una de las de mayor interés dentro del patrimonio geológico de Europa. Las mineralizaciones singulares de algunos enclaves, los yacimientos de todo

tipo de metales, la extracción de piedra, los amplios y singulares registros sedimentológicos de las cuencas neógenas y la amplias y variadas formaciones del volcanismo más importante de la península, dan fe de esta situación. Además, los últimos trabajos que se realizan en esta provincia están contribuyendo de manera muy significativa al conocimiento de la historia geológica de todo el mediterráneo occidental, en particular al conocimiento paleoclimático, paleogeográfico, y geodinámico de los últimos veinticinco millones de años.

Comprende cuatro grandes conjuntos de unidades geológicas, litológicas y estructurales. La mayor parte de la provincia esta ocupada por las Zonas Internas y Externas de las Cordilleras Béticas (Fallot, 1930). Las primeras constituidas por materiales de edad Paleozoica y Triásica y, las segundas, por materiales del Triás Medio, Jurásico, Cretácico y Eoceno). Además, están presentes los materiales de las grandes Cuencas Neógenas (Mioceno inferior y medio, Mioceno superior y Plioceno) y las rocas volcánicas del Mioceno medio y superior.

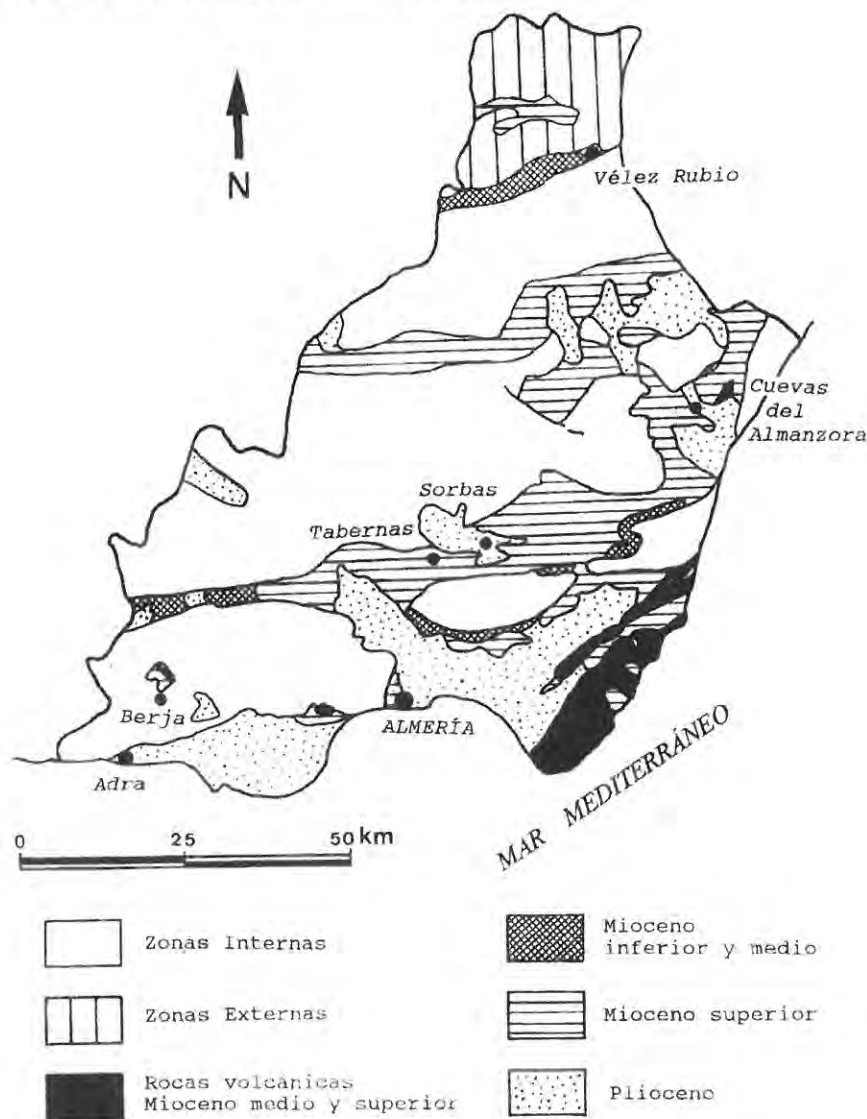


Figura 10. Esquema Geológico de La Provincia de Almería (Martín Penela.1997)

La **Zona Interna** aflora en la provincia de Almería a través de tres grandes unidades que, de mayor a menor edad, son: Complejo Nevado Filábride, Complejo Alpujárride y Complejo Maláguide, estando afectadas por metamorfismo regional alpino de diferente grado.

El Complejo Nevado Filábride, definido por Brouwer (1926), se presenta en las estribaciones orientales de Sierra Nevada y Sierra de los Filabres, la vertiente sur y sureste de la Sierra de Cabrera, y en Sierra Almagrera. Son rocas que han sufrido un metamorfismo polifásico de tipo alpino con facies de grado medio (Puga *et al*, 1974). La litología presenta dos unidades, la inferior constituida por mica-esquistos y cuarcitas y, la superior, por mármoles, néises, anfibolitas y mica-esquistos.

El Complejo Alpujárride, definido por Van Bemmelen (1927) y Egeler y Simón (1969), aflora en las sierras de Gádor, Alhamilla, Cabrera, Almagro y de las Estancias. Se diferencian en él dos unidades tectónicas. La *primera unidad* presenta dos tramos, uno de edad Paleozoico inferior a Silúrico constituido por esquistos grafitosos y cuarcitas con niveles de néises y rocas carbonatadas, y otro, de edad Permo-Weferniense, constituido por filitas con intercalaciones de cuarcitas. La *segunda unidad* constituye la serie carbonatada triásica formada esencialmente por dolomías grises con intercalaciones de calizas, margas fosilíferas e incluso lutitas amarillentas.



Fotografía 7. Filitas Triásicas en Huebro

El Complejo Maláguide, definido por Blumenthal (1927) y Durand-Delga (1968), aflora en el borde norte de la Sierra de las Estancias, siguiendo el corredor de Vélez Rubio, y en pequeños afloramientos en la Sierra de Cabrera y Almagrera. Son rocas que han sufrido un bajo grado de metamorfismo. El tramo paleozoico (Silúrico-Carbonífero) está constituido por calizas alabeadas y areniscas con niveles de conglomerados, rocas carbonatadas y arcillas, mientras que el tramo permotriásico presenta areniscas y conglomerados rojos con niveles de arcillas y yesos.

La Zona Externa aflora a través de los materiales subbéticos de Sierra de María, al norte de la provincia. Su edad está comprendida entre el Trías Medio y el Jurásico, mientras que su litología está caracterizada por arcillas con yesos triásicas, calizas oolíticas jurásicas, margas y margocalizas cretácicas y calizas y margas eocenas.



Fotografía 8. Cuenca Neógena de Tabernas entre los relieves de Sierra de Filabres (en primer término) y Sierra Alhamilla (al fondo)

Las Cuencas Neógenas ocupan un tercio de la superficie de la provincia y albergan el registro continuo de los últimos veinticinco millones de años. Dichos registros muestran los diferentes procesos geodinámicos, climáticos, eustáticos y paleoambientales acaecidos desde el inicio de su formación (Mioceno inferior) hasta su relleno (Plioceno). Tienen su origen en la Orogenia Alpina que, durante el Neógeno, configuró diferentes cuencas que quedaron reguladas y afectadas por los diferentes cambios de nivel entre el mediterráneo y el Atlántico (Van de Poel, 1994).

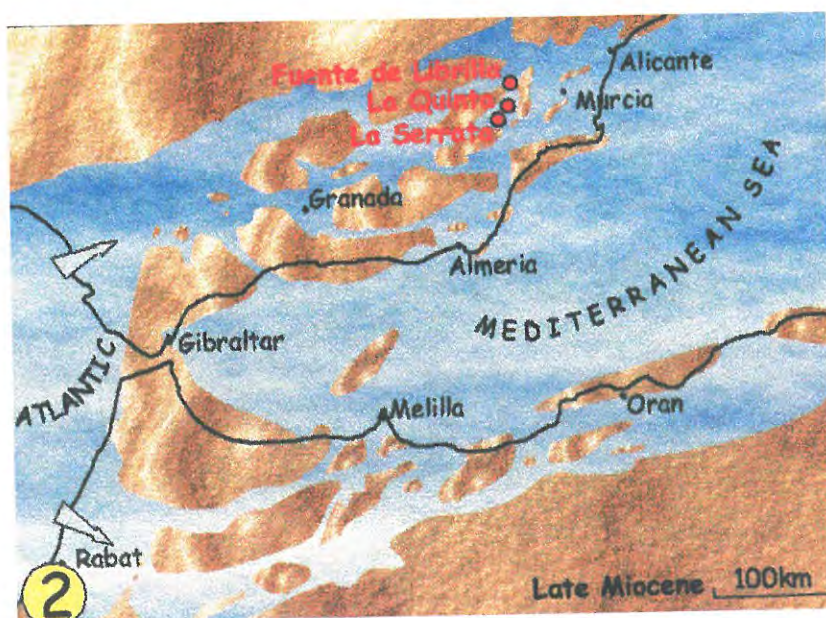


Figura 11. Esquema paleogeográfico del Neógeno (Esteban, 1997)

El resultado fue el desarrollo de las cuencas sedimentarias de Campos de Dalías, Almería-Tabernas, Sorbas, Vera, Huércal Overa-Corredor del Almanzora y corredor de Vélez Rubio. El inicio de la sedimentación neógena no se realizó de forma sincrónica en todas ellas y, además, cada una posee un diferente grado de tectonización y preservación. En ellas se refleja la complicada historia tectónica y sedimentaria de los últimos 25 millones de años hasta la actualidad. Desde este punto de vista, la mayoría

de los autores que han estudiado estos registros establecen dos grandes conjuntos tecto-sedimentarios: Neógeno antiguo y Neógeno reciente

El Neógeno antiguo incluye al Mioceno inferior y medio, y sus registros mas antiguos corresponderían al Burdigaliense inferior y los mas modernos al Serravaliense.

- a) Los sedimentos del **Mioceno inferior** afloran de modo disperso en el Corredor de Vélez Rubio (*Formación Fuente*), al Sur de la Sierra Almagrera, al Sureste de la Sierra de Cabrera (*Formación Álamo*), y en el borde Sur de Sierra Alhamilla. Sin embargo no existen en las cuencas de Tabernas, Sorbas, Vera y Huércal Overa-Corredor del Almanzora, por lo que a estas se les atribuye una génesis mas tardía. Son de poca extensión y han estado muy afectados por la tectónica, incluso implicados en las deformaciones que afectaron al propio basamento. Por tanto, no se encuentran en la misma posición en la que se depositaron y resulta dificultosa su observación. Las litologías son fundamentalmente brechas heterométricas o de débil estratificación, calcarenitas bioclásticas, margas calcáreas de color gris con intercalaciones de areniscas rojas y conglomerados. Sus clastos proceden de los relieves del Complejo Alpujárride y, predominantemente, del Maláguide.
- b) Los sedimentos del **Mioceno medio** afloran en el corredor de Vélez Rubio (*Formación Espejos*), en el borde sur de La Sierra Almagrera y en el borde Norte de la Sierra de Cabrera (*Formación Umbría*), en los bordes NE, S y SE de Sierra Alhamilla, en la cuenca de Berja y en el corredor de la Alpujarra. Tampoco afloran en las cuencas de Tabernas, Sorbas, Vera y Huércal Overa-Corredor del Almanzora. Sus clastos proceden igualmente de los relieves del Complejo Alpujárride y Maláguide. Su litologías mas abundantes son conglomerados y brechas, y en menor proporción calcarenitas bioclásticas y margas calcáreas grises.



Fotografía 9. Cuenca neógena de Tabernas

El Neógeno Reciente incluye los registros sedimentarios desde el Tortoniense inferior hasta el relleno terminal de estas cuencas, al final del Plioceno. Afloran en todas las cuencas, incluidas las de Huércal Overa-Corredor del Almanzora, Tabernas, Sorbas y Vera. Sus sedimentos se disponen discordantes tanto sobre el basamento alpino de los Complejos Nevado Filábride, Alpujárride o Maláguide, como sobre los sedimentos del Mioceno Inferior y Medio. Se caracterizan por la presencia habitual de clastos procedentes del Nevado Filábride e incluyen sedimentos marinos y continentales. Durante este período, los relieves emergidos se vieron afectados por la erosión y delimitaron, durante varios ciclos de cambios del nivel del mar, las diferentes facies

marinas y continentales. Estos ciclos eustáticos terminaron en la denominada *crisis messiniense* que condujo a la desecación total de estas cuencas como consecuencia de un descenso generalizado del mar mediterráneo, probablemente causado por la desconexión tectónica del Atlántico con el Mediterráneo (Barragán Bazán, 1997). Sus litologías se corresponden con conglomerados de tonos rojizos y pobre estratificación pertenecientes a facies continentales de abanicos aluviales adyacentes a los relieves previamente emergidos durante el Mioceno inferior. En cada una de las cuencas se establecen diferentes secuencias deposicionales en función de los diferentes cambios eustáticos producidos.

- a) Durante el Tortonense inferior se inicia un fenómeno transgresivo y, a los anteriores abanicos aluviales, se superponen un nuevo sistema de abanicos deltaicos de régimen turbidítico (Kleverlaan, 1989) y secuencias caracterizadas por alternancias de conglomerados, margas y limos amarillentos, y margas pelágicas de color gris. Estos diferentes episodios turbidíticos quedan superpuestos y forman un amplio conjunto de estructuras sedimentarias, destacando las sismitas como respuesta a una paleosismicidad (Kleverlaan, 1987), y estructuras de bioturbación, y megalumping. En algunas cuencas, como la de Tabernas, constituyen los sedimentos de mayor extensión (Pascual, 1997). Al final del Tortonense se inicia un descenso eustático generalizado, instalándose facies coralinas sobre los abanicos deltaicos.



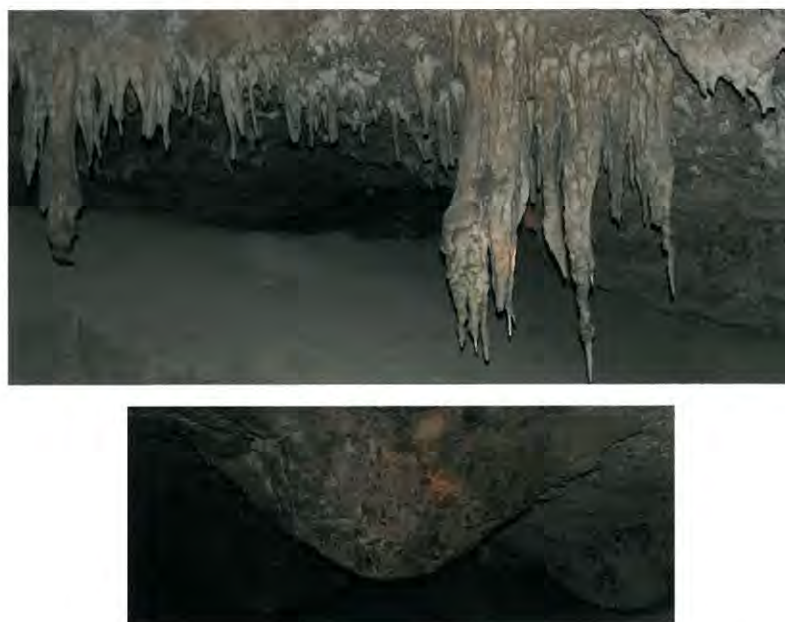
Fotografía 10. Turbiditas, almohadillas y sismita tortoniense, en la Cuenca Neógena de Tabernas (Rambla Verde)

- b) El tránsito del Tortonense al Messiniense queda muy bien caracterizado por un nivel de calcarenitas bioclásticas formadas en una plataforma somera de aguas templadas, conocido como calizas de algas o *Miembro Azagador*, que es correlacionable en todas las depresiones Neógenas. El resto de los sedimentos, no poseen este carácter general y difieren de unas cuencas a otras. Así, dan lugar a episodios turbidíticos en la cuenca de Vera o a intercalaciones de depósitos continentales y marinos en la de Huércal Overa, todos ellos englobados en un contexto generalizado de bajada del mar. En esta época las cuencas debieron de estar confinadas, tal y como lo evidencian formaciones arrecifales (Porites, Siderastrea, Tarbellastraea, estromatolitos y trombolitos) y los depósitos evaporíticos. Los depósitos evaporíticos están ampliamente representados en la cuenca de Sorbas y se caracterizan por ser yesos de tipo selenítico muy karstificado.
- c) Pasada la crisis messiniense, la vuelta a la conexión con el Atlántico durante el Plioceno supuso la inundación de todas las cuencas y, por tanto, un nuevo

cambio en la paleogeografía del Neógeno del SE peninsular. Esta transgresión marina afectó a las zonas mas próximas al litoral y dió lugar, durante el Plioceno inferior, a una potente serie de margas calcáreas de color gris (*Formación Loco* y *Formación Cuevas*). Dichos sedimentos se disponen discordantes o bien sobre el basamento alpino o bien sobre sedimentos Neógenos mas antiguos. De esta época destacan manifestaciones hidrotermales como las fumarolas submarinas de la Herrerías (Martínez Frías *et al*, 1992). La mayoría de las cuencas se van a ver afectadas por una gran subsidencia que, en algunos casos como en el Campo de Dalías, van a dar lugar a la acumulación de mil metros de sedimentos pliocenos. A la vez, debido a reajustes isostáticos, se produce una importante elevación y reactivación de los relieves de toda la región, lo que marcó un nuevo episodio regresivo. Para algunas cuencas, esta elevación pudo ser del orden de 700 m. El resultado fue la continentalización de todas las cuencas de la provincia y el establecimiento de sus límites ya muy cercanos a los actuales.



Fotografía 11. Trombolito y arrecifes messinienses en la depresión de Sorbas



Fotografía 12. Yeso selenítico, y karst en yesos messinienses en la depresión de Sorbas

Así, el episodio regresivo el Plioceno Medio-Superior dio lugar a una litología muy variada, con la formación de margas calcáreas grises y amarillas, calcarenitas bioclásticas, arenas, y conglomerados marinos que, en el Campo de Dalias se les conoce como la *Formación Entinas*. Los conglomerados y arenas responden a dispositivos deltaicos instalados en las principales líneas de evacuación de los relieves, los cuales, en el corredor del Andarax, reciben el nombre de *Formación Espiritu Santo* o *Formación Abrioja*. El final del Plioceno está representado por arenas y conglomerados discordantes sobre el basamento alpino o sobre sedimentos neógenos mas antiguos. Se produce un cambio de facies lateral, desde abanicos aluviales en las proximidades de los relieves hasta depósitos lacustres y carbonatados en las partes centrales de las cuencas. Estos sedimentos reciben diferentes nombres como *Formación Caños* en la cuenca de



Fotografía 13. Fumarola fósil en las Herrerías, cuenca del Almanzora (Martínez Frías, et al, 1992)

Sorbas, *Formación Salmerón* en Vera y *Formación Gádor* en la Cuenca del Andarax. Durante el tránsito Plioceno superior Pleistoceno, como resultado de las anomalías geotérmicas, se producen manifestaciones de carácter hidrotermal (Barragán Bazán, 1997).



Fotografía 14. Plioceno discordante sobre el Neógeno en la Rambla de Tabernas

Durante *el Cuaternario* se desarrollan formaciones marinas y continentales, siendo las primeras las mas antiguas.

- d) Las **formaciones marinas** ocupan las posiciones cercanas a las costas y están constituidos fundamentalmente por playas y depósitos litorales muy groseros que configuran las terrazas marinas colgadas. Estas terrazas se sitúan de forma escalonada desde 80 m.s.n.m. (las mas altas) hasta 5 m.s.n.m. (las mas bajas) y, la presencia de *Strombus bubónicus*, las data del Tirreniense. Otra formación marina de carácter muy somero y depositada en un medio restringido de tipo albufera cerrada por un cordón litoral, es la conocida como *Formación Salares* en la cuenca de Vera (Barragán Bazán, 1997).
- e) Las **formaciones continentales** son de origen fluvial y aluvial, aparecen en las zonas interiores y dan lugar a *glacis de erosión, terrazas fluviales y abanicos aluviales*. Los *glacis*, que conectan los relieves con las depresiones, están constituidos fundamentalmente por conglomerados cementados y arenas grises depositados en corrientes de tipo Braided, raramente alcanzan los 10 m de espesor y, en sus niveles basales, son frecuentes las intercalaciones de encostramientos de travertinos. Como consecuencia del levantamiento generalizado de los relieves durante los continuos movimientos isostáticos del Pleistoceno y los fenómenos de erosión remontante, durante el Cuaternario se produjo un progresivo e intenso encajamiento de los ríos y numerosas capturas fluviales. De esta época son las capturas de las cuencas de Vera y Sorbas (Schulte, 2002) y la captura de la cuenca alta del Almanzora, (Barragán Bazán, 1997). Los depósitos mas recientes son del Holoceno y se asocian a la actual red hidrográfica constituida por las ramblas.



Fotografía 15. Rambla de Tabernas

- f) Las **rocas volcánicas** afloran al SE de la Provincia, entre el Cabo de Gata y la localidad de Carboneras, y están condicionadas por un sistema de fracturas de dirección NE-SW (falla de Carboneras). Son de naturaleza andesítico-dacítico y constituyen un complejo volcánico generado en dos etapas sucesivas entre el

Burdigaliense y el Tortoniense. Según Fernández Soler (1996), la primera etapa va desde el Mioceno Medio al Tortoniense inferior (entre 14 y 10 millones de años) y la segunda desde el Tortoniense inferior al Tortoniense superior (entre 9 y 7,5 millones de años). Su origen (Banda et al. 1983) se atribuye al adelgazamiento extremo de la litosfera durante el Mioceno (13 km) y a su fusión parcial en el mar de Alborán, lo que dio lugar a la emisión de materiales magmáticos, la formación de la cuenca de Alborán (García Dueñas et al. 1992) y, para algunos autores, (Montenat et al. 1987 y Larouziere et al. 1988) al control sedimentológico de las cuencas Neógenas emergidas. Gran parte de este volcanismo se generó en un medio submarino somero o muy próximo a la costa y, el conjunto de materiales, se pueden clasificar en tres grandes grupos: rocas masivas, depósitos piroclásticos y otros materiales como brechas, lahares y diques. Las **rocas masivas** incluyen los materiales y formaciones originados por fenómenos de extrusión (*domos, conos volcánicos y coladas*). Los *domos* en mesa o fortaleza y los campos de domos, son los que mayor superficie ocupan y definen la morfología y los relieves de mayor cota (490 m.s.n.m. en el Cerro de los Frailes). Dibujan el paisaje de Cabo de Gata, son elevaciones de cima plana y vertientes convexas que, en muchos casos, están cubiertas por sedimentos neógenos. Los *conos volcánicos* son menos frecuentes, pero muy característicos al estar afectados por la erosión diferencial y, posteriormente, colonizados en sus bordes por formaciones arrecifales. Las *coladas de lava* son sobre todo de tipo andesítico basáltico, pueden alcanzar espesores de hasta 30 metros y se identifican claramente por su disyunción columnar. Los depósitos piroclásticos no son frecuentes en este tipo de volcanismo ya que, como se mencionó anteriormente, el vulcanismo extrusivo se realizó bajo una lámina de agua. Los principales tipos que aparecen son falls de lapilli, base surges y coladas piroclásticas de tipo pumítico e ingnimbrítico. Estas últimas de gran espesor y con espectaculares estructuras de degasificación.



Fotografía 16. Los Frailes (Cabo de Gata)



Fotografía 17. Cono volcánico con formaciones arrecifales (Hoyazo de Níjar)



Fotografía 18. Coladas volcánicas (Las Negras)



Fotografía 19. Bombas (Rodalquilar)

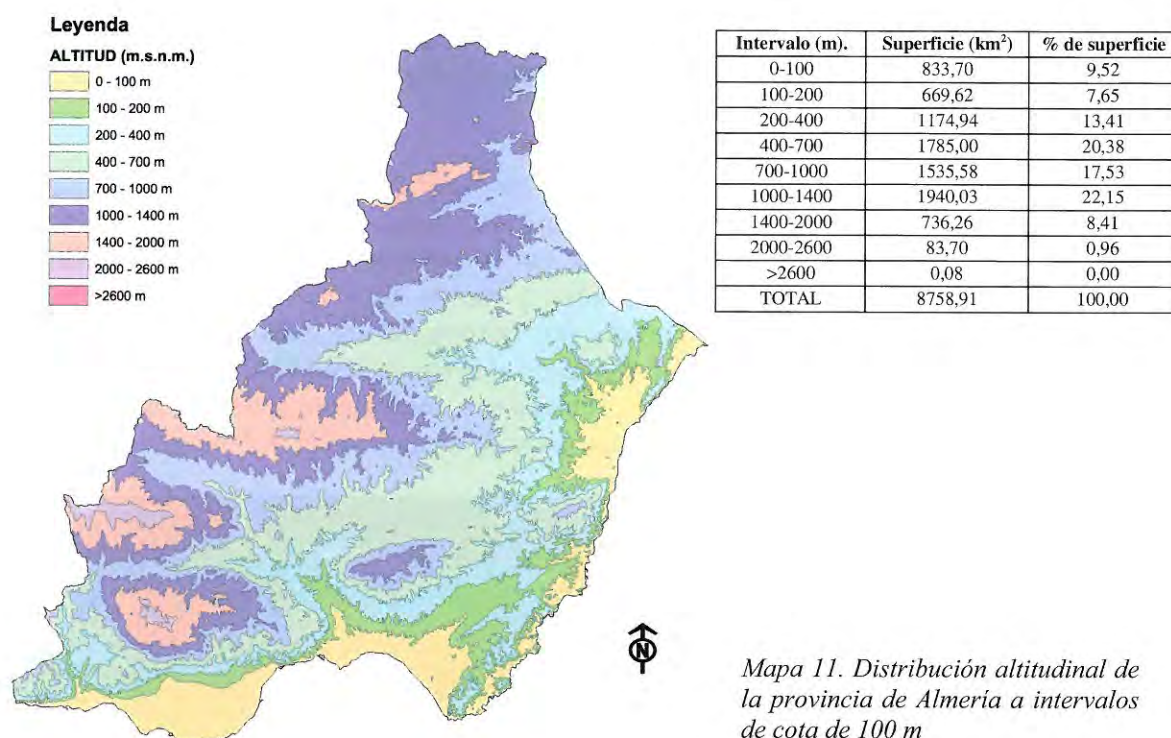
Geomorfología

La interrelación entre litología, clima y geodinámica es la responsable de los procesos morfogenéticos, tanto actuales como relictos. La variabilidad altitudinal de la provincia de Almería, desde 2609 m (Chullo) hasta el nivel del mar, condiciona una secuencia climática que es la responsable del desarrollo de diferentes sistemas morfogenéticos en el sentido de Wilson (1969). Este brusco contraste topográfico en tan poco espacio, delimita tres grandes sectores geomorfológicos y paisajísticos: ***sierras, depresiones neógenas y zonas costeras.***

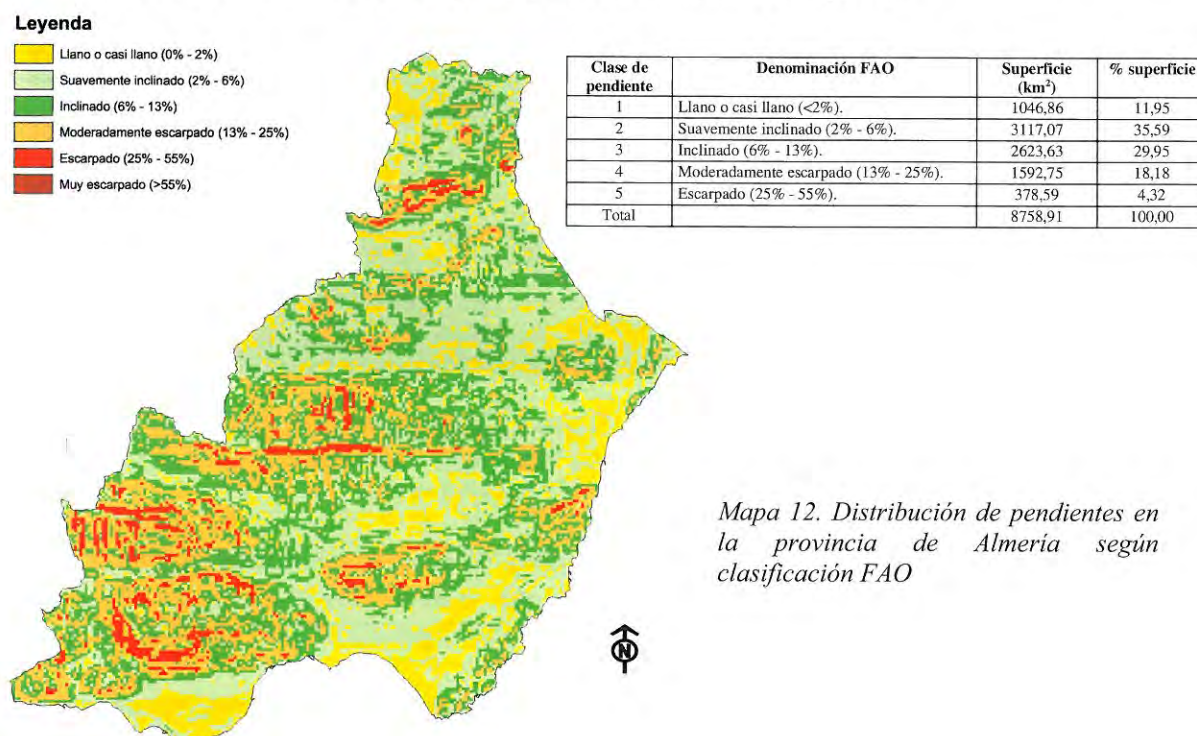


Fotografía 20. Principales rasgos geomorfológicos de la provincia de Almería: sierras, depresiones y zona de costas. (NASA.24-01-1974)

En general, el carácter montañoso de la provincia hace que el 77,6 % de su superficie este situada entre 400 y 1400 m de altitud, con un intervalo muy representativo entre 700 y 1400 m (39,7 % de la superficie total).

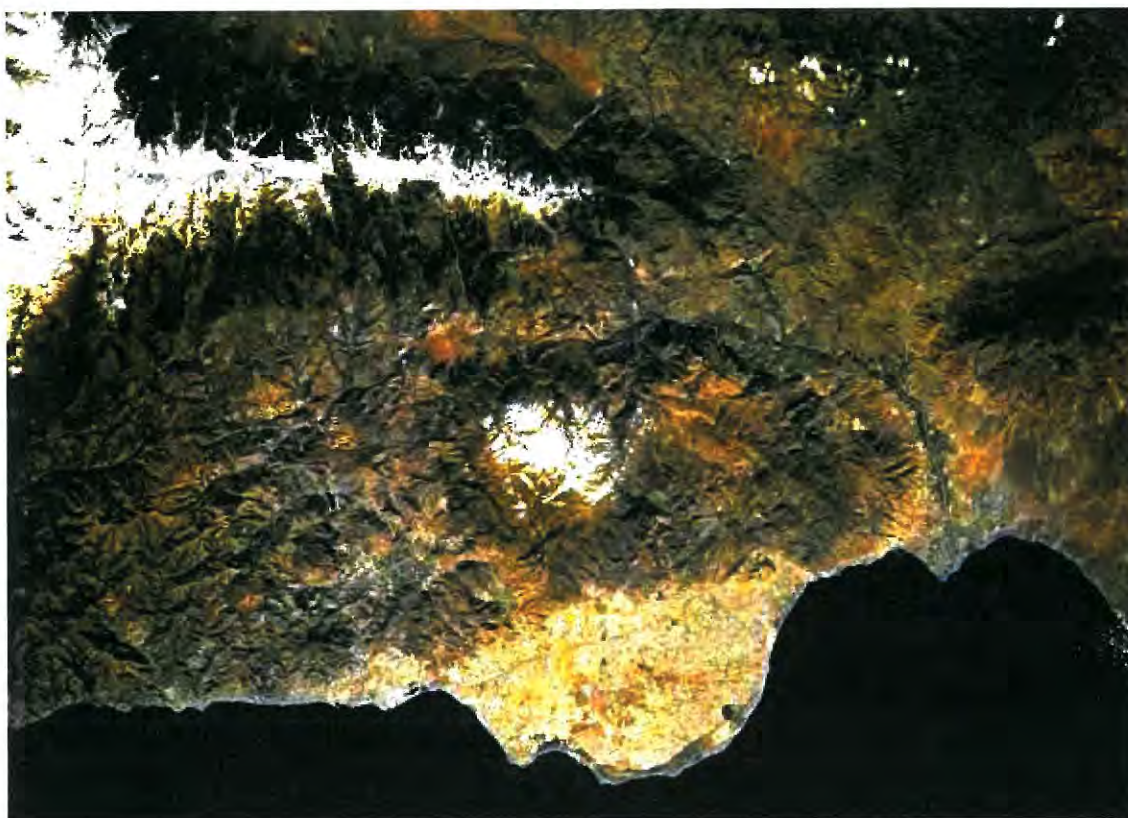


Las diferencias altitudinales hacen que sólo el 12% de su superficie presente un relieve llano o casi llano (FAO), mientras que el 65,5% muestra pendientes entre el 6% (suavemente inclinado) y el 13% (inclinado). En el 22,5% de la superficie restante las pendientes superan el 13% (escarpado o moderadamente escarpado).



Al igual que el clima, las variaciones litológicas de sus principales elevaciones (Sierra Nevada, Gádor, Filabres, Cabrera) también condicionan importantes diferencias morfogenéticas. Así, mientras que la mayoría de los materiales alpujárrides desarrollan pendientes muy suaves y de perfil cóncavo, la orla carbonatada configura relieves muy enérgicos. La unión entre estos relieves y las depresiones neógenas se realiza en un corto espacio, bien por antiguos glaciares cuaternarios o por depósitos de pie de monte, los cuales presentan morfologías lobuladas que controlan los fenómenos de escorrentía y de arroyada.

Desde el punto de vista morfoclimático, en estos sectores de sierra se instauraron dos sistemas morfogenéticos: *periglaciario* y *templado húmedo*. En el sistema periglaciario los procesos geomorfológicos dominantes se originaron por la acción del hielo, soliflujo/geliflujo y agua de escorrentía, y dieron lugar a suelos configurados y pendientes de soliflujo. (Sierra Nevada por encima de los 2000 m). En el sistema templado húmedo los procesos geomorfológicos estuvieron condicionados por la acción del agua de escorrentía, meteorización, reptación y movimientos de masas, y dieron lugar a paisajes con pendientes suaves, modelado de crestas-valles y depósitos aluviales.



Fotografía 21. Contacto brusco entre los relieves de Sierra Nevada, Sierra de Gádor y Sierra Alhamilla, y las depresiones neógenas del Campo de Dalías y del Valle del Río Andarax. Los procesos periglaciares se localizan únicamente en las zonas nevadas.

Las depresiones constituyen una gran parte de la superficie de la provincia y su modelado es el responsable de su aspecto de aridez. Desde el punto de vista morfoclimático, en ellas se instauran dos sistemas morfogenéticos: *semiárido* y *árido*.

En el sistema semiárido los procesos geomorfológicos dominantes están condicionados por la acción del agua de escorrentía, alteración física (disgregación

mecánica) y movimientos de masas rápidos; dando lugar a piedemontes, conos aluviales, pendientes angulosas con cantos groseros, erosión en cárcavas o badlands y fenómenos de tubificación o pinping.



Fotografía 22. Badlands en margas miocénicas del campo de Tabernas

La morfología en badland (*malpaís*) ocupa un 15% de la superficie total de la provincia y su génesis está controlada por la litología (margas neógenas) y el régimen de lluvias torrenciales (concentración de los flujos de agua en estrechos surcos con pendientes del 35 % y suelos sin cubierta vegetal (Berrad *et al.*, 1997). Los canales de subfusión, fenómenos de tubificación o pinping, son terminologías utilizadas para aludir a fenómenos de erosión en túnel con un importante control lito-estructural (Martín Penela, 1994). Dichas morfologías se desarrollan de manera puntual en zonas de una elevada capacidad de infiltración y con un fuerte gradiente hidráulico (Berrad *et al.*, 1997).



Fotografía 23. Piping, iniciando la cabecera de una cárcava en Tabernas

En el sistema morfogenético árido los procesos geomorfológicos están condicionados por la acción del viento, el agua de escorrentía y los fenómenos de desecación, siendo las formas del paisaje dominantes las dunas, llanuras de deflación con pendientes angulosas, ramblas y algaidas.

Las características geomorfológicas de los 219 km de costas de esta provincia muestran un control tanto tectónico como litológico. Se configuran como costas de emersión (últimas etapas distensivas del cuaternario) afectadas por fallas normales de componente dextrosa y dirección N10-30 E y N120-150E. Los materiales volcánicos (casi el 50% del litoral) y neógenos que la componen son los reguladores de su morfología. Así, las playas incipientes se desarrollan en los materiales neógenos mientras que los materiales volcánicos de mayor resistencia a la erosión dan lugar a acantilados verticales.



Fotografía 24. Acantilados volcánicos en Cabo de Gata

El frágil equilibrio entre el transporte y la sedimentación continental por un lado, y la erosión litoral que se produce como consecuencia de ser costas de emersión, por otro lado, provocan un importante retroceso de la línea de costas (Ferré *et al.*, 1985) que se ve agravado por diferentes actuaciones antrópicas (IGME, 1982).



Fotografía 25. Retroceso de la línea de costa.

El sistema morfogenético que se instaure en las costas es de tipo árido, siendo las morfologías más representativas los cordones litorales de dunas paralelos a la línea de costas, las ramblas y las algaidas. El término *algaida* procede del árabe *al-qaida* (pantano, cañaveral) y se documenta en Andalucía desde 1585, perdurando hasta

nuestros días en una amplia zona del mediterráneo, desde *El Algarve* portugués (*Al-Margen*) hasta Baleares.



Fotografía 26. Rambla del río Andarax



Fotografía 27. Duna activa de Mónsul

La propia génesis de estas *algaidas* conlleva un fuerte condicionante geomorfológico. Se configuran como depresiones endorreicas cerradas por un cordón de dunas y paralelas a la línea de costas. Su cota altitudinal llega a situarse por debajo del nivel del mar y muestran altas tasas de evaporación. Geomorfológicamente se sitúan como una conexión entre los *glacis* en su límite septentrional y un campo de dunas fijadas por la vegetación (*Juniperus turbinata*) en su límite meridional (Simón *et al.*, 1998). En algunos sectores, estas dunas han sido dismanteladas para la obtención industrial de arena o bien han sido erosionadas por el retroceso de la línea de costa.



Fotografía 28. Algaida de Punta del Sabinar

Desde época muy antigua, algunas de estas depresiones han sido utilizadas para la obtención de sal (salinas del Algarve, de Setúbal, Portimao y Cabo de Gata, entre otras). En ocasiones, cuando reciben aportes subterráneos, llegan a formar humedales de gran importancia en estos ecosistemas áridos.



Fotografía 29. Algaida de las Salinas de Cabo de Gata

Con respecto a la red de drenaje, la provincia de Almería se incluye en la Cuenca Sur, de forma que todos sus cauces desembocan en el mediterráneo. Sus rasgos más representativos están controlados tanto por la tectónica como por el régimen climático semiárido. El control tectónico hace que sus principales cauces (ríos Almanzora y Andarax) dibujen una red de tipo paralelo y subparalelo en el sentido de Howard (1967), con una jerarquización de orden 5 y distintas anomalías como los codos de captura en el río Antas.

El régimen climático semiárido da lugar a una red de drenaje sobreimpuesta de carácter temporal, dendrítica, desordenada y sin jerarquización marcada. En el contacto de los relieves y las cuencas neógenas su regularización y canalización presenta grandes dificultades, mientras que en los sectores medios y bajos forma cauces de fondo plano (ramblas) capaces de evacuar grandes cantidades de agua en un corto espacio de tiempo.



Mapa 13. Red de drenaje de la provincia de Almería

Suelos

La cartografía de suelos se ha elaborado a partir de los datos de las memorias de los mapas de suelos de la provincia de Almería correspondientes al Proyecto LUCDEME, del trabajo realizado por Gil *et al.*, 2005 y de la recopilación realizada por Aguilar *et al.*, 2004.

Las unidades de suelos se han redefinido utilizando la WRB (1999), teniendo en cuenta los perfiles tipo recogidos en cada trabajo y las descripciones de las respectivas unidades cartográficas y taxonómicas. Siguiendo la clasificación utilizada en nuestro trabajo (WRB, 1999) y la realizada en los trabajos originales (FAO, 1977 y FAO, 1988), se han redefinido ciertas unidades de suelos. Los cambios más significativos, a modo de resumen, son los siguientes:

FAO (1977). FAO (1988)	WRB (1999)
Litosol	Leptosol lítico
Regosol litosólico	Leptosol calcárico Leptosol eútrico
Réndsina	Leptosol réndzico
Ránker	Leptosol úmbrico
Cambisol cálcico	Calcisol háplico Calcisol pétrico
Cambisol húmico	Umbrisol húmico Umbrisol esquelético Umbrisol háplico
Arenosol álbico Arenosol cámbico	Arenosol háplico
Solonchak órtico	Fluvisol sali-calcárico Solonchak calcárico Solonchak háplico
Xerosol calcárico	Calcisol háplico
Xerosol petrocálcico	Calcisol pétrico
Xerosol háplico	Cambisol eútrico Cambisol crómico Cambisol calcárico
Xerosol lúvico	Luvisol háplico Luvisol crómico Luvisol calcárico
Xerosol gipsico	Gipsisol háplico
Yermosol háplico	Calcisol háplico Cambisol calcárico
Yermosol gipsico	Gipsisol hipogipsico

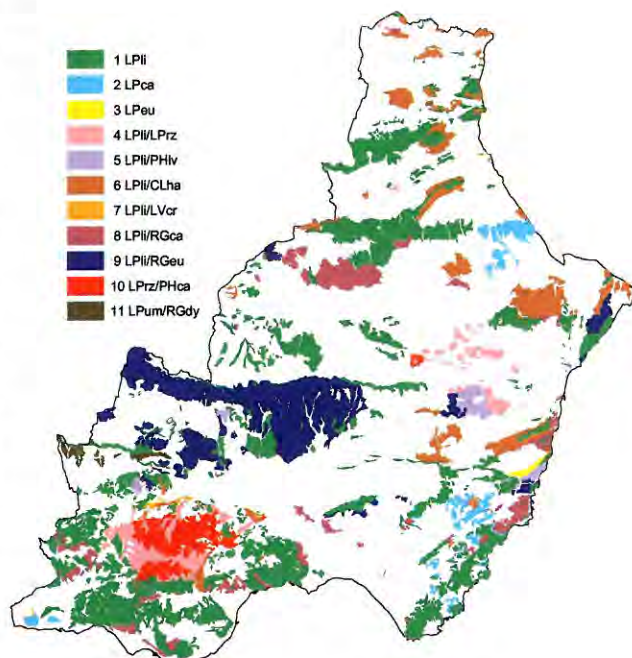
1. Los Regosoles calcáricos de los trabajos originales presentaban con mucha frecuencia, además de un horizonte órtico, sólo un horizonte subsuperficial calcárico o petrocálcico, por lo que en la clasificación WRB (1999) se incluyen en Calcisoles háplicos o pétricos. Esta situación ha condicionado que las unidades cartográficas definidas por Regosoles calcáricos sean mucho menos frecuentes. Por el contrario, los Calcisoles haplicos y pétricos son mucho más abundantes. Además, los Cambisoles calcáricos de FAO (1977 y 1988) presentaban con frecuencia un horizonte calcárico o petrocálcico, por lo que también se encuadrarían en Calcisoles haplicos o pétricos.

2. Con objeto de presentar un mapa de suelos lo más simplificado posible, hemos redefinido las unidades de suelos iniciales.

UNIDADES CARTOGRÁFICAS

1. Leptosoles líticos. Se encuentra ampliamente representada en todas las áreas montañosas de la provincia. Como característica principal destacan las fuertes pendientes (40-50%), la presencia de afloramientos rocosos, la escasa profundidad del suelo, la pedregosidad y las texturas entre franca y franco arenosa. La vegetación está formada por un pastizal-matorral con escaso recubrimiento (20-25%), compuesto por esparto, romero, tomillo y aulagas. Puntualmente existen repoblaciones de pino carrasco que coexisten con zonas de encinar. Como suelos asociados se definen los Leptosoles eútricos (cuando el material original son esquistos o

rocas volcánicas) y Leptosoles calcáricos (cuando el material original son calizas, dolomías, calcarenitas, etc.). Otros suelos menos representativos asociados a esta unidad son los Leptosoles réndzicos, los Regosoles calcáricos y los Calcisoles háplicos que se desarrollan sobre las calizas del norte y sur de la provincia; los Luvisoles crómicos en las hojas de Cantoria, Aldeire, Berja, Macael, Garrucha y Gérgal; los Phaeozems calcáricos en las hojas de Almería y Cantoria; los Regosoles eútricos en la zona de Sierra Nevada, Sierra de los Filabres y Cabo de Gata (hojas de Fiñana, Macael, Aldeire, Carboneras, Cabo de Gata y Pozo de los Frailes); los Regosoles dístricos en Sierra Nevada y Sierra Alhamilla (hojas de Aldeire, Almería y Tabernas), y por último, los Luvisoles cálcicos en la hoja de Gérgal.



Fotografía 30, Leptosol calcárico

2. Leptosoles calcáricos. Se trata de una unidad cartográfica muy parecida a la anterior, pero en la que, además, se definen como suelos asociados los Leptosoles líticos, los Calcisoles háplicos y los Regosoles calcáricos. El material original es siempre de naturaleza carbonatada y la topografía más suave es el factor que favorece la existencia de Calcisoles háplicos y Regosoles calcáricos. Se localiza en la zona calcárea de la Sierra de Cabo de Gata y en las hojas de Huércal Overa, Águilas, Orce, Adra y Vélez Rubio.

3. Leptosoles eútricos. Sólo está representada en las hojas de Cabo de Gata, Pozo de los Frailes (sobre dacitas y andesitas), Adra (micasquistos) y Vélez Rubio (micasquistos). Las pendientes medias son del 20% y presentan elevada pedregosidad, escasa rocosidad y muy elevada erosión hídrica laminar, con formación de surcos y algunas cárcavas. Los suelos son poco evolucionados, dominando los Leptosoles eútricos (que definen la unidad) y los Regosoles eútricos, en función de la profundidad efectiva del suelo. Otros suelos asociados son los Phaeozems háplicos, que aparecen en las zonas de mayor desarrollo vegetal, y los Leptosoles líticos, localizados en las áreas más erosionadas.

4. Leptosoles líticos y Leptosoles réndzicos. La vegetación de esta unidad es uno de los aspectos más destacables, ya que se conservan buenos ejemplares de la clímax de la montaña mediterránea, de forma que podemos encontrar encinares, acerales y quejigares, junto con la vegetación subserial que es la dominante en la mayoría de los casos. La pedregosidad es muy abundante, oscila entre las clases 4 y 5, con fragmentos de roca de todos los tamaños. Los afloramientos rocosos son numerosos en las zonas que corresponden a los escarpes. Los suelos presentan una secuencia de horizontes de tipo AR, AC o ABwC, dependiendo de lo estabilizado que se encuentre el coluvión. En cualquier caso, el contenido en carbonatos es siempre superior al 40% en todo el perfil. El contenido en materia orgánica es siempre muy elevado y el color pardo oscuro. En ocasiones el elevado cromatismo hace que el horizonte superficial no se pueda considerar como móllico y el suelo se clasifica como Regosol calcárico. Ambos suelos tienen una capacidad de reserva de agua considerable, lo que les permite mantener una vegetación relativamente densa. Los Calcisoles háplicos se encuentran en la base de los coluviones, que son las zonas más estabilizadas. En algunos casos, en zonas más resguardadas de la erosión, el suelo presenta un horizonte árgico que le da la categoría de Luvisol crómico, mientras que cuando presentan un epipedón móllico, se clasifican como Phaeozems lúvicos. Un caso muy especial de esta unidad es la presencia de Cambisoles gleicos y Gleisoles cálcicos, localizados en las dolinas de las partes altas de la Sierra de Gádor. La unidad se extiende por muchas zonas de sierras calizas, como ocurre en las hojas de La Puebla de Don Fadrique, Zarcilla de Ramos, Chirivel, Vera, Garrucha, Mojácar, Sorbas y, especialmente, en las hojas de Berja y Alhama.

5. Leptosoles líticos y Phaeozems lúvicos. Ocupa una considerable extensión en la Sierra de Bédar en las hojas de Vera y Sorbas. El sustrato geológico de la unidad son metagranitos y gneises del complejo Nevado-Filábride. El relieve es muy accidentado, con grandes desniveles y pendientes de las clases 5 y 6 (escarpado y muy escarpado) y pequeñas áreas de las clases 3 y 4 (inclinado a moderadamente escarpado). La rocosidad es muy elevada (clase 3) y la pedregosidad muy alta (clase 4). La vegetación y el uso de la tierra son muy variados, con zonas de encinar en recuperación, matorrales de porte y espesor diverso, espartales, cultivos arbóreos, cereales y chumberas autóctonas. En las zonas de pendientes muy elevadas, clases 5 y 6, los suelos dominantes son los Leptosoles líticos, con presencia de Cambisoles



Fotografía 31. Phaeozem háplico



Fotografía 32. Regosol calcárico

eútricos y Phaeozems lúvicos. Esta última tipología va asociada a las zonas de vegetación más densa y menor pendiente, y muestra la siguiente secuencia de horizontes: Ah (0-20 cm), no calcáreo, color pardo oscuro (7,5YR 3/2) y textura franco arenosa; Bt (20 - 60 cm), no calcáreo, color pardo rojizo oscuro (5YR 3/4), textura franco arcillo arenosa y cutanes zonales. Los Leptosoles líticos se localizan en los afloramientos rocosos y son no calcáreos, de colores claros y texturas arenosas.

6. Leptosoles líticos y Calcisoles háplicos. Se encuentra ampliamente representada en toda la provincia de Almería (hojas de Puebla de Don Fadrique, Zarcilla de Ramos, Orce, Vélez Blanco, Chirivel, Vélez Rubio, Baza, Huércal Overa, Águilas, Fiñana, Gérgal, Alhama de Almería y Carboneras). Se desarrolla sobre materiales calcáreos (mármoles, calizas, glaciares, conglomerados, etc.) y sus coluvios, así como sobre afloramientos de filitas, yesos,

calcarenitas, etc. Las pendientes son variadas, aunque las más abundantes oscilan entre el 25 y 35%. La vegetación está constituida fundamentalmente por pinos de repoblación, en general por el sistema de aterrazamiento, que alterna con un matorral xerofítico de mediana a baja cobertura allí donde el desarrollo del suelo es escaso o las fuertes pendientes impiden las repoblaciones. La variabilidad de materiales hace que sea una unidad muy compleja desde el punto de vista de la morfología de sus suelos. La mayoría se encuadra en la categoría de los Leptosoles líticos y los Calcisoles háplicos, estos últimos desarrollados sobre coluvios, calcarenitas y conglomerados, con un espesor superior a 25 cm y sin otro horizonte de diagnóstico más que un ócrico y un cálcico. Junto a éstos suelos, son también abundantes los Leptosoles calcáricos. Otros suelos presentes en la unidad son los Regosoles calcáricos (cuando desaparece el horizonte cálcico) y los Leptosoles réndzicos (cuando existe un epipedón móllico preservado entre las piedras). Como casos especiales, en la hoja de Fiñana y sobre esquistos, cabe destacar la presencia de Regosoles eútricos y, cuando la vegetación o la pedregosidad favorecen el desarrollo de un horizonte móllico, la de Phaeozems calcáricos. En la hoja de Gérgal hay que indicar la presencia de Luvisoles cálcicos y Luvisoles crómicos sobre restos de glaciares que pueden estar o no carbonatados.

7. Leptosoles líticos y Luvisoles crómicos. Está constituida por pequeñas áreas situadas en el noroeste de la hoja de Alhama de Almería, en las proximidades del Río Andarax. Se desarrolla sobre un glaciar formado por conglomerados, arenas y arcillas, encostrados en la parte superior. Se trata de una superficie de suave pendiente al pie de la Sierra de Gádor, cortada por la red hidrográfica actual. Los afloramientos rocosos son frecuentes, aunque no se



Fotografía 33. Regosol eútrico

encuentran distribuidos de forma homogénea. La pendiente es de la clase B, las texturas son de media a fina y la vegetación es escasa. En las áreas dominadas por Leptosoles líticos existe un matorral aclarado compuesto por especies de los géneros *Artemisa* y



Fotografía 34. *Phaeozem lúvico*

Lavanda. En algunas zonas, como la de Padules, aún se conservan pies de encinas aislados indicativos de la vegetación clímax. Las zonas ocupadas por los Luvisoles se encuentran siempre cultivadas y no presentan vegetación natural. La característica común de esta unidad es su génesis policíclica, ya que el suelo original es el Luvisol formado por intensos procesos de meteorización y lavado, que dieron lugar a un horizonte Bt de color rojo, con alto contenido en arcilla y descalcificado, mientras que en las zonas más expuestas a la erosión, el conglomerado ha quedado en la superficie y el suelo original sólo se conserva en pequeñas bolsadas, es muy somero, tiene abundante grava y presenta una cierta carbonatación. La reserva de agua, dada su poca profundidad, es escasa. En las zonas de vaguada, la erosión ha actuado con menor rigor, permitiendo la conservación de suelos profundos con una secuencia de horizontes ApBtR, sin afloramientos rocosos y con muy bajo contenido en CaCO_3 , con zonas frecuentemente abancaladas en las que la pedregosidad es elevada, aunque de pequeño tamaño, y su capacidad de retención de agua es relativamente elevada.

8. Leptosoles líticos y Regosoles calcáricos. Es una unidad compleja debido tanto a la variedad de materiales carbonatados que se presentan en ella, como a la actuación diferencial de los procesos erosivos, dando lugar a la existencia de suelos desarrollados junto a otros esqueléticos. Se encuentra repartida por toda la provincia en forma de pequeñas manchas cuyas características fundamentales son: pendientes no muy fuertes (por lo general, entre 10 y 35%) y cobertura vegetal relativamente densa. Los materiales originales varían desde calizas y margocalizas triásicas, hasta calizas conglomeráticas, areniscas y margas arenosas miocénicas, pasando por mármoles calizos y dolomíticos. Las características de pendientes y vegetación, antes mencionadas, condicionan la aparición de Calcisoles háplicos sobre materiales blandos de tipo margocalizas, areniscas o coluvios calizos, mientras que sobre las rocas más compactas dominan los Leptosoles líticos y calcáricos. Asimismo, también se ha detectado la presencia de Leptosoles réndzicos en zonas más o menos umbrías y, sobre todo, Regosoles calcáricos en los materiales blandos erosionados. Teniendo en cuenta la abundan-



Fotografía 35. *Fluvisol calcárico*

cia/dominancia, son los Leptosoles líticos y los Regosoles calcáricos los más abundantes, mientras que los Calcisoles háplicos y los Leptosoles réndzicos presentan una distribución muy irregular, dominando en zonas puntuales y desapareciendo en la mayor parte de la unidad.



Fotografía 36. Solonchak gléyico

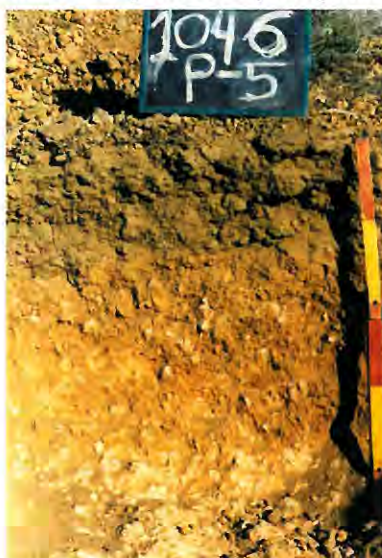
profundidad del suelo. Los fuertes desniveles que presenta la unidad, junto con la elevada competencia de las cuarcitas, hace que sean los Leptosoles líticos los suelos más abundantes, junto a los cuales se desarrollan Regosoles eútricos tanto sobre materiales in situ como sobre coluvios. En ocasiones se desarrolla un horizonte B cámbico en zonas preservadas de la erosión y el suelo se clasificaría como Cambisol eútrico (hojas de Fiñana y Berja). Sobre los micaesquistos se ha detectado una cierta recarbonatación de los suelos, por lo que habría que incluir los Regosoles calcáricos en las hojas de Vélez Blanco, Fiñana y Tabernas. Cuando la vegetación es más densa (espartal-retamal) se detecta la presencia de Phaeozems háplicos (hojas de Berja y Sorbas) y Chernozems cálcicos (hoja de Fiñana) con un potente horizonte orgánico que se sitúa encima de un cámbico o un cálcico (caras inferiores de sus fragmentos rocosos recubiertos de CO_3Ca secundario). Por último, en los restos de glaciares no carbonatados se ha observado el desarrollo de Luvisoles crómicos (hojas de Sorbas y Gérgal).

10. Leptosoles réndzicos y Phaeozems calcáricos. Se localiza en la zona central de la Sierra de Gádor (Alhama de Almería), entre los 1200 y los 1900 m. de altitud. El material original son dolomías y calizas compactas. El relieve es bastante uniforme, constituido fundamentalmente por laderas convexas de longitud intermedia junto con inflexiones que tienden a formar plataformas. La vegetación es un matorral espeso constituido por retamales (*Genista cinerea*) y caméfitos (*Vella spinosa* y *Erinacea anthyllis*) en las partes altas, y romerales-aulagares (*Ulex parviflora*, *Rosmarinus officinalis*, *Sideritis hirsuta*) en las áreas del piso mesomediterráneo. Los suelos de esta unidad están escasamente utilizados y sólo se observan algunas zonas repobladas en las que incluso se ha llevado a cabo un subsolado y consiguiente perturbación total del



Fotografía 37. Gipsisol háplico

suelo original. Tanto la pedregosidad como los afloramientos rocosos son abundantes, aunque son estos últimos los que condicionan la fisionomía de la unidad ya que, en algunas zonas, llegan a cubrir el 80% de la superficie. En las laderas que bordean las cumbres, el suelo se presenta con más continuidad, aunque los afloramientos rocosos siguen siendo abundantes (40%). La erosión actual está bastante controlada por el matorral y sólo se observa una erosión hídrica laminar, aunque en épocas pasadas debió de ser muy intensa y responsable del aspecto actual que presenta la unidad. En general,



Fotografía 38. Calcisol pétrico

los suelos están constituidos por arcillas de descalcificación (meteorización y lavado de las calizas y dolomías), con un color rojizo debido a los óxidos libres de hierro, pero oscurecidos por la fuerte incorporación de materia orgánica hasta cumplir las características de un horizonte móllico. Al estar sobre un material fuertemente carbonatado el suelo se clasifica como Leptosol réndzico y, cuando por debajo del móllico se conserva el horizonte B rojizo, como Phaeozems calcáricos ($\text{CaCO}_3 \geq 2\%$). En algunos casos el horizonte B está descarbonatado e incluso presenta arcilla iluvial, por lo que el suelo se encuadraría en la categoría de Phaeozem lúvico. Cuando estos suelos se labran se produce la mineralización de la materia orgánica en el horizonte superficial, que pierde la tonalidad oscura, encuadrándose los suelos en las categorías de Regosoles calcáricos y Luvisoles crómicos.

11. Leptosoles úmbricos y Regosoles dístricos. Se ubica en las zonas más altas de Sierra Nevada (hojas de Aldeire y Gérgal), ocupando fundamentalmente las laderas de solifluxión del piso Oromediterráneo a altitud superior a los 2000 m y pendientes mayores del 35%. Se desarrolla sobre una gran variedad de micaesquistos, y la vegetación natural está constituida por piornales de mediana cobertura que, en la actualidad, han sido sustituidos en muchas partes por pinares de repoblación. Esta repoblación se ha llevado a cabo por el sistema de aterrazamiento, lo que ha provocado la destrucción parcial de los suelos originales, especialmente en lo que respecta al horizonte superficial. Los suelos inalterados presentan, en su mayoría, un epipedón úmbrico con espesor inferior a 25 cm y se encuadran en la categoría de Leptosoles úmbricos. En las zonas aterrazadas, la destrucción del epipedón úmbrico hace que los suelos se clasifiquen como Leptosoles y Regosoles dístricos. En las zonas más estabilizadas y protegidas de la erosión se puede presentar un horizonte de alteración que cumple todos los requisitos del cámbico, dándole al suelo la categoría de Cambisol húmico o dístrico en función de que presente o no el epipedón úmbrico. Otros suelos detectados en la unidad,



Fotografía 39. Calcisol luvi-pétrico

pero en proporciones muy minoritarias, son los Luvisoles crómicos. Por último, no se puede excluir el carácter eútrico en algunos suelos de esta unidad, sobre todo en zonas próximas a los 2000 metros.

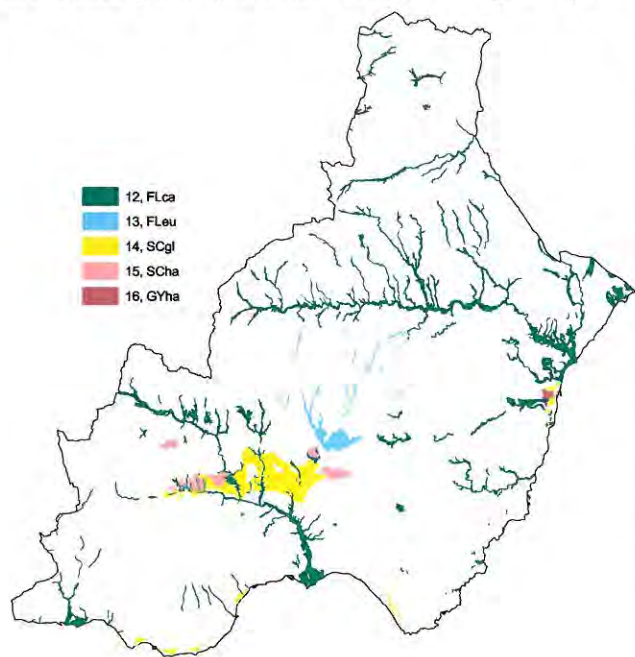


Fotografía 40. Calcisol háplico

12. Fluvisoles calcáricos. Esta unidad se extiende a lo largo del valle de los ríos Andarax, Nacimiento, Almanzora, Adra y Alías, así como de multitud de barrancos. Se trata de suelos profundos, con topografía prácticamente llana y sin afloramientos rocosos, lo que los convierte en suelos muy aptos para ser cultivados siempre que exista disponibilidad de agua. Los cultivos más frecuentes son naranjos, limoneros, manzanos y ciruelos entre los frutales, y judías, tomates, pimientos, melón y pepino entre los herbáceos. En ocasiones, el riego con aguas salobres ha provocando la salinización del suelo. En la actualidad, muchas de las zonas ocupadas por la unidad se están dedicando a invernaderos. Otros suelos presentes en esta unidad son: Regosoles calcáricos, especialmente en los márgenes más alejados del cauce que ya no reciben aportes periódicos; Calcisoles háplicos o Cambisoles calcáricos, en las terrazas más antiguas donde llega a desarrollarse un horizonte cálcico o cámbico; Fluvisoles

eútricos, en los valles que discurren próximos a Sierra Nevada, Sierra de los Filabres y Sierra Alhamilla; o Solonchaks cálcicos y gleicos, en los sectores más áridos y salinizados.

13. Fluvisoles eútricos. Se trata de una unidad muy similar a la descrita anteriormente, de la que se diferencia en que sus suelos no presentan carbonatos, tienen un grado de saturación superior al 50% y se clasifican como Fluvisoles eútricos. Otra diferencia es el carácter más gravoso de sus suelos, aunque siguen conteniendo suficiente material fino como para que sean fértiles. Al igual que la unidad anterior se han formado por



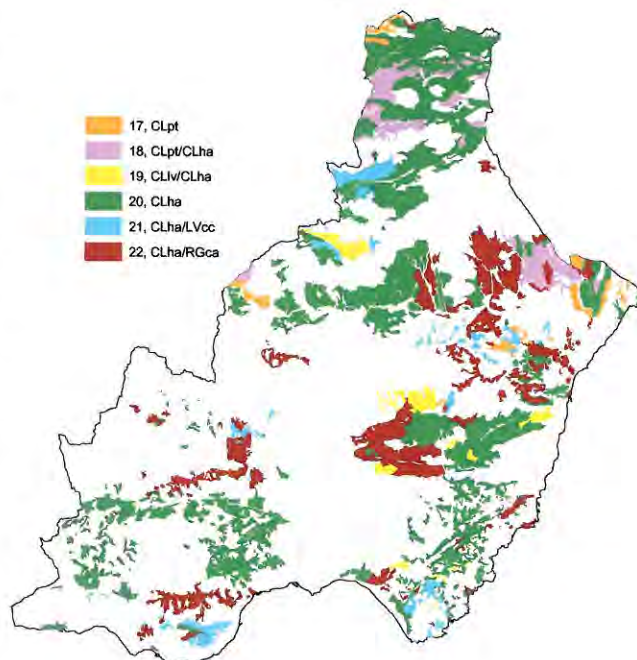
depósitos sucesivos de arenas, limos y gravas que rejuvenecen continuamente el suelo. Está mucho menos representada que la unidad de Fluvisoles calcáricos y se localiza en las áreas de influencia de los materiales silíceos de las zonas internas de las cordilleras béticas, como ocurre en las hojas de Aldeire (Sierra Nevada), Fiñana, Macael y Vera (Sierra de los Filabres), Tabernas (Sierra Alhamilla) y Garrucha-Mojácar (Sierras Almagrera y Cabrera).

14. Solonchaks gléyicos. Se extiende a lo largo de la costa y forma pequeñas manchas en el litoral de las hojas de Roquetas de

Mar, Cabo de Gata y Garrucha. Se trata de suelos desarrollados sobre materiales limosos que circundan pequeñas lagunillas y salinas. Tienen como característica principal el poseer un alto grado de salinidad y, debido a su baja cota, encharcamiento a partir de 40-50 cm de la superficie. No presentan pedregosidad. La pendiente es nula y la vegetación es la típica de saladares, predominando *Arthrocnemum fruticosum* y especies halófitas pertenecientes a los géneros *Suaeda*, *Salsola*, *Atriplex*, *Frankenia*, *Limonium*, *Euphorbia*, etc. Son suelos de textura franco-arcillo-arenosa, con pH básico, calcáreos y conductividad eléctrica del extracto de saturación en torno a 60-100 dS/m en los horizontes superficiales.

15. Solonchaks háplicos. Se ubica fundamentalmente en la zona del Campo de Tabernas (hojas de Tabernas, Gérgal y Almería) y en algunas zonas del valle medio del río Andarax (hojas de Gérgal y Alhama de Almería). Los materiales originales son poco coherentes, de tipo margoso-arenoso con intercalaciones de yesos, lo que favorece su erosión formado grandes cárcavas que dan al paisaje el aspecto de *malpais* (badland) típico de regímenes semiáridos y áridos. Los suelos dominantes son los Solonchaks háplicos que, cuando la salinidad no es lo suficientemente elevada, se transforman en Regosoles calcáricos, y en Calcisoles háplicos si conservan un horizonte cálcico. La vegetación es muy escasa y dispersa (5-10% de cobertura) y está constituida por alcaparras, espartos, tomillos y alguna esparraguera. En los suelos predomina la fracción limo y el contenido en materia orgánica es bajo o muy bajo.

16. Gipsisoles háplicos. Se localiza en la zona norte de la provincia (hojas de Vélez Blanco y Zarcilla de Ramos) y en el levante (en las hojas de Vera, Garrucha y Mojácar), donde abundan los materiales yesíferos (margas y areniscas triásicas y miocénicas) y los suelos presentan un horizonte *yésico* (gipsico). Se asocian a las posiciones topográficas más llanas, tienen escasa pedregosidad y muestran signos evidentes de erosión hídrica severa. Cuando no están cultivados la vegetación es de tipo saladar, con una cobertura del 25%, mientras que los cultivos más frecuentes son cereales que, generalmente, presentan problemas de nascencia y crecimiento; también suelen plantarse olivos en las márgenes de los bancales para protegerlos de la erosión. En las zonas de mayor pendiente (20-30%), erosionadas, donde las areniscas están menos alteradas, los suelos se encuadran en la categoría de Leptsoles calcáricos y líticos, con elevada pedregosidad de naturaleza arenosa con algún yeso. También se puede detectar la presencia de Regosoles calcáricos asociados a las zonas



más erosionadas de las margas e, incluso, Cambisoles háplicos ligados a los coluvios calizos.



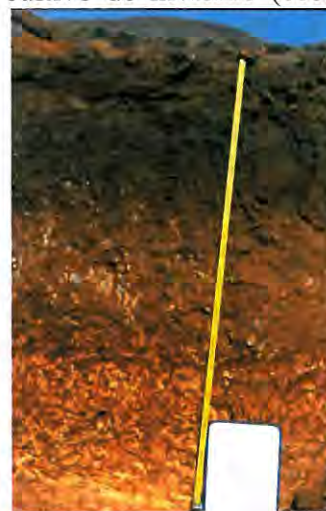
Fotografía 41. Luvisol cálcico

17. Calcisoles pétricos. Los Calcisoles pétricos son unos de los suelos más representativos de la zona norte de la provincia de Almería, en la que ocupan grandes áreas, solos o asociados a otros suelos. La unidad se extiende por diversas zonas, asociándose a piedemonte, conglomerados, glaciares y derrubios de ladera en los que se desarrolla un horizonte petrocálcico. Se trata de suelos con una profundidad media de 25-30 cm, textura de franca a franco limosa, pedregosos y desarrollados sobre pendientes del 5 al 15%. Presentan siempre un horizonte ócrico, valores medios de capacidad de cambio y saturados en Ca^{2+} . La vegetación es un pastizal-matorral con una cobertura del 20-25%. En ocasiones están cultivados (cereales y almendros) o repoblados. Ligados a estos Calcisoles pétricos, pero en muy baja proporción, existen otras tipologías de suelos como Leptosoles líticos y eútricos en las zonas más erosionadas, Leptosoles réndzicos en las áreas ero-

sionadas y con vegetación natural (encinar), Calcisoles háplicos cuando el horizonte cálcico no está cementado, o Regosoles calcáricos cuando sólo se presenta un epipedón ócrico. Asimismo, se ha detectado la presencia de Fluvisoles calcáricos ligados a las pequeñas vegas, no separables a la escala de trabajo e, incluso, suelos con un horizonte árgico (Bt) sobre el petrocálcico subyacente.

18. Calcisoles pétricos y Calcisoles háplicos. En multitud de ocasiones está asociada a la unidad anterior, con una geomorfología muy similar. El material geológico coincide con áreas de glaciares, conglomerados y costras. Las pendientes están comprendidas entre el 6% y el 13%. El suelo presenta un epipedón ócrico y un horizonte cálcico o petrocálcico en profundidad. Suelen ser muy pedregosos, con texturas relativamente gruesas, valores de capacidad de cambio de medios a bajos y escasa capacidad de retención de agua útil. En general, están dedicados al cultivo de invierno (cebada y trigo), con barbechos utilizables para pastoreo. Ligados a los suelos dominantes, también se pueden encontrar las mismas tipologías de suelos que en la unidad anterior.

19. Calcisoles lúvicos y Calcisoles háplicos. Se localiza en la zona central y sur de la provincia (hojas de Orce, Macael, Tabernas, Sorbas, Alhama, Almería y Cabo de Gata). Esta desarrollada tanto sobre costras y conglomerados como sobre limos. Las superficies sobre las que se presentan son siempre llanas o semillanas. Se trata de suelos con una profundidad entre 70-100 cm, pedregosos sólo cuando se desarrollan sobre conglomerados y costras. Son básicos y con moderada o baja capacidad de retención de agua útil. Toda la unidad



Fotografía 42. Kastanozem cálcico

está dedicada a labores de secano (trigo y cebada, con algunas zonas de almendros). Otros suelos asociados a esta unidad son, fundamentalmente, Regosoles calcáricos



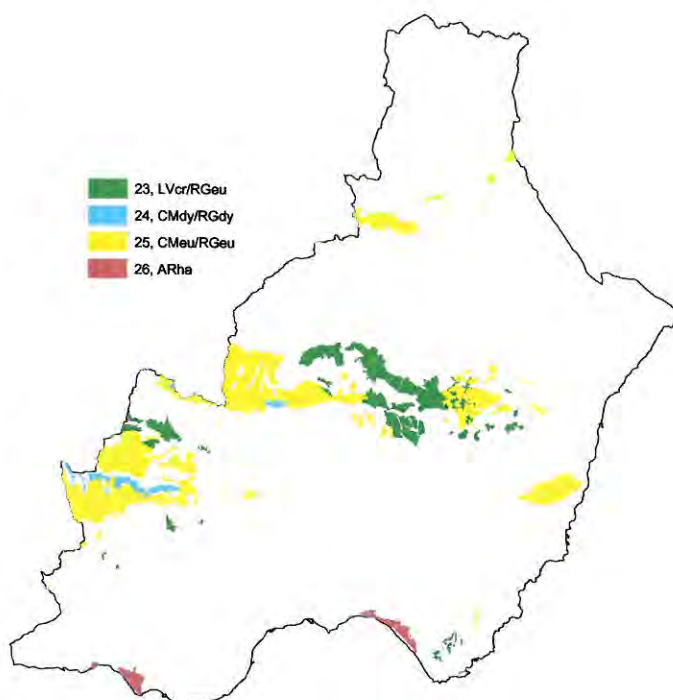
Fotografía 43. Cambisol eútrico

sobre limos, Phaeozems calcáricos en zonas de vegetación natural, Luvisoles crómicos en pequeñas áreas protegidas de las partes altas, e incluso Cambisoles y Regosoles eútricos en zonas que no han llegado a carbonatarse.

20. Calcisoles háplicos. Se encuentra ampliamente extendida por toda la provincia, aunque su representación es menor en los sectores silíceos, no llegando a desarrollarse o teniendo escasa presencia en las hojas de Macael y Fiñana (Sierra de los Filabres) y Aldeire (Sierra Nevada). Los suelos se caracterizan por presentar un epipedón ócrico y un horizonte cálcico subsuperficial. La pedregosidad está condicionada por la naturaleza del material original, siendo escasa en margas y limos y relativamente abundante en calizas, mármoles, dolomías, coluvios y conglomerados. Las pendientes son muy variables y su uso es agrícola extensivo con algunas zonas de repoblación de coníferas. Otros suelos que se pueden encontrar en esta unidad son: Regosoles calcáricos (sólo un epipedón ócrico),

Leptosoles líticos y calcáricos (profundidad menor de 25 cm), Leptosoles réndzicos, Phaeozems calcáricos y Kastanozems cálcicos (con epipedón móllico, espesor menor o mayor de 25 cm, y con o sin cálcico), Calcisoles lúvicos (con horizonte árgico carbonatado), Calcisoles pétricos (con horizonte petrocálcico) y Fluvisoles calcáricos (pequeñas vegas que no se pueden diferenciar a la escala del mapa). En las zonas más áridas de la provincia, y como consecuencia de los riegos con aguas salobres, los suelos pueden presentar una conductividad eléctrica del extracto de saturación en torno a 4 dS/m.

21. Calcisoles háplicos y Luvisoles cálcicos. Está también ampliamente representada por toda la provincia, especialmente en las hojas de Chirivel, Cantoria, Vera, Gergal, Tabernas, Adra, Roquetas y Cabo de Gata. Se caracteriza por una litología de costras no cementadas y conglomerados pleistocenos, junto a derrubios de ladera y conos de deyección de naturaleza



caliza. Presenta una disposición horizontal o ligeramente inclinada, lo que facilita su uso agrícola (almendros y cereales de secano) y la consiguiente modificación del suelo por el arado. Los suelos presentan un horizonte cámbico o árgico sobre un cálcico y, en los sectores más erosionados, el cálcico puede aparecer casi en superficie. En las zonas más erosionadas, donde ha llegado a desaparecer incluso el horizonte cálcico, los suelos se clasificarían como Regosoles calcáricos.



Fotografía 44. Cambisol crómico

22. Calcisoles háplicos y Regosoles calcáricos.

Se desarrolla sobre una amplia gama de materiales originales (margas, calizas, limos, conglomerados, mármoles, filitas, calcoesquistos, etc.) y en general está ligada a las otras unidades de Calcisoles háplicos, extendiéndose por toda la provincia de Almería. Su carácter diferencial es que está bastante erosionada, de forma que el horizonte cálcico ha desaparecido en gran parte de su superficie, pasando a tener una alta representación los Regosoles calcáricos. Las pendientes son muy variables, lo que condiciona la secuencia de horizontes AC y ABC. La pedregosidad depende de la naturaleza de la roca madre, y al ser generalmente suelos profundos están dedicados a cultivos extensivos de secano, aunque existen zonas con un matorral de escasa cobertura. La gran variabilidad de factores que conforman la unidad hace que en ella se puedan encontrar puntualmente otros suelos como: Gipsisoles háplicos (en pequeños

afloramientos de materiales yesíferos en el norte de la provincia), Fluvisoles calcáricos (en las pequeñas vegas), Leptosoles líticos y eútricos (en los escasos afloramientos rocosos), Leptosoles réndzicos (en pequeños restos de encinares), Luvisoles crómicos (en restos de antiguas superficies no carbonatadas), Luvisoles cálcicos (en restos de antiguas superficies carbonatadas), Regosoles eútricos (sobre esquistos erosionados en Berja), Kastanozems cálcicos (en la hoja de Finaña sobre restos de antiguos coluvios con un horizonte cálcico y un epipedón móllico), y Cambisoles calcáricos (sobre algunos materiales limosos en los que se desarrolla un cámbico poco patente bajo un ócrico).

23. Luvisoles crómicos y Regosoles eútricos. Se localiza sobre los restos de glaciares situados en las zonas bajas de los relieves silíceos, en las proximidades de las sierras Nevada, de los Filabres, Alhamilla y del Cabo de Gata (hojas de Guadix, Finaña, Macael, Vera, Gérgal, Tabernas, Sorbas, Berja, Alhama de Almería y Cabo de Gata). Las pendientes oscilan entre el 8% y el 15%, aunque en las áreas disectadas por los barrancos y ramblas pueden superar ampliamente estos valores. Se presenta cultivada casi en su totalidad, con el almendro y el olivo como principales cultivos, junto con labores de secano; mientras que las áreas de mayor pendiente están ocupadas por una vegetación xerofítica. Los suelos presentan un epipedón ócrico modificado por el arado que se sitúa directamente encima de un resto de horizonte árgico de textura arcillosa, colores rojizos y muy rico en fragmentos rocosos heterométricos y redondeados de naturaleza esquistosa, cuarcítica, volcánica y, con mucha menor frecuencia, caliza. En

general, la erosión que afectó a la zona dejó en superficie el primitivo horizonte árgico que es el que se está cultivando hoy día. Estas características hacen que sus suelos se clasifiquen como Luvisoles crómicos y, asociados a las áreas más expuestas a la erosión en las que desaparece el horizonte árgico, como Regosoles eútricos.

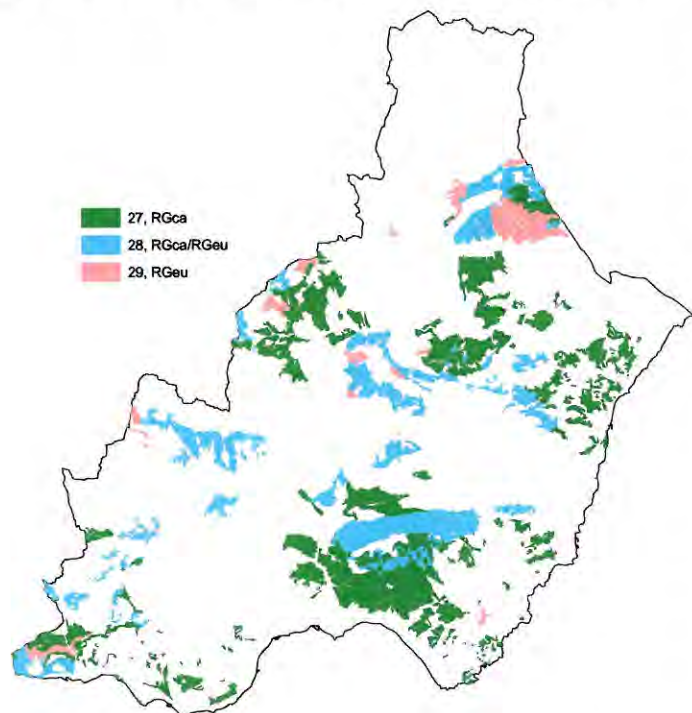
24. Cambisoles dístricos y Regosoles dístricos. Se localiza en las hojas de Fiñana, Macael, Aldeire y Gérgal por encima de los 2000 m, donde el lavado del suelo es lo suficientemente intenso como para desaturar el complejo de cambio. Se desarrolla sobre los micaesquistos con cloritoide, feldespáticos y cuarcitas de la Unidad Superior del Complejo Nevado-Filábride. Las pendientes oscilan entre el 10% y el 30% y la vegetación está constituida por un piornal salpicado de repoblaciones de pinos. La relativamente escasa meteorización que han sufrido los materiales originales hace que la mayoría de los suelos presente un horizonte Ah (10-20 cm de espesor), seguido de un horizonte Bw con un croma y desarrollo estructural algo más elevados que el horizonte C subyacente. En general, el horizonte superficial se asemeja a un epipedón úmbrico, aunque la mayoría de las veces no se puede clasificar como tal debido a que, en húmedo, no oscurece en una unidad de value con respecto al horizonte C; de ahí que los suelos se clasifiquen como Cambisoles dístricos, en el caso de que la base del horizonte Bw se sitúe por debajo de los primeros 25 cm, o como Regosoles dístricos cuando la base del horizonte Bw está en los 25 cm superficiales. Ambos tipos de suelos son los más abundantes, aunque en las zonas más altas y erosionadas se pueden encontrar suelos poco profundos que se encuadran en la categoría de Leptosoles líticos y eútricos, mientras que cuando el horizonte superficial cumple todos los requisitos del úmbrico, los suelos se clasificarían como Leptosoles úmbricos (material original próximo a la superficie) y Umbrisoles háplicos (suelos más profundos).

25. Cambisoles eútricos y Regosoles eútricos. Se distribuye por toda la zona de estudio en forma de manchas más o menos extensas e irregulares, tanto en zonas alomadas con pendientes moderadas (10-20%) como en laderas de fuertes pendientes (45%) en las que los procesos erosivos han actuado con gran intensidad. En general, se localiza junto a la unidad anterior pero a cotas inferiores a los 2000 m, donde el lavado no ha sido lo suficientemente intenso como para desaturar fuertemente el complejo de cambio y el grado de saturación es superior al 50%. La vegetación arbórea natural se presenta muy irregularmente repartida, existiendo zonas en las que ha desaparecido casi por completo, a excepción de algunos chaparros esporádicos, y otras en las que se conservan encinares aclarados que ocupan preferentemente las laderas de fuertes pendientes. Las primeras se encuentran, por lo general, aterrazadas y repobladas de pinos. Algunas áreas, sobre todo las alomadas, han estado sometidas a cultivos que posteriormente se abandonaron. En general, toda la unidad se presenta erosionada, por lo que los suelos dominantes son pedregosos y poco evolucionados, mostrando como máximos rasgos evolutivos un epipedón ócrico asociado o no a un horizonte cámbico poco o medianamente evolucionado; de ahí que los suelos se encuadren en la categoría de Cambisoles o Regosoles eútricos. Puntualmente estos suelos pueden estar acompañados por Phaeozems háplicos cuando el horizonte superficial cumple los requisitos del móllico. En las zonas más erosionadas se ha detectado la presencia de Leptosoles líticos y eútricos, en función de la profundidad a la que se presente la roca madre. Asimismo, en los restos de glaciares se conservan vestigios de horizontes árgicos que le dan al suelo la categoría de Luvisoles crómicos. Un caso muy especial es la presencia de Cambisoles crómicos asociados a las peridotitas piroxénicas que afloran en la hoja de Aldeire, los cuales, a pesar de localizarse por encima de 2000 m, son

eútricos debido al elevado contenido en bases (sobre todo Mg) de estos materiales. Por último, hay que destacar la presencia de Gleysoles asociados a surgencias de agua (borreguiles).

26. Arenosoles háplicos. Localizada exclusivamente en las hojas de Almería, Adra y Cabo de Gata, se extiende por las zonas de dunas del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar y en las proximidades del espacio protegido de la Albufera de Adra. Los suelos son profundos y de textura arenosa, aunque a veces, por la migración de las dunas, pueden presentar un contacto lítico próximo a la superficie que hace que el suelo se encuadre en las categorías de Leptosoles líticos o eútricos según la profundidad del contacto. El escaso recubrimiento vegetal, unido a la poca cohesión existente entre las partículas arenosas y a su situación en espacios abiertos, condicionan que la unidad se vea afectada por intensos procesos de erosión eólica.

27. Regosoles calcáricos. Está extensamente representada en toda la provincia y se desarrolla sobre una amplia gama de materiales originales (conglomerados, arenas, margas, limos, derrubios calizos, filitas, calcoesquistos, esquistos, mármoles, dolomías, yesos, etc.), lo que condiciona una gran heterogeneidad en sus características. Así, la pedregosidad varía de zonas sin piedras a otras ripiosas, las pendientes van desde áreas prácticamente llanas a otras con pendientes del 35-40%, la vegetación oscila desde cultivos abandonados y matorrales subseriales hasta repoblaciones de pinos. Todo ello da lugar a una gran variedad en la tipología de sus suelos, de entre los que destacan los Regosoles calcáricos que definen la unidad. Junto a ellos se pueden presentar: Regosoles eútricos, sobre filitas y esquistos (hojas de Vélez Rubio y Adra); Leptosoles líticos y calcáricos sobre materiales cementados (hojas de Vélez Rubio, Baza, Cantoria, Huércal Overa, Fiñana, Garrucha, Almería y Adra); Calcisoles háplicos sobre los



mismos materiales anteriores y con horizonte cálcico; Leptosoles réndzicos, si se conserva el epipedón móllico (Cantoria y Carboneras); Gipsisoles háplicos cuando se desarrollan sobre margas con yeso (Vera y Garrucha); Solonchaks háplicos en condiciones de escaso drenaje y acumulación de sales más solubles que el yeso (Vera y Garrucha); Luvisoles crómicos sobre conglomerados con cantos de cuarzo (Roquetas de Mar), y Vertisoles crómicos y Cambisoles crómicos sobre margas miocénicas y limos y arcillas del cuaternario (Sorbos y Garrucha).

28. Regosoles calcáricos y Regosoles eútricos. Al igual que la anterior, es una unidad muy compleja ya que se forma sobre una gran variedad de materiales geológicos, aunque los suelos dominantes no presentan más que un epipedón ócrico. En función del material original, los suelos

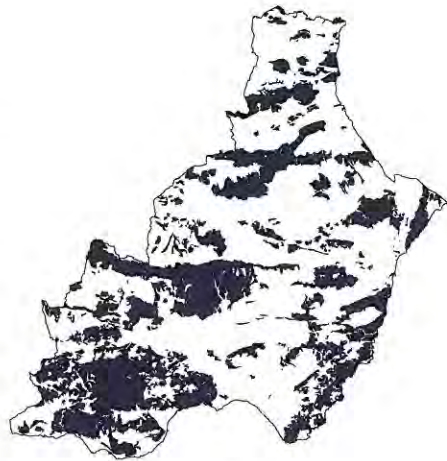
dominantes serían Regosoles calcáricos sobre calizas, conglomerados, filitas y calcoesquistos, y Regosoles eútricos sobre cuarcitas, gneises, metabasitas, serpentinitas y esquistos. En general, las pendientes son bastante variables (desde el 6% hasta el 50%) y la vegetación natural es muy escasa debido a que ha estado cultivada casi en su totalidad. En las zonas más erosionadas, la roca compacta y dura puede aparecer dentro de los primeros 25 cm, dándole al suelo la categoría de Leptosol calcárico, eútrico o incluso lítico. Dada la complejidad de la unidad, se pueden encontrar otros suelos más evolucionados como Calcisoles háplicos y Cambisoles eútricos y crómicos (asociados a los afloramientos de rocas volcánicas de las Zonas Internas), e incluso Luvisoles crómicos asociados a restos de glacia.

29. Regosoles eútricos. Se suele asociar a la unidad anterior pero, en este caso, el predominio de cuarcitas, filitas, micaesquistos y rocas volcánicas es prácticamente total. Las pendientes están comprendidas entre el 13% y el 50%, configurando un paisaje de colinado a fuertemente colinado. En ocasiones está cultivada de almendros y en otros casos presenta un matorral serial-subserial de baja cobertura con restos de encinas, escasas repoblaciones de pinos y pequeñas zonas de cereales. Al igual que en la unidad anterior, se pueden encontrar también Leptosoles líticos y eútricos (Chirivel, Vélez Rubio, Macael, Garrucha y Adra), Cambisoles eútricos (Chirivel, Vélez Rubio o Carboneras) y crómicos (Gérgal y Adra), Luvisoles crómicos asociados a vaguadas y depresiones (Chirivel, Cantoria y Vélez Rubio), Regosoles calcáricos asociados a afloramientos filíticos con contenidos significativo en carbonato cálcico (Guadix y Vélez Rubio), y Phaeozems háplicos sobre coluvios de materiales volcánicos miocénicos (Cabo de Gata).

MISCELÁNEA. En esta unidad se incluyen aquellas zonas en las que el suelo ha sido fuertemente disturbado por la acción del hombre, como son: a) urbanizaciones y edificaciones, especialmente importantes en las zonas de expansión turística o industrial, como ocurre en las hojas de Mojácar, Roquetas, Carboneras, Adra, Cabo de Gata y Pozo de los Frailes; b) canteras, las más importantes de las cuales son las de mármol de Macael, en la hoja del mismo nombre; c) minas y restos de fundiciones, como las de Rodalquilar (hoja de Carboneras), Las Herrerías, El Arteal y Palomares (hoja de Garrucha), Las Menas de Serón (hoja de Macael) o minas de la Gabiarra y Almirez (hoja de Aldeire); d) enarenados y cultivos forzados bajo plástico, que se concentran en el poniente y levante de la provincia, especialmente en el Campo de Dalías (hoja de Roquetas de Mar), Campo de Níjar (hojas de Carboneras y Almería) o zona del río Adra (en la hoja del mismo nombre); e) salinas (Cabo de Gata o Roquetas de Mar) o embalses (Cuevas de Almanzora o Benínar). Según la clasificación FAO (1999), algunos de estos suelos pueden incluirse dentro del grupo Antrosoles, al presentar un horizonte térrico formado por adición de abonos terrosos, compost o barro por un largo periodo de tiempo, con una diferenciación textural no uniforme en profundidad y una saturación en bases mayor del 50%, como le ocurre a los suelos de los cultivos enarenados o bajo plástico.

UNIDADES TAXONÓMICAS

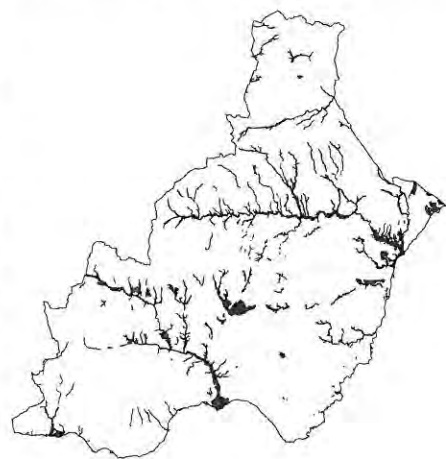
Leptosoles. Son suelos limitados en profundidad por un contacto lítico dentro de los primeros 25 cm, o con menos del 10% de tierra fina hasta una profundidad de 75 cm. Por tanto, se trata de suelos asociados a las zonas más erosionadas, por lo que, en una provincia tan erosionada como la de Almería, suelen ser los suelos más abundantes y se reparten por toda su superficie. Se desarrollan sobre todos los tipos de materiales, a excepción de los blandos con texturas finas (margas, arcillas, etc.), y en pendientes muy abruptas (>25%). La vegetación suele ser un pastizal-matorral de escasa cobertura (15-20%). En ellos se pueden diferenciar los *Leptosoles líticos*, cuando la roca continua y dura está dentro de los primeros 10 cm; cuando la roca se presenta entre 10 y 25 cm, se clasificarían como *Leptosoles eútricos*, si no presentan carbonatos y el grado de saturación es superior al 50%, como *Leptosoles calcáricos* si están carbonatados, como *Leptosoles réndzicos* si se desarrollan sobre materiales altamente carbonatados y presentan en superficie un horizonte de 10 cm o más que cumpla las características del móllico, como *Leptosoles úmbricos* si no están carbonatados y el horizonte superficial (>10 cm) cumple las características del úmblico, como *Leptosoles dístricos* si sólo tienen un epipedón ócrico con un grado de saturación menor del 50%, y *Leptosoles eútricos* si sólo tienen un ácrico con un grado de saturación menor del 50%.



Leptosoles

Vertisoles. Se caracterizan por presentar un elevado contenido en arcilla (mayor del 30%) capaz de variar considerablemente su espaciado basal con la humedad (esmedtitas), lo que origina importantes cambios de volumen y la aparición, cuando se secan, de anchas grietas que penetran profundamente en el suelo. Están muy escasamente representados en la provincia, siendo los *Vertisoles cálcicos* los únicos descritos. Se localizan al norte y al este del Río de las Aguas y están dedicados fundamentalmente al cultivo de cereales. Se forman sobre arcillas y limos cuaternarios y margas miocénicas. La textura es arcillo-limosa y la estructura en bloques angulares con superficies de presión muy bien desarrolladas. En profundidad presentan acumulación de CaCO_3 .

Fluvisoles. Agrupa a todos los suelos formados sobre sedimentos aluviales (fluviales, marinos y lacustres) y que reciben material fresco a intervalos regulares, o lo han recibido en un pasado reciente. El material suele estar estratificado y el contenido en materia orgánica varía irregularmente con la profundidad, al igual que el porcentaje de los diferentes tamaños de partícula, incluida la grava. Suelen ser profundos y muestran un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico. Dentro de ellos se pueden diferenciar los *Fluvisoles calcáricos*, que



Fluvisoles

presentan CaCO_3 entre 25 y 50 cm de profundidad, y los *Fluvisoles eútricos*, sin carbonatos pero con una saturación del complejo de cambio superior al 50% con el calcio es el catión dominante.



Solonchaks

Solonchaks. Se trata de suelos con elevada salinidad (conductividad del extracto de saturación a 25 °C >4 dS/m) que, por lo general, aumenta en profundidad, aunque es frecuente que la evaporación tienda a concentrar las sales en superficie, formando incluso costras salobres. Dado que es frecuente encontrarlos en zonas endorreicas próximas al mar, pueden presentar o no una capa freática dentro de los primeros 100 centímetros. Cuando se presentan características hidromórficas el suelo se clasifica como *Solonchak gléyico*, con salinidad muy elevada ($\text{CE}_{\text{es}} > 90$ dS/m), costras salinas en superficie y manchas ocreas de óxido-reducción sobre una matriz gris a partir de los primeros 50 cm.

Aparecen representados en los alrededores de las Salinas de Acosta hasta la laguna próxima al Cortijo de Pujaire, y también en pequeñas zonas a lo largo de la costa (desde Aguadulce a Guardias Viejas). La vegetación está caracterizada por *Arthrocnemum fucticosum* y otras especies halófilas (géneros *Suaeda*, *Salsola*, *Atriplex*, *Frankenia*, *Limonium*, etc.). Dado que se desarrollan en un clima fundamentalmente árido, cuando no existe hidromorfía el suelo tendería a clasificarse como *Solonchak arídico*, excepto en aquellos casos en que el sodio de cambio supera el 15% o el $\text{Na} + \text{Mg}$ superan el 50% dentro de los primeros 50 cm (*Solonchak sódico*). Cuando no se dan propiedades áridas ni hidromorfía, el suelo se clasificaría como *Solonchak háplico*.

Gleysoles. Estos suelos se caracterizan por la presencia de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm. Se localizan en el piso oromediterráneo, donde el deshielo asegura surgencias de agua casi permanentes, que a su vez tienden a encharcar las depresiones endorreicas que salpican las partes altas de las áreas montañosas. Presentan un epipedón ócrico en superficie y condiciones reductoras que se ponen de manifiesto por los colores grises con manchas amarillo-rojizas del suelo. Son ácidos ($\text{pH} \approx 5$) y desaturados ($V \approx 30\%$), por lo que se clasifican como *Gleysoles distrícos*. La abundancia de agua en estos suelos hace que se colonicen por densos prados que, en las zonas de pendiente, fijan el suelo e impiden su erosión (borreguiles).

Kastanozems. Se trata de una unidad con escasa representación en la provincia, quedando ligada a coluvios calizos localizados en zonas de umbría con una cubierta vegetal relativamente densa. En superficie desarrollan un epipedón móllico con un croma en húmedo mayor de 2, el cual se sitúa por encima de un horizonte cálcico y, en ocasiones, entre ambos aparece un horizonte árgico. Estas características hacen que estos suelos se diferencien en *Kastanozems cálcicos*, cuando únicamente presentan un móllico sobre un cálcico, y *Kastanozems lúvicos* cuando entre los horizontes anteriores aparece un árgico.

Phaeozems. Ocupan los pisos meso y supramediterráneo y se caracterizan por la presencia de un epipedón móllico sin horizonte cálcico. Dada la fuerte deforestación y

erosión que ha afectado a la provincia de Almería, estos suelos se presentan repartidos en pequeñas manchas en las que se conservan chaparrales mas o menos abiertos y también espartales con denso y profundo enraizamiento. Dentro de ellos caben destacar los *Phaeozems lépticos*, asociados a las zonas más altas (siempre por debajo de los 2000

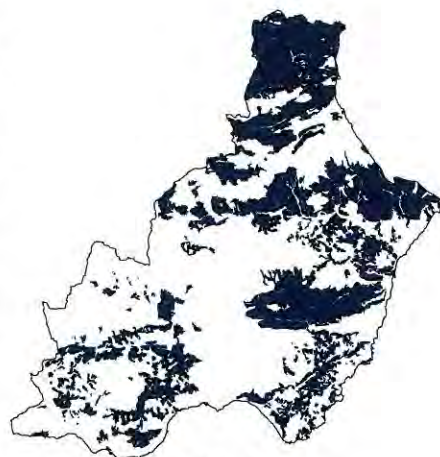


Phaeozems

metros) y erosionadas en las que la roca se presenta en los primeros 25-50 cm. Suelen ser pedregosos, con un grado de saturación mayor del 80% y $\text{pH} > 6$. Los *Phaeozems lúvicos* se desarrollan sobre calizas, anfíbolitas, etc., y por debajo del móllico presentan un horizonte lúvico. La textura suele ser franca en superficie y franco-arcillo-limosa en el Bt, indicando procesos de erosión laminar en superficie. Cuando el suelo se desarrolla sobre calizas y calcoesquistos, el perfil se presenta enteramente carbonatado y se clasificaría como *Phaeozem calcárico*.

Gipsisoles. Su principal característica es la presencia de un horizonte *yésico* (gípsico), por lo que se desarrollan sobre margas con yesos y se asocian al *karst* de yesos de Sorbas y a otros enclaves más secos. En ocasiones, junto al gípsico se suele presentar también un cámbico o un cálcico. En su vegetación destaca la presencia de gipsofitas: *Oninos tridentata*, *Gipsofila struthium*, etc. Dentro de ellos destacan los *Gipsisoles arídicos*, caracterizados por el clima extremadamente seco (desierto de Tabernas), color claro, bajo contenido en materia orgánica ($< 1\%$), textura gruesa y estructura laminar en superficie donde se llegan a desarrollar pequeñas costras. En los ambientes semiáridos se suelen formar *Gipsisoles hipergípsicos* en los que el contenido en yeso supera el 60%, y a veces presentan indicios de salinidad ($\text{CE}_{\text{es}} > 3 \text{ dS/m}$). También se ha detectado la presencia de *Gipsisoles cálcicos*, en los que el horizonte gípsico se asocia a un cálcico.

Calcisoles. Es una de las unidades taxonómicas más abundantes en la provincia de Almería debido a su clima árido o semiárido, siendo su carácter fundamental la presencia de un horizonte cálcico o petrocálcico y la ausencia de un árgico bien conservado. En las condiciones climáticas actuales es difícil pensar que exista el lavado suficiente como para formar el horizonte cálcico, por lo que suelen ser suelos muy antiguos. Los fuertes procesos de deshidratación actuales sí que pueden haber contribuido a la cristalización del carbonato y cementación del horizonte hasta el desarrollo de un petrocálcico. El carácter relicto de estos suelos se



Calcisoles

pone claramente de manifiesto cuando se conservan restos de un horizonte árgico mezclados con el cálcico. En general han sufrido intensos procesos de erosión, por lo que en ocasiones el cálcico o petrocálcico se presenta en superficie. En muchos casos, estos horizontes no se han formado exclusivamente por lavado vertical, sino que parte de los

carbonatos proceden del lavado lateral de los relieves circundantes. En función de todas estas características, los tipos más comunes son: *Calcisoles endopétricos*, en los que el horizonte cálcico está por debajo de los primeros 50 cm con estructura generalmente laminar, de colores blanco-rosáceos y cementado. Por encima pueden presentar o no un cámbico que suele estar carbonatado. La textura más común es franca, el pH básico, la capacidad de cambio baja, saturados en calcio y con baja capacidad de retención de agua. Cuando la erosión ha sido más intensa y el horizonte cálcico se sitúa en los primeros 50 cm, el suelo se clasifica como *Calcisol epipétrico*. Ambos tipos de suelos presentan propiedades agronómicas deficientes y, si bien han estado cultivados, en la actualidad están siendo abandonados por su escasa productividad. *Calcisoles lúvicos*, asociados a glaciares y a los materiales volcánicos del Cabo de Gata. La presencia en ellos de restos de un horizonte lúvico indica menores procesos de erosión que en los tipos anteriores, al tiempo que revela su carácter relicto. *Calcisoles arídicos* que están ligados a las áreas más secas de la provincia y presentan una secuencia de horizontes ócrico-cálcico. Suelen ser poco pedregosos, de textura franca, pobres en materia orgánica y nutrientes, pH en torno a 8, y a veces tienen una conductividad relativamente elevada (alrededor de 4 dS/m), por lo que se pueden ver asociados a *Solonchaks*. *Calcisoles háplicos* que pueden presentar morfologías muy variadas en las que es frecuente la presencia de un horizonte cámbico. Se desarrollan en clima semiárido y sobre materiales muy variados. Suelen ser profundos y con textura que varía de gruesa en areniscas y dolomías, a fina en margas miocénicas.

Luvisoles. Su carácter fundamental es el de presentar un horizonte árgico, de color rojo y recubrimientos iluviales de arcilla en los poros. Se suelen asociar a las superficies antiguas de tipo glacis, siendo muy frecuente el desarrollo de un horizonte cálcico o petrocálcico por debajo del árgico. En general están erosionados y es el horizonte Bt el que se presenta en superficie, aunque empardecido por la incorporación de materia orgánica. En ocasiones, la erosión ha eliminado casi completamente el horizonte árgico del que sólo quedan restos mezclados con el calcio o incluso ha desaparecido totalmente, pasando el suelo a clasificarse como *Calcisol*. Cuando la secuencia de horizontes es ócrico-árgico-cálcico, el suelo se encuadra en la categoría de *Luvisoles cálcicos* en los que, por lo general, los horizontes superficiales están descarbonatados, aunque suelen presentarse ligeras recarbonataciones superficiales. Cuando la secuencia de horizontes es solamente ócrico-árgico, el suelo se clasifica como *Luvisol crómico*, ya que el color del horizonte Bt es más rojo que 7,5YR. Los relieves sobre los que se forman ambos tipos de *Luvisoles* son relativamente suaves, por lo que suelen estar cultivados de almendros, vides y olivos. Suelen ser pedregosos, muy pobres en materia orgánica (sobre todo el horizonte Bt), de pH neutro o ligeramente alcalino, con el complejo de cambio saturado en calcio y capacidad de retención de agua relativamente elevada.

Umbrisoles. Se caracterizan por la presencia de un epipedón úmbrico, lo que los relega a las zonas más húmedas y lavadas por encima de los 2000 m de altitud. En general son poco potentes y el contacto lítico se suele presentar dentro de los primeros 50 cm, por lo que el tipo dominante es el *Umbrisol léptico*. Son pedregosos, con secuencia de hori-



Luvisoles

zontes ACR que, en ocasiones, pasa a ABwCR. Si bien están desaturados, el calcio sigue siendo el catión de cambio dominante. Suelen asociarse a *Regosoles dístricos* y *Leptosoles úmbricos*.

Cambisoles. Se caracterizan por presentar un horizonte cámbico que se diferencia del horizonte subyacente por estar más o menos descarbonatado, presentar un croma más elevado, textura más fina (mayor contenido en arcilla) o un mayor desarrollo de estructura. Dentro de ellos, los tipos más representativos son: *Cambisoles vérticos*, localizados en el valle del Almanzora sobre margas y margocalizas ricos en arcillas esmectíticas, pero en los que las propiedades vérticas (grietas) no se extienden a todo el *solum*. Son suelos plásticos, adherentes y muy duros cuando están secos, lo que condiciona su uso agrícola. Es frecuente que en profundidad se presente una cierta salinidad, aunque sin sobrepasar los 4 dS/m de conductividad. Cartográficamente se suelen alternar con *Regosoles calcáricos*. *Cambisoles gléicos*, asociados a una cuenca endorreica al NO de la Sierra de Gádor que se ha rellenado de los materiales finos erosionados de los relieves circundantes. Han estado cultivados, pero en la actualidad están casi todos abandonados y siendo colonizados por un pastizal con algunas especies de juncos. La hidromorfia se presenta por debajo de los primeros 50 cm y se pone de relieve por la presencia de manchas rojizas y grises, junto a nódulos de hierro y, sobre todo, de manganeso. El perfil está carbonatado y el pH oscila entre 7 y 8. *Cambisoles calcáricos* que se desarrollan principalmente sobre coluvios calizo-dolomíticos, margas y conglomerados. Cuando se desarrollan en laderas de cierta pendiente, se asocian a *Regosoles* y *Leptosoles calcáricos*, mientras que en menores pendientes se suelen asociar a *Calcisoles* e incluso *Gipsisoles* y *Solonchaks*. Están repartidos por casi toda la provincia y se suelen dedicar al cultivo de almendros, viñas y olivos, mientras que las áreas sin cultivar suelen estar repobladas o cubiertas de un matorral heliófilo. En general son suelos profundos, de textura franca, bien drenados, con capacidad de cambio en torno a $15 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$, complejo de cambio saturado en calcio y pH en torno a 8. *Cambisoles crómicos* que presentan un hue más rojo que 7,5YR y se suelen desarrollar sobre calizas, mármoles y peridotitas. El horizonte Bw suele presentar textura franca y estructura en fuertes bloques, generalmente angulares. Los contenidos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio son relativamente bajos, mientras que el calcio es el catión dominante, aunque el magnesio es muy elevado en las peridotitas, y el pH está en torno a 7,5. *Cambisoles dístricos* que se desarrollan sobre los materiales metamórficos del Complejo Nevado-Filábride, por encima de los 2000 m. Son pedregosos y se asocian a los *Cambisoles lépticos* en los que el contacto lítico se presenta en los 25-100 cm superficiales. Presentan una textura gruesa (generalmente franco arenosa) y la estructura en bloques subangulares está poco desarrollada. Son ácidos ($\text{pH} < 6$) y la vegetación está constituida por los típicos piornales. *Cambisoles eútricos* que, al igual que en la tipología anterior, se desarrollan fundamentalmente sobre los materiales del Complejo Nevado-Filábride, pero a cotas inferiores a los 2000 metros. Son también pedregosos, aunque la textura es algo más rica en arcilla que los dístricos. El pH está comprendido entre 6,0 y 7,5, el calcio es el catión dominante y la

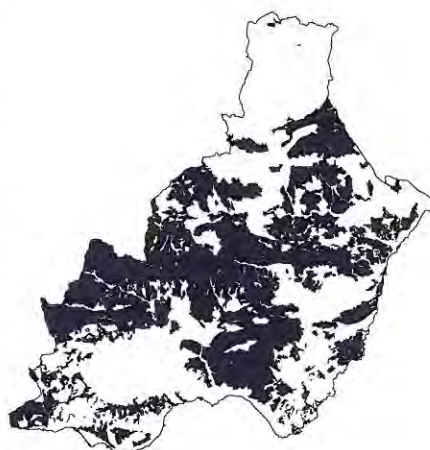


Cambisoles

vegetación está constituida por encinar-adenocarpal-piornal. En muchos casos estos suelos están aterrizados y repoblados de pinos, lo que ha destruido el suelo original y lo ha transformado en un *Regosol eútrico*.

Arenosoles. Son suelos de textura arenoso franca o más gruesa, profundos en la mayoría de los casos (mas de 100 cm) y con estructura poco o nada desarrollada (grano suelto). Se suelen asociar a dunas y el contenido en CaCO_3 es inferior al 10%. Su capacidad de cambio es muy baja y están saturados en calcio, aunque con contenidos relativamente elevado en magnesio y sodio. El pH suele oscilar entre 8,0 y 8,5. Dentro de ellos, y en función del color, se pueden diferenciar los *Arenosoles arídicos* y los *álbicos*; estos últimos son blancos, con value de 7 o más y croma menor de 3. En ocasiones, por debajo del material arenoso se presentan materiales más finos y ricos en sales, con conductividad en torno a 4 dS/m. En otros casos el depósito arenoso se sitúa sobre un contacto lítico.

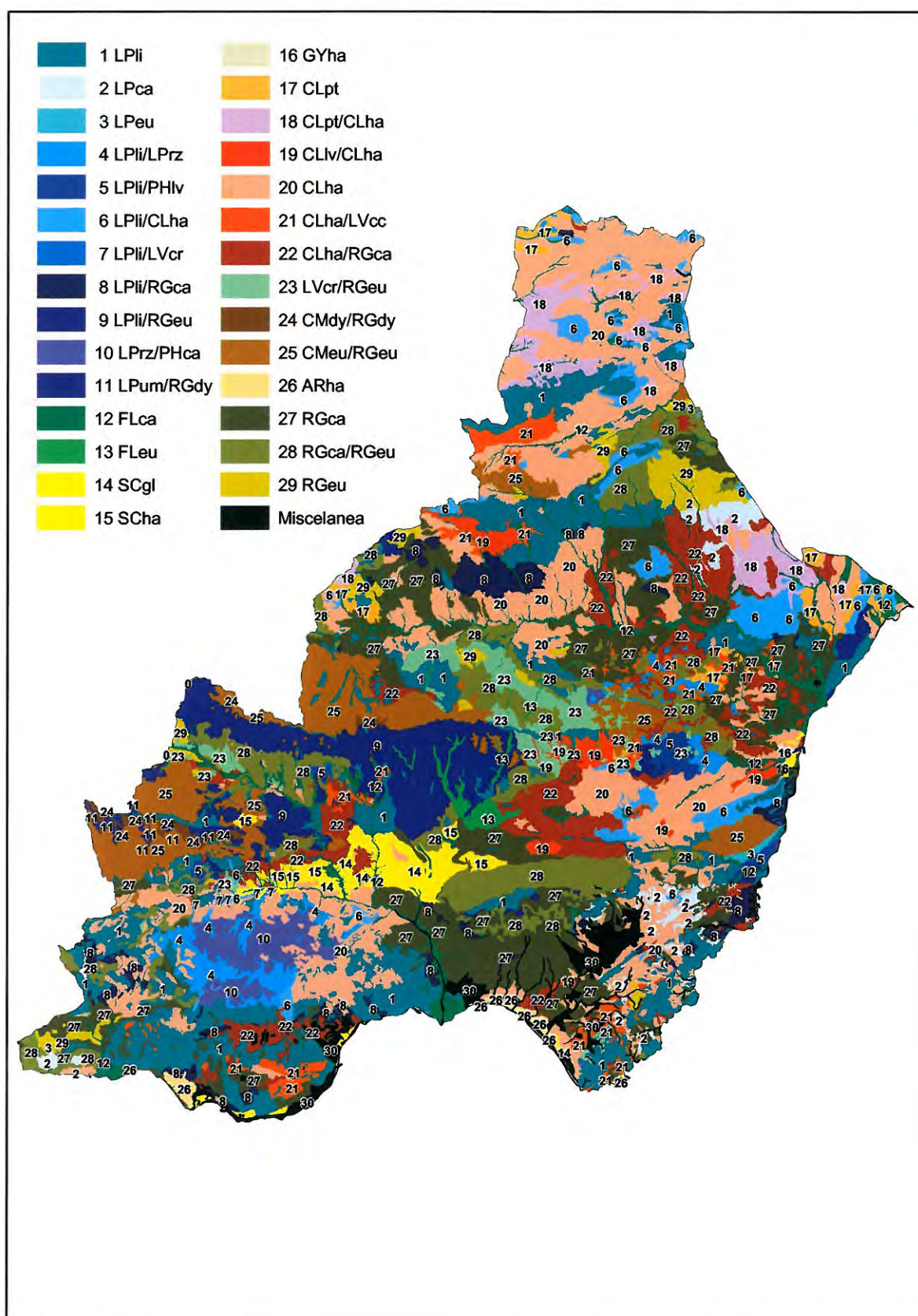
Regosoles. Son suelos formados a partir de materiales no consolidados que únicamente presentan un epipedón ócrico. Se presentan en casi todos los materiales, ácidos y básicos, que se pueden encontrar en la provincia de Almería. Dentro de ellos existe gran variedad en función del tipo de roca, del relieve y de la actuación antrópica. Así, los *Regosoles líticos* se presentan en pendientes relativamente fuertes, lo que condiciona una erosión relativamente intensa y escaso desarrollo del suelo. Presentan un contacto lítico dentro de los primeros 50 cm, pedregosidad elevada y de bajo a medio contenido en materia



Regosoles

orgánica, aunque suele aumentar con la altitud. En rocas carbonatadas y con fuertes pendientes se suelen asociar a *Regosoles calcáricos* y *Leptosoles calcáricos*, *móllicos* o *réndzicos*, en función del tipo de epipedón, mientras que en zonas de menor pendiente se asocian a *Calcisoles* y *Cambisoles calcáricos*. En materiales ácidos por encima de los 2000 m se suelen asociar a *Leptosoles*, *Regosoles distrícos* e incluso *Umbrisoles*. Los *Regosoles antrópicos* se asocian a vertederos de basuras (*R. antrópico-redúcticos*), a residuos de minas que son relativamente abundantes en Almería (*R. antrópico-espólicos*), a arados profundos (*R. antrópico-áricos*), y a residuos de las numerosas urbanizaciones que se están realizando en la provincia (*R. antrópico-úrbicos*). Los *Regosoles gipsíricos* desarrollados sobre margas con yesos son suelos potentes, calcáricos, de pH básico y conductividad eléctrica del extracto de saturación en torno a 2,5 dS/m. Se suelen asociar a *Regosoles calcáricos* y a otros suelos con horizonte cálcico (*Calcisoles arídicos*). Los *Regosoles calcáricos* son uno de los tipos de suelos más extendidos en la provincia y se asocian a materiales calcáreos no consolidados (margas, margocalizas, derrubios, etc.) en superficies que han sufrido intensos procesos de erosión. El contenido en materia orgánica es relativamente bajo, pero la capacidad de cambio puede ser elevada debido a la fina textura de muchos de ellos, y el complejo de cambio está saturado en calcio. El pH se sitúa entre 7,0 y 8,5. Se suelen asociar a *Calcisoles*, *Cambisoles* e incluso *Gipsisoles*. Suelen estar cultivados, bien de olivos en las áreas de textura más fina, o de almendros en las zonas de textura más gruesa y elevada pedregosidad. También son frecuentes áreas de matorral que, al aumentar la

altitud, se sustituyen por encinares aclarados y repoblaciones. Los *Regosoles dístricos* se desarrollan sobre materiales ácidos en cotas superiores a 2000 m, son muy pedregosos y suelen asociarse a *Regosoles lépticos* y *Leptosoles dístricos* en las áreas más erosionadas. Suelen estar repoblados de pinos y la vegetación natural es un piornal típico de la alta montaña del sureste peninsular. Por último, los *Regosoles eútricos* se suelen asociar igualmente a materiales ácidos, pero a cotas inferiores a 2000 metros. También se pueden encontrar en los sectores erosionados de rocas volcánicas y ultrabásicas. Suelen ser pedregosos y con muy escasa diferenciación del perfil.



Mapa 14. Mapa de suelos de la provincia de Almería

Fuentes consultadas

- Aguilar, J.; Martín, F. y Sierra, M. (2004).**- *Mapa de suelos de Almería, esc. 1:100000*. Depto. de Edafología y Química agrícola. En prensa.
- Alcaraz, F.; Díaz, T.E.; Rivas Martínez, S. y Sánchez Gómez, P. (1989).**- *Datos sobre la vegetación del sureste de España: provincia biogeográfica Murciano-Almeriense*. Itinera Geobotánica, 2: 5-133.
- Banda, E.; Udías, A.; Mueller, S.; Mezcuá, J.; Boloix, M.; Gallart, J. y Aparicio, A. (1983).**- *Crustal structure beneath Spain from deep seismic sounding experiments*. Phys. Earth Planet. Inter. 31. pp. 277-280.
- Barragán Bazán, G. (1997a).**- *Evolución Geodinámica de la depresión de Vera Provincia de Almería. Cordilleras Béticas*. Tesis. U. Granada. Inéd. p.698.
- Barragán Bazán, G. (1997b).**- *Algunos datos sobre la actividad hidrotermal pliocena al oeste de Cuevas del Almanzora. Encuadre geológico y cronológico de las manifestaciones magmáticas e hidrotermales de la depresión de Vera (Provincia de Almería)*. Recursos Naturales y Medio Ambiente en el Sureste Peninsular. pp.205-223.
- Berrad, F. y García Rossell, L. (1997).**- *Badlands en la provincia de Almería: ¿Paisaje a proteger o modelado a destruir?*. Recursos Naturales y Medio Ambiente en el Sureste Peninsular. Edt.Ins. Est. Alm. pp. 455- 469.
- Blumenthal, M. (1927).**- *Versuch einer tektonischen Gliederung der Betischen Cordilleren von Central und Südwest Andalusien*. Ecl. Geol. Helv.20.pp. 487-592.
- Bousquet, J.C. y Montenat, C. (1974).**- *Présence de décrochements NE-SW plio-quadernaires dans les Cordillères Bétiques Orientales. Extension et signification générale*. C. R. Acad. Sci. Paris. 278. pp. 2617-2620.
- Brouwer, H.A. (1926).**- *Zur tectonic der beischen Kordilleren*. Geol. Rundsch.17. pp. 331-336.
- Castro Nogueira, H. (1993).**- *Las salinas del Cabo de Gata*. Tesis. Doct.. Inst. Est. Alm. p. 529.
- De la Puente Ponz, P.A. (1772).**- *Viaje de España, o Cartas, en que se da noticia de las cosas mas apreciables, y dignas de saberse que hay en ella*. 8 vols. Joaquín Ibarra. Madrid.
- Douville, R. (1906).**- *Esquisse géologique des Préalpes Subbétiques (Partie Central)*. Thèse. París. p. 214.
- Durand-Delga, M. (1963).**- *Essai sur la structure des domaines émergès autour de la Méditerranée occidentales (Resumé)*. Geol. Rundsch. 53. pp. 534-535.

- Egeler, C.G. y Simón, O.J. (1969).**- *Orogenic evolution of the Betic zone (Betic Cordilleras, Spain), with emphasis on the nappe structures*. Geol. Mijnb. 48.
- Echegaray, J. (1851).**- *Memoria sobre las causas de la sequía de las provincias de Almería y Murcia y los medios de atenuar sus efectos*. Ministerio de Comercio. Madrid. Archivo Municipal de Almería. Legajo1008. Pieza 47.
- Espelius, J.A. (1759).**- *Carta Geographica, General de los Pueblos, Montes, y sus principales Arboledas que comprenden la Provincia de Marina de Almería*. Biblioteca Nacional. Madrid.
- Espelius, J.A. (1765).**- *Mapa o carta Corographica que comprende todas las provincias que componen el Departamento de Marina de Cádiz*. Biblioteca Nacional. Madrid.
- Esteban, M. (1996).**- *An overview of Miocene reefs from Mediterranean areas: general trends and facies models*. SPM. Concepts in Sedimentology and Paleontology. 5. pp. 3-53.
- Excma. Diputación Provincial de Almería (Dir. Gral. De la Prod. Agraria) (1982).**- *Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Almería, esc. 1:200.000*. Publicaciones del MAPA. Madrid.
- Fallot, P. (1918).**- *Au sujet de l'age des phénomènes de charriage de la chaine bétique*. C. R. som. S. G. F. pp. 168-169.
- Fallot, P. (1930).**- *Etat, des nos connaissances sur la structure des chaînes Bétique et Subbétique*. Livre Jubilaire Soc. Geol. France. pp. 279-305.
- Fallot, P. (1948).**- *Les Cordilleres Bétiques*. Est. Geol. nº. 8. pp. 83-172.
- Fernández Soler, J. M. (1996).**- *El volcanismo calco-alcalino en el parque natural de Cabo de Gata-Níjar (Almería) Estudio volcanológico y petrológico*. Soc. Alm. His. Nat. p. 295.
- Ferré Bueno, E. (1979).**- *El valle del Almanzora*. Estudio Geográfico. Tesis. Doct. U. De Granada. Ed. Diputación de Almería. p. 495.
- Ferré E.; Diez, B. y Asensi, A. (1985).**- *Relaciones geomorfología-vegetación en el litoral sudeste de la provincia de Almería (España)*. Documents Phytosociologiques, N. S., 9. pp. 445-454.
- García Dueñas, V.; Balanya, J.C. y Martínez, J.M. (1992).**- *Miocene extensional detachments in the outcropping basement of the northern Alboran Basin (Betics) and their tectonic implications*. Geo Marine Letters. 12. pp. 88-95.
- García Navarro, A. (1996).**- *Contribución al conocimiento glaciar de Sierra Nevada a través de los escritos de viajeros del siglo XVIII y mediados del XIX*. 1ª Conferencia Internacional de Sierra Nevada. Universidad de Granada-Sierra Nevada 1996. Granada, V. IV, pp. 107-116.

- Gil, C.; Oyonarte, C.; Pinto-Vidal, V.; Romero, R.Y. (2005).**- *Atlas provincial de los suelos de Almería*. Instituto de Estudios almerienses. Excm. Diputación Prov. De Almería. En prensa.
- Gonzalo Tarin, J. (1878).**- *Apuntes Físico-Geológicos Referentes a la zona central de la provincia de Almería. Parte Física. Situación, Límites y Extensión*. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España. pp. 209-343.
- Howard, A.D. (1967).**- *Drainage Analysis in Geologic interpretation a summation*. Bull. Am. Assoc. Petroleum Geologist. Tulsa. Vol.51. nº. 11. pp. 2246 – 2259.
- IGME (1982).**- *Mapa Geocientífico del Medio Natural. Provincia de Almería*. Esc: 1:100.000. T.I. p. 52.
- Kleverlaan, K. (1989).**- *Neogene history of the Tabernas basin (SE Spain) and its Tortonian submarine fan development*. Geologie en Mijnbouw.68.pp.421-432.
- Kleverlaan, K. (1987).**- *Gordo Megabed: a possible seismite in a Tortonian submarine fan, Tabernas Basin, Province Almería, SE Spain*. Sedimentary Geology. Vol. 51. pp. 165-180.
- Kleverlaan, K. (1989).**- *Three distinctive feeder-lobe systems within one time silice of the Tortonian Tabernas fan, SE Spain*. Sedimentology. 36. pp. 24-45.
- Larouziere, F. D.; Bolze, J.; Bordet, P.; Hernandez, P.; Montenat, C. y Ott D'Estevou, P. (1988).**- *The Betic segment of the lithospheric Trans-Alboran shear zone during the Late Miocene*. Tectonophysics. 152. pp. 41-52.
- Madoz, P. (1845-1850).**- *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. Ámbito Ediciones, S.A. (Edic.facsímil). Salamanca.
- Martín Penela, J.A. (1994).**- *Pipe and gully systems development in the Almanzora Basin (Southeast Spain)*. Z. Geomorph. N. F. 38. 2. pp. 207-222.
- Martín Penela, J.A; Rodríguez Fernández, J.; Barragán Bazán, G.; Pascual, A. y Guerra-Mechan, A. (1997).**- *El registro sedimentario de las cuencas neógenas de la provincia de Almería*. Recursos Naturales y Medio Ambiente en el Sureste Peninsular. pp.169-183.
- Martín, J.M.; Braga, J.C. y Sánchez Almazo, I. (1999).**- *The Messinian record of the outcropping marginal Alboran basin deposits: Significance and Implications*. Proceeding of the Ocean Drilling Program. Scientific. Results. Vol. 161. pp. 543-551.
- Martínez Frías, J.; García Guinea, J.; López Ruiz, J. y Reynolds, G.A. (1992).**- *Discovery of fossil fumaroles in Spain*. Economic Geology. 87. pp. 444- 446.

- Montenat, C.; Ott D'Esteveu, P. y Masse, P. (1987).**- *Tectonic-sedimentary characters of the Betic Neogene Basins evolving in a crustal transcurrent shear zone (SE Spain)*. Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine. 11. pp. 1-22.
- Mota, J.F. y Valle, F. (1987).**- *Estudio botánico-ecológico de las cuencas altas de los ríos Bayárcal, Paterna y Andarax (Sierra Nevada almeriense)*. Diputación provincial de Almería. Almería.
- Mota, J.F.; Gómez Mercado, F.; Valle, F. y Castillo, M.A. (1990).**- *Síntesis y evolución del paisaje orófilo en las montañas calcáreas de Andalucía*. I Congreso de Ciencia del Paisaje. Monografies de l'EQUIP 3, 2. pp. 505-513.
- Nadal, J. (1981).**- *Andalucía paraíso de los metales no ferrosos*. En Historia de Andalucía. T. VII. Ed. Planeta. 460.
- Nicles, R. (1902).**- *Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans la zone subbetique*. C. R. Ac. Sc. T. 134. p. 493.
- Pascual Molina, A. (1997).**- *La cuenca neógena de Tabernas*. Tesis. Doct. U. Granada. Inéd. p. 360.
- Puga, E.; Díaz de Federico, A. y Fontboté, J. M. (1974).**- *Sobre la individualización y sistematización de las unidades profundas de la Zona Bética*. Est. Geol. 30. pp. 543-548.
- Rivas Martínez, S. (1987).**- *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España 1:400.000*. ICONA. Madrid.
- Rodríguez Fernández, J.; Comas, C. M.; Soria, A.; Mingorance, J.; Martín Pérez, J.A. y Soto, J.I. (1999).**- *The sedimentary record of the Alboran Basin: An attempt at sedimentary sequence correlation and subsidence analysis*. Proceeding of the Ocean Drilling Program. Scientific. Results. Vol. 161. pp. 69-76.
- Sagredo, R. (1987).**- *Flora de Almería*. Diputación Provincial de Almería. Almería.
- Sánchez Gómez, S.; Simón Torres, M.; García Fernández, I. y Gómez Ortiz, A. (1988).**- *Morfogénesis de un sistema nival de Sierra Nevada: Laguna Seca*. Cuaternario y Geomorfología. Vol. 2. nº. 1-4. pp. 99-105.
- Sanz de Galdeano, C. (1993).**- *Principal Geological Characteristic of the Betic Cordillera*. Some Spanish Karstic Aquifers. U. Granada. pp. 1-17.
- Sanz de Galdeano, C. (1983).**- *Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas*. Est. Geol. 39. pp. 157-165.
- Sanz de Galdeano, C. (1990).**- *Geologic Evolution of the Betic Cordilleras in the Western Mediterranean, Miocene to the present*. Tectonophysics. 172. pp. 107-109.
- Schulte, L. (2002).**- *Evolución cuaternaria de la depresión de Vera y de Sorbas oriental (SE-Península Ibérica)*. Publicacions U. Barcelona. p. 251.

- Serrano, I.; Zhao, D.; Morales, J. y Torcal, F. (2003).**- *Seismic tomography from local crustal earthquakes beneath eastern Rif Mountains of Morocco*. Tectonophysics. 367. pp. 187–201.
- Simón Torres, M.; Sánchez Gómez, S.T.; Sánchez Garrido, J.A.; Del Moral Torres, F.; Marañés Corbacho, A. y García Fernández, I. (1998).**- *Caracterización geomorfoedáfica de las Algaidas: Interacción con la capa freática y la vegetación en el sureste peninsular. (Provincia de Almería)*. Investigaciones recientes de la Geomorfología Española. pp. 557–568.
- Tricart, J. (1994).**- *Introducción al periglacialismo mediterráneo*. Periglacialismo en la Península Ibérica y Baleares. Ed. Univ. de Granada. p. 216.
- Torres Palomo, M.P. (1995-1996).**- *Sierra Nevada en los escritores árabes*. Miscelánea de Estudios Árabes y Hebraicos, XVI-XVII (1), pp. 57-88.
- Valle, F.; Algarra, J.A.; Arrojo, E.; Asensi, A.; Cabello, J.; Cano, E.; Cañadas, E.M.; Cueto, M.; Dana, E.; De Simon, E.; Díez-Garretas, B.; García-Fuentes, A.; Giménez-Luque, E.; Gómez-Mercado, F.; Jiménez-Morales, M.N.; Linares, J.E.; Lorite, J.; Melendo, M.; Montoya, M.C.; Mota, J.F.; Navarro, F.B.; Peñas de Giles, J.; Salazar, C.; Torres, J.A. (2003).** *Mapa de series de vegetación de Andalucía*. Ed. Rueda S.L.Madrid.
- Van Bemmelen, R.W. (1927).**- *Bijdrage tot de Geologie der Betische Ketens in de Province Granada*. Tesis. Univ. Delft. p. 176.
- Van de Poel, H.M. (1994).**- *Messinien marginal-marine and continental facies and their stratigraphy in the Eastern Almeria Province (SE Spain)*. Tesis doct. Univ. Vrije. Amsterdam. Srata. p. 698.
- Viedma Muñoz, M. (1998).**- *Análisis de las direcciones de los vientos en Andalucía*. Nimbus. nº 1. pp. 153-168.
- Wilson, L. (1969).**- *Les relations entre les processus geomorphologiques et le climata moderne comme methode de Paleoclimatologie*. Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn. (2). V. XI. Fasc. 3. pp. 303-314.

