

Itinerarios edáficos por el Alto Aragón

David Badía Villas (coord.)

José Antonio Cuchí ■ Paloma Ibarra ■ Luis Alberto Longares
■ Felipe Macías ■ Clara Martí ■ José Luis Peña ■ Carmen Pérez
■ Rosa María Poch ■ David Romero ■ Carlos Sancho ■
Miguel Ángel Saz ■ Juan Silva

Itinerarios edáficos por el Alto Aragón

David Badía Villas (coord.)

José Antonio Cuchí ■ Paloma Ibarra ■ Luis Alberto Longares
■ Felipe Macías ■ Clara Martí ■ José Luis Peña ■ Carmen Pérez
■ Rosa María Poch ■ David Romero ■ Carlos Sancho ■
Miguel Ángel Saz ■ Juan Silva

Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo 28



INSTITUTO DE ESTUDIOS
ALTOARAGONESES
Diputación de Huesca

Los **Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo** tienen, sobre todo, una vocación didáctica; están concebidos para enseñar —si es posible, deleitando— de una manera sencilla; pretenden poner al alcance de cuantos se asomen a ellos los más variados temas de la realidad pasada y presente del solar en el que nacen, tierras llanas y quebradas de Huesca. Mas, a pesar de su sencillez, no renuncian ni un ápice a la rigurosidad de sus contenidos.

Los **Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo** no desdeñan los datos y detalles pequeños y elementales, siempre necesarios para el tratamiento analítico de cualquier tema, pero se interesan también, y mucho, por las ideas y los métodos de trabajo. Tienen, por lo tanto, otra intención: la de *alentar el espíritu crítico*.

Los **Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo** *hablarán de cosas múltiples*. De piedras seculares y de odres para aceite y vino; de valles y plantas medicinales; de gentes anónimas y sus comidas, juegos y refranes. De los ríos, tal vez...

Los **Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo** *quieren incitar* a recorrer, recoger, guardar y admirar; a preguntarse por las cosas; a que cada cual, movido por la curiosidad, trabaje a su manera por defender la cultura de todos.

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS)
 Universidad de Zaragoza
 Gobierno de Aragón Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad
 Diputación de Huesca
 INIA – Ministerio de Ciencia e Innovación
 MultiCaja - Caja Rural Aragonesa y de los Pirineos
 Geoparque de Sobrarbe
 Comarca de Sobrarbe
 Comarca del Somontano de Barbastro
 Comarca del Bajo Cinca / Baix Cinca
 Comarca de la Hoya de Huesca / Plana de Uesca

© Los autores, 2009

© De esta edición: Instituto de Estudios Altoaragoneses (Diputación de Huesca)

Colección: “Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo”, 28

Director: Juan Manuel Lantero Navarro

Diseño de la colección: 3 me llevo!

Textos y fotografías: David Badía, José Antonio Cuchí, Paloma Ibarra, Luis Alberto Longares, Felipe Macías, Clara Martí, José Luis Peña, Carmen Pérez, Rosa María Poch, David Romero, Carlos Sancho, Miguel Ángel Saz, Juan Silva

Coordinación editorial: Teresa Sas Bernad

Corrección: Ana Bescós García

Cubierta: Perfil de suelo en el entorno del castillo de Loarre

Imprime: Gráficas Huesca, S. L.

ISBN: 978-84-8127-210-9

Depósito legal: HU-149-2009

Edita: Instituto de Estudios Altoaragoneses

Parque, 10. E-22002 Huesca

Tel. 974 294 120 – Fax 974 294 122

www.iea.es / iea@iea.es



UNA REUNIÓN DE SUELOS, UNA OPORTUNIDAD INTERESANTE, por Jaume Porta Casanelles	10
PREÁMBULO	13
INTRODUCCIÓN: EL SUELO	14
EL CLIMA	17
Las precipitaciones	18
Las temperaturas	21
Evapotranspiración potencial y balance hídrico	23
El clima del suelo	27
LA GEOLOGÍA	28
Historia geológica	28
Estructura geológica	30
Litología	31
EL RELIEVE	36
Geoformas en el Alto Aragón	37
Hidrología	45
FACTORES BIÓTICOS	47
Organismos del suelo	45
Vegetación	50
PROCESOS DE FORMACIÓN DE LOS SUELOS	56
Transformaciones (orgánicas e inorgánicas)	57
Translocaciones	59
Adiciones y pérdidas	65

TIPOS DE SUELOS.....	69	Perfil Saso de Adahuesca.....	164
ITINERARIO EDÁFICO POR LA HOYA DE HUESCA.....	79	ITINERARIO EDÁFICO POR EL BAJO CINCA.....	167
Descripción del recorrido.....	79	Perfil Sant Simó.....	171
Perfil Guadasespe.....	85	Perfil Carlets.....	173
Perfil Ripas de Lupiñén.....	88	Perfil Torrauba.....	176
Perfil EDRA-1.....	91	Perfil La Plana Yesosa.....	179
Perfil EDRA-2.....	95	Perfil La Plana Caliza.....	182
Perfil Gállego Ta.....	98	ANEXO: METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA DESCRIPCIÓN, EL ANÁLISIS Y LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	185
Perfil Gállego Td.....	101	BIBLIOGRAFÍA.....	188
Perfil Loarre.....	105		
ITINERARIO EDÁFICO POR EL ALTO SOBRARBE.....	109		
Descripción del recorrido.....	109		
Perfil Linás de Broto.....	114		
Perfil Plan de Viu.....	118		
Perfil Sarratieto.....	123		
Perfil Sierra Viu.....	128		
Perfil Camino Soaso.....	132		
Perfil Arripas (Ordessa Norte).....	135		
Perfil La Cueva (Ordessa Sur).....	139		
ITINERARIO EDÁFICO POR EL SOMONTANO DE BARBASTRO.....	143		
Descripción del recorrido.....	143		
Perfil Torre la Piedra.....	150		
Perfil Torre Fierro.....	154		
Perfil Salas Bajas.....	158		
Perfil Alquézar.....	161		

REUNIÓN DE SUELOS, UNA OPORTUNIDAD INTERESANTE

Tenemos en la mano la guía de campo de la XXVII Reunión SECS, un libro que aporta un exhaustivo estudio del medio (clima, geología y relieve) y de los restantes factores ecológicos de formación del suelo, procesos edafogénicos y clasificación. Todo ello constituye una introducción muy sólida para los cuatro itinerarios edafológicos propuestos, trazados a modo de transecto, desde el Alto Sobrarbe hasta el Bajo Cinca, pasando por la Hoya de Huesca y el Somontano de Barbastro. Un atrayente recorrido y una documentada información.

Con este encuentro científico en Huesca se pone de manifiesto una vez más que las Reuniones de Suelos de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo, a lo largo de veintisiete ediciones, han venido a constituirse en un instrumento de intercambio científico muy útil, tanto para la especialidad como para el ámbito geográfico en el que tienen lugar dichas Reuniones. En tal sentido, cabe recordar a Peter W. Birkeland, del Department of Geological Sciences de la Universidad de Colorado, cuando afirmaba que “hay que destacar la importancia del trabajo de campo para llegar a entender la génesis y el comportamiento de los suelos”. Trabajo que ha permitido ir desentrañando las funciones que desempeña el suelo como cuerpo natural

dinámico y como recurso natural no renovable a escala humana. Un ecosistema en sí mismo y que forma parte del ecosistema terrestre a escala global, permitiendo la vida en el planeta. De ahí la importancia de protegerlo de los procesos de degradación, dado que es un medio muy frágil.

Las Reuniones de Suelos vienen constituyendo una oportunidad para la transferencia de resultados de investigaciones ya publicadas, así como de proyectos en curso, principalmente los llevados a cabo por el equipo que tiene la responsabilidad de organizar cada Reunión. No cabe duda de que quienes asumen este cometido tienen la oportunidad de dar a conocer los suelos de un territorio concreto a la vez que exponen el enfoque y los resultados de sus trabajos en edafología.

Permitir un mejor conocimiento de la geografía de los suelos de distintas partes de España, encontrarse con personas que están llevando a cabo buena parte de la investigación en edafología y, al mismo tiempo, activar redes para futuras colaboraciones son algunos de los retornos que reciben aquellas personas que atienden a las invitaciones de la SECS y asisten a las Reuniones de Suelos. De este modo se pueden contrastar opiniones y recibir sugerencias sin duda valiosas para seguir haciendo avanzar los conocimientos en edafología desde distintas perspectivas.

Si bien en las primeras Reuniones se hacía mucho hincapié en los aspectos de

génesis y clasificación, en las más recientes se ha ido dando cada vez mayor importancia a mostrar actuaciones en rehabilitación de suelos en zonas de minería del carbón, problemas de degradación de suelos por erosión, salinizaciones derivadas de una mala gestión de perímetros de riego, comportamiento de suelos yesíferos, secuestros de carbono, innovaciones en cartografía e información de suelos, la Red como medio de acceso a la información sobre suelos..., y así podríamos ir desgranando los “monográficos” que los organizadores de cada Reunión han querido plantear, de acuerdo con su labor científica y su experiencia. No hay duda de que estos enfoques innovadores han venido a enriquecer y dar vigencia a las Reuniones de Suelos.

Por otro lado, en aquellas partes de España donde la investigación o el estudio de los suelos eran tan solo incipientes, estas Reuniones los han impulsado sumando esfuerzos de equipos de distintas procedencias, y de este modo han contribuido a ampliar el grado de conocimiento de los suelos. Además, podemos indicar, *the last but not the least*, que otro de los objetivos de las Reuniones de Suelos desde sus inicios ha sido disponer de un foro en el que ofrecer a los jóvenes edafólogos la oportunidad de ir conociendo en el campo distintas clases de suelos españoles y su problemática, de expresarse en público, de aprender a estructurar un póster y, evidentemente, de establecer contacto con

sus futuros colegas profesionales. Quedan para la imaginación de unos pocos objetivos como los que nos narra de forma amena David Lodge en su libro *Small world*.

Por consiguiente, si bien nos encontramos en un momento en que las tecnologías de la información y la comunicación nos ofrecen la posibilidad de estar virtualmente más cerca unos de otros, con inmediatez en los intercambios, las Reuniones de Suelos siguen cubriendo un conjunto de objetivos nada despreciable, como he indicado, entre los que quiero destacar la *presencialidad*, que permite el conocimiento personal. Por ello siguen teniendo vigencia las palabras del profesor Ángel Hoyos de Castro, antiguo presidente de la SECS, cuando destacaba la importancia de las Reuniones de Suelos como signo de vitalidad de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. En ellas añoramos las siempre sabias explicaciones y discusiones del profesor Carlos Roquero, también antiguo presidente de la SECS, siempre atento a la formación de los más jóvenes en estas salidas de campo.

La 27 Reunión Científica del Suelo —*La magia del suelo*—, que se celebra en Huesca, sigue los pasos de destacados edafólogos: por un lado, Francisco Guitián, Tarsy Carballas y Francisco Díaz-Fierros, que, allá por los años 1970, recorrieron el Pirineo oscense estudiando los suelos de la zona húmeda española; y por otro, Juan

Herrero, el primero en estudiar en los años 1980 los suelos de “hojaldre” y otros suelos afectados por salinidad en Huesca. La Reunión de 2009 ha sido posible gracias al entusiasmo de un equipo de personas de la Universidad de Zaragoza que han trabajado mucho en todas direcciones para poder hacerla realidad. Nuestro reconocimiento a todas ellas, muy especialmente al doctor David Badía, que ha sido el coordinador e impulsor, con Clara Martí, José Antonio Cuchí, Paloma Ibarra, Luis Alberto Longares, José Luis Peña, Carlos Sancho y Miguel Ángel Saz. También quiero destacar el valioso apoyo que desde la Universidad de Santiago de Compostela se ha dado a esta Reunión, con el anterior presidente de

la SECS, el doctor Felipe Macías, al frente, y con Carmen Pérez Llaguno, David Romero y Juan Silva. También la doctora Rosa M. Poch, de la Universidad de Lleida, ha colaborado con el estudio micromorfológico de los suelos. Un buen ejemplo de cooperación y trabajo en equipo, digno de fomentarse, lo que resulta mucho más productivo que otros planteamientos. Asimismo quiero destacar el papel de los patrocinadores, que, al hacer posible llevar a Huesca la Reunión Científica del Suelo, han contribuido a difundir la imagen de unas tierras a las que nos gusta ir.

Jaume Porta Casanellas
Presidente de la SECS

PREÁMBULO

La Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS) celebra periódicamente encuentros científicos (reuniones) en determinadas localidades para, a través de salidas de campo, conocer los suelos de la zona. Con motivo de la celebración de estas reuniones, las personas implicadas en la organización acostumbran a recoger dicho conocimiento en un libro o memoria de excursiones. El libro se suele distribuir durante la celebración de la reunión, pero fuera de la misma es muy difícil acceder a él, a pesar del indudable interés que tiene para diferentes colectivos. Por esta razón, el Instituto de Estudios Altoaragoneses ha decidido publicar la información de la 27 Reunión Científica del Suelo, que tiene a Huesca como sede, en un “Cuaderno Altoaragonés de Trabajo”. De esta forma se garantiza la supervivencia de la misma más allá de la reunión. Esta edición tiene lugar veinte años después de que el propio Instituto de Estudios Altoaragoneses, a través de su “Colección de Estudios Altoaragoneses”, editara una monografía sobre los suelos de Fraga; se da también la circunstancia de que han transcurrido treinta años desde la única Reunión de Suelos celebrada en Aragón (Zaragoza, 1979). A diferencia de lo que ocurrió en esa pasada edición, que se centró en el valle del Ebro, concediendo especial protagonismo a los suelos afectados por sales, en la presente

reunión científica se ha optado por dar más énfasis a los suelos de hoyas y somontanos, y a los del propio Pirineo. Pero no nos olvidamos del sur, de forma que este trabajo recoge un transecto nortesur que nos conducirá desde las más altas cumbres pirenaicas a las áridas estepas. A lo largo del recorrido entre estos dos ambientes extremos se incluyen los últimos glaciares ibéricos, pasando por bosques atlánticos y mediterráneos, sierras calizas, profundos cañones, depresiones intrapiirenaicas, suaves piedemontes cultivados con olivos, almendros y viñedos, valles fluviales orlados por terrazas en graderío, sierras culminadas por iglesias románicas y castillos estratégicos, planicies semiáridas salpicadas de espartales y romerales, secanos y regadíos, lagunas temporales, endorreicas y saladas. Una amplia riqueza de ambientes y ecosistemas que se engloban en la denominada *Magia de Huesca*. Evidentemente, esta diversidad paisajística del Alto Aragón tiene su expresión en los suelos, todavía insuficientemente estudiados. La finalidad de esta publicación es contribuir al conocimiento edafológico de esta región.

El libro se ha estructurado en varios apartados: la primera parte revisa el clima, la litología, la geomorfología y los organismos vivos del Alto Aragón, indicando el papel que desempeñan como factores formadores de suelos. Seguidamente se exponen los procesos a través de los cuales

actúan los citados factores para dar lugar a los suelos. Los tipos de suelos y su denominación se revisan en el siguiente capítulo siguiendo la clasificación de la Unión Internacional de las Ciencias del Suelo (IUSS) y la taxonomía norteamericana (STS). Finalmente se proponen cuatro rutas por los cuatro puntos cardinales del Alto Aragón, en concreto por las comarcas de la Hoya de Huesca, Sobrarbe, Somontano de Barbastro y Bajo Cinca. En estas rutas se describen el itinerario y los factores de formación de los suelos, y se anexan varios perfiles representativos de la zona con detallada información de las propiedades físicas y químicas de los mismos.

INTRODUCCIÓN: EL SUELO

Suelo, tierra, terreno, etcétera, son nombres con los que describimos la delgada, delicada y extraordinaria capa que se encuentra entre las rocas y la atmósfera. **Delgada** porque supone unos pocos centímetros o pocos metros, muy poco en comparación con el grueso de la corteza terrestre; **delicada** porque un mal uso puede provocar su pérdida irreversible; y **extraordinaria** porque es fundamental para la vida en el planeta. Los suelos retienen nutrientes y agua, permitiendo la vida de plantas y animales. Gracias a ello nos pro-

La información aquí recogida va dirigida a los investigadores en ciencias de suelo y ramas próximas, que encontrarán una detallada descripción de las propiedades de los suelos, su génesis y clasificación; a los docentes, a quienes se les ofrecen las características del medio natural del Alto Aragón e itinerarios en campo, lo que puede servirles como material didáctico para sus clases; a los estudiantes relacionados con las ciencias de la tierra, que conocerán las características del medio físico y biótico del Alto Aragón; a los agricultores, técnicos y planificadores, que hallarán información sobre el nivel actual de fertilidad de los suelos y sus usos.

porcionan alimentos, biomasa y materias primas, además de servir de soporte para edificios y vías de comunicación. El suelo, al albergar la mayor parte de la biosfera, desempeña un papel central como hábitat y reservorio del patrimonio genético; en él se encuentra además el patrimonio arqueológico, que sirve para la reconstrucción de la historia de la humanidad. Al mismo tiempo, constituye un gran almacén de carbono, que captura alrededor de un 20% del carbono antrópico emitido a la atmósfera anualmente. Por todo ello, el suelo influye directamente en la calidad del agua y del aire, en la diversidad bio-

Producción de biomasa	Produce alimentos, fibra, biodiesel, madera.
Interacción ambiental	Almacena, filtra y transforma nutrientes, sustancias y agua. Por ejemplo, almacena carbono, agua y nutrientes disponibles para las plantas, biodegrada o retiene contaminantes, etcétera.
Hábitat biológico y reserva genética	Contiene una amplia diversidad de organismos que participan en los ciclos de nutrientes, contribuyen a la estabilidad estructural, a contrarrestar los efectos de patógenos y contaminantes químicos, etcétera.
Soporte físico	Sirve de base para el desarrollo urbano y otras actividades humanas, incluidas las lúdicas.
Fuente de materiales y sustancias	Contiene arena, grava, caliche o mallacán y otros materiales usados por el hombre.
Archivo patrimonial y cultural	Conserva los restos arqueológicos que sirven para evaluar modelos de asentamientos humanos. Engloba rasgos que evidencian cambios en el paisaje, el uso del territorio o el clima.

Tabla 1. Funciones del suelo (<http://ec.europa.eu/environment/soil>).

lógica y en el cambio climático. En definitiva, es de suma importancia para la vida del hombre (tabla 1).

El conocimiento de los suelos de un territorio, de sus propiedades, de sus aptitudes y sensibilidad frente a los cambios de uso se ha revelado como un factor clave para una correcta gestión de los recursos naturales. Son numerosos los trabajos de investigación y proyectos técnicos que requieren conocer los suelos, su distribución y sus características. Así, es fundamental disponer de información sobre suelos en proyectos de reforestación o de concentración parcelaria, en la transformación de secano a regadío, en la diagnosis de la fertilidad agrícola, en la restauración de los taludes de vías de comunicación, en la re-

cuperación de espacios degradados por la actividad minera, canteras, riberas...

El suelo está compuesto por sólidos que, organizados, estructurados, dejan unos huecos o **poros** entre ellos. Estos poros están ocupados por aire o bien se llenan de agua tras un riego o una lluvia intensa. A su vez, los sólidos están constituidos por una mezcla de **materia orgánica** (fundamentalmente aportada por la vegetación) y de **materia mineral**, que aparece como resultado de la alteración física y química que sufre la roca a lo largo de muchos años. Y es que la formación de los suelos es tan lenta que su pérdida es irreversible a escala de tiempo humana.

Dada la diversidad de ambientes en el Alto Aragón, con sus clases de rocas,



Figura 1. Perfil edáfico en el que se observan sus diferentes capas horizontales u horizontes.

climas, relieves o comunidades vegetales, los tipos de suelos son muy diferentes. La acción de los factores de formación a través de diversos procesos (transformaciones, translocaciones, pérdidas y adiciones) va produciendo una serie de cambios en el suelo, ya sea en el color, la estructura, la textura, la consistencia, etcétera. Como las entradas de materia y energía se producen desde la superficie, en el suelo esos cambios suponen la aparición de capas más o menos horizontales en profundidad, denominadas **horizontes**. Al corte vertical del terreno que permite estudiar el suelo en su conjunto, desde sus horizontes superficiales has-

ta el material originario, se le denomina **perfil** (fig. 1).

A pesar de que los perfiles de los suelos varían tal y como lo hacen las condiciones del medio, la variabilidad no es infinita y, al existir perfiles con horizontes semejantes, resulta posible agruparlos en clases, es decir, clasificarlos según su morfología y sus propiedades, lo mismo que ocurre con los objetos de estudio de otras ramas de la ciencia. Cada clase recibe un determinado nombre y engloba aquellos suelos con propiedades similares, acotadas dentro de unos ciertos rangos. A lo largo de este trabajo veremos cuáles son estos tipos de suelos y recorreremos varios itinerarios por el Alto Aragón.

EL CLIMA

El clima influye en la humedad y la temperatura del suelo directamente, y de modo indirecto a través de la vegetación. La temperatura y la precipitación influyen en los procesos de alteración y transformación mineral modificando la velocidad de muchas reacciones químicas que se dan en el suelo. La temperatura condiciona el tipo de meteorización, más física con bajas temperaturas, más química con altas. La disponibilidad de agua y su flujo determinan la tasa de gran cantidad de procesos edáficos;

cierta cantidad de lluvia moviliza e incluso elimina materiales del suelo.

Dentro de un contexto general de clima mediterráneo continental, el Alto Aragón, lato sensu, muestra uno de los gradientes climáticos más espectaculares del continente europeo. Y es que en un centenar de kilómetros podemos pasar de la aridez monegrina a las nieves permanentes de las cumbres pirenaicas. La presencia de la Cordillera Ibérica, y sobre todo de la pirenaica, opuestas a la dirección de los flujos de aire portadores de humedad, genera un claro efecto de sombra pluviométrica o **efecto**



Figura 2. En invierno las nieblas pueden ocupar los fondos de los valles y hoyas durante largas jornadas y reducir la temperatura por debajo de las sierras, lo que supone alcanzar mayores temperaturas en la montaña que en el llano. En la imagen, La Sotonera (Hoya de Huesca).

Foehn. Así, las perturbaciones descargarán la mayor parte de las precipitaciones en la montaña, permaneciendo seca la depresión del Ebro. Esta topografía se deja sentir también sobre las temperaturas, más allá del lógico descenso que puedan experimentar conforme ascendemos en altitud. En situaciones de tiempo anticiclónico, el aire, tanto frío como cálido, se estanca entre estas dos alineaciones montañosas agravando los efectos térmicos de cada estación. De este modo, en la temporada estival la masa de aire estacionada sobre nuestro territorio sufrirá un progresivo calentamiento, que acentuará el carácter cálido de nuestros veranos. Por el contrario, en invierno el

aire frío llega a permanecer estable durante varias jornadas, lo cual origina situaciones de fuerte inversión térmica que resultan en intensas nieblas de radiación en los fondos de valle (fig. 2).

LAS PRECIPITACIONES

La precipitación anual en el Alto Aragón oscila entre los 350 mm del sur y los más de 1500 mm en el norte. La distribución espacial de esta variable refleja la dificultad que tienen los frentes para penetrar en el interior del valle del Ebro y la relación directa que se establece entre la precipitación y la orografía (fig. 3).

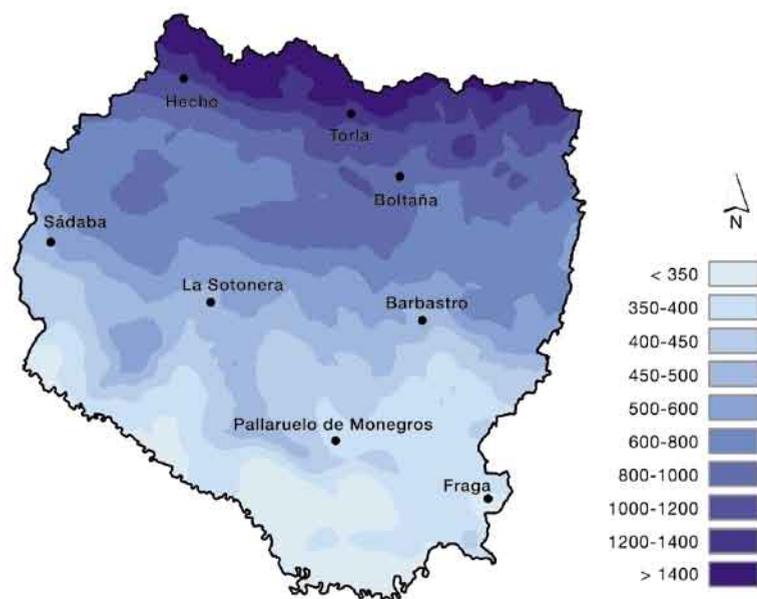


Figura 3. Mapa de los totales anuales de precipitación (en mm) en la mitad septentrional de Aragón. (Fuente: Atlas climático de Aragón)

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	Anual
Barbastro	36	25	30	48	54	45	17	34	51	46	45	41	473
Boltaña	74	48	47	90	116	92	55	64	88	96	90	97	955
Fraga	22	20	31	32	30	32	13	23	39	37	43	32	354
Hecho	111	104	75	119	111	84	57	60	87	129	128	143	1207
La Sotonera	32	27	23	47	52	44	19	29	42	49	46	40	450
Pallaruelo de Monegros	28	19	23	36	48	33	17	27	39	34	33	31	369
Sádaba	35	34	33	56	55	41	26	30	39	52	51	47	501
Torla	113	85	73	118	136	105	71	82	101	138	131	151	1305

Tabla 2. Totales mensuales y anual de precipitación (en mm) en una selección de observatorios dentro del área de estudio. (Fuente: Atlas climático de Aragón y Agencia Estatal de Meteorología)

Amplios espacios en el entorno del eje del Ebro, por ejemplo en las comarcas de Monegros y Bajo Cinca, ofrecen una pluviometría anual exigua, entre los 300 y los 400 mm, sometida además a una notable variabilidad interanual que complica la gestión de tan escaso recurso. Localidades como Pallaruelo de Monegros, con una precipitación anual de 369 mm, o Fraga, con 354 (tabla 2), serían ejemplos representativos de esos espacios más áridos, si bien hay zonas más meridionales y cercanas al eje del Ebro en las que la precipitación anual estimada, como ya hemos señalado, apenas supera los 300 mm.

Hacia los somontanos y la cordillera Pirenaica, la cuantía de las precipitaciones au-

menta de forma progresiva, marcando una gradual transición entre la sequedad del sector central del valle del Ebro y las mayores precipitaciones de las áreas de montaña, consecuencia del efecto que la orografía tiene sobre las precipitaciones frontales o convectivas. En los observatorios de Sádaba, La Sotonera o Barbastro se ven incrementados los volúmenes pluviométricos anuales en más de un 25% respecto de los valores del sector central, lo que supone unos 500 mm anuales. Este incremento es mucho mayor al llegar a las sierras interiores pirenaicas y sobre todo cuando se alcanza el sector central de la cordillera. Las precipitaciones en zonas de media montaña se sitúan en 1200 (Hecho) y

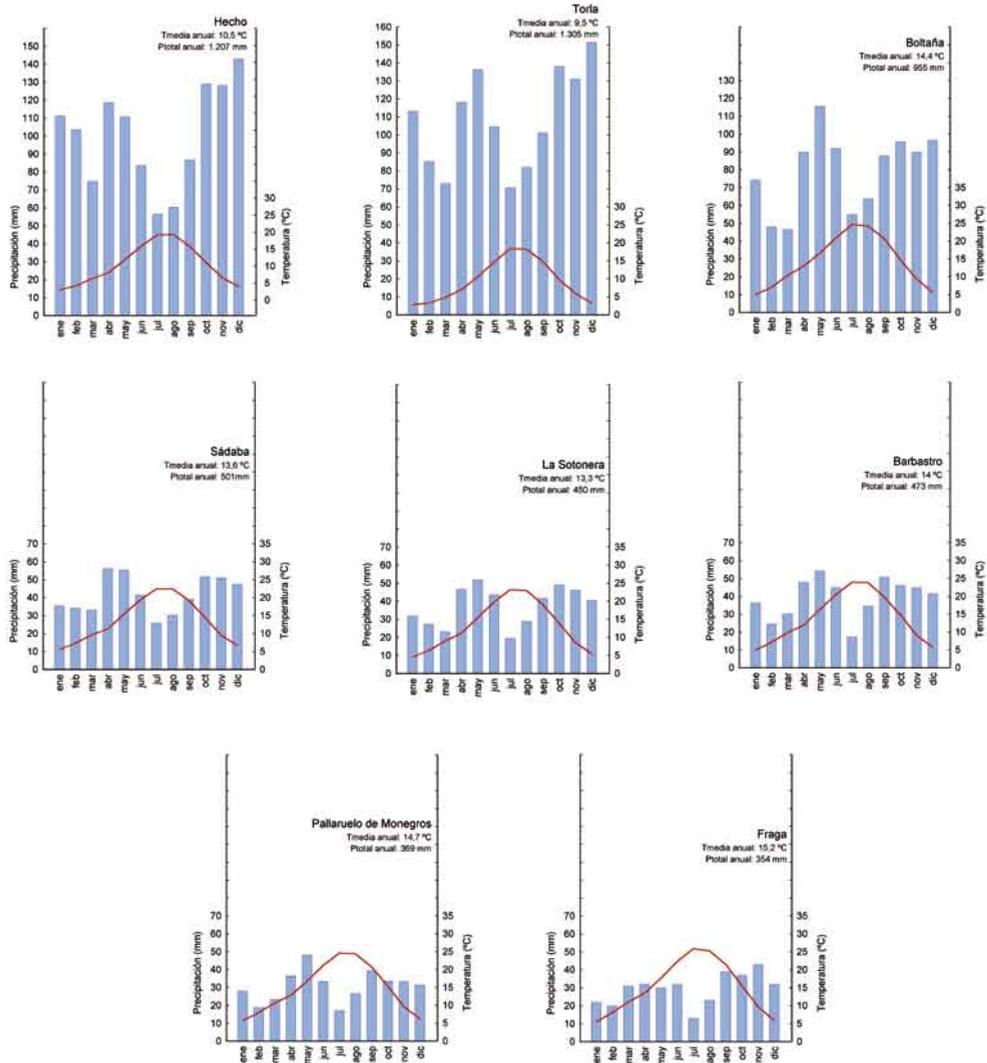


Figura 4. Ombrotermogramas de una selección de observatorios representativos de distintos ambientes climáticos. (Fuente: Elaboración propia a partir del *Atlas climático de Aragón*.)

1300 mm (Torla), estimándose valores en torno a los 1800 por encima de los 2500 m de altitud. Con todo, ha de señalarse que el Pirineo oriental o la vertiente francesa presentan pluviometrías más elevadas que

el Pirineo aragonés; este hecho se relaciona con su posición más interior y a sotavento del avance de las masas de aire portadoras de humedad de componente más septentrional.

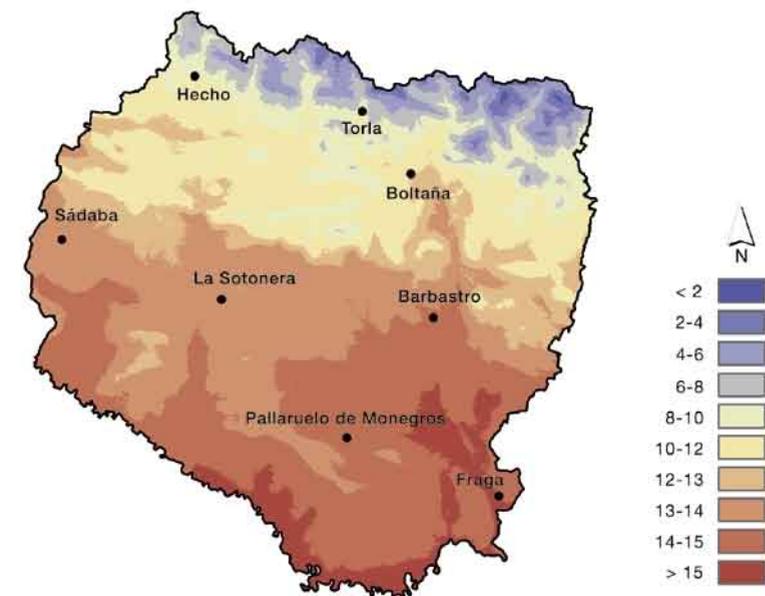


Figura 5. Mapa de la temperatura media anual (en °C) en la mitad septentrional de Aragón.

La pluviometría sigue una pauta equinoccial, con dos cortos periodos de lluvias, en primavera y otoño, separados por dos mínimos, en verano e invierno (fig. 4).

La mayor o menor influencia del Mediterráneo, con el paso o no de borrascas en los meses estivales, puede retocar este patrón equinoccial de la pluviometría. De esta forma, en los espacios más orientales del Alto Aragón va ganando en importancia el máximo otoñal con respecto al de primavera, debido a la mayor actividad ciclónica generada o reactivada en el Mediterráneo en relación con las elevadas temperaturas que registran las aguas superficiales finalizado el verano. En cambio, en las zonas más occidentales, en las que el paso de borrascas

es más frecuente cuando pierden fuerza las altas presiones, se esboza un ligero máximo primaveral. Mientras tanto, en las más interiores, en especial en las de montaña, el porcentaje de la precipitación de verano, sometida a fenómenos de tipo convectivo, alcanza una mayor significación en el cómputo anual, aunque sin llegar nunca a configurar un máximo.

LAS TEMPERATURAS

Las temperaturas muestran un claro incremento de sur a norte por la creciente altitud del territorio, que nos lleva desde las más cálidas tierras del Bajo Cinca y Ebro, con promedios anuales superiores a

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	Anual
Barbastro	5,0	7,1	9,8	11,9	16,3	20,5	23,9	23,8	19,7	14,8	9,1	5,7	14,0
Boltaña	5,0	7,0	10,4	13,0	16,6	20,9	24,6	24,2	20,7	14,8	9,4	5,7	14,4
Fraga	5,5	8,1	11,1	13,6	17,7	22,3	25,9	25,3	21,5	15,6	9,7	5,9	15,2
Hecho	3,1	4,3	6,4	8,1	12,0	15,9	19,2	19,3	15,7	11,0	6,6	4,0	10,5
La Sotonera	4,5	6,3	9,0	11,2	15,4	19,8	23,2	22,9	19,0	13,8	8,5	5,4	13,3
Pallaruelo de Monegros	5,6	7,9	10,7	12,8	16,8	21,2	24,6	24,4	20,7	15,3	9,6	6,2	14,7
Sádaba	5,5	7,3	9,6	11,3	15,4	19,3	22,4	22,4	19,2	14,5	9,5	6,7	13,6
Torla	2,8	3,3	4,8	7,1	10,6	14,7	18,4	18,2	14,8	9,8	5,9	3,3	9,5

Tabla 3. Temperaturas medias mensuales y anual (en °C) en una selección de observatorios dentro del área de estudio. (Fuente: Atlas climático de Aragón y Agencia Estatal de Meteorología)

los 15 °C, hasta las altas cumbres pirenaicas, en las que se estiman valores anuales que apenas alcanzan 1 °C (fig. 5).

A modo de ejemplo, en la localidad bajocinqueña de Fraga la temperatura media anual es de 15,2 °C (véase tabla 3), con una media de 25,9 °C en julio y de 5,5 °C en enero (o sea, una amplitud térmica anual de 20,4 °C). Las máximas y las mínimas absolutas pueden alcanzar en estas zonas registros especialmente extremos: de +43 a -13 °C. Por otro lado, la media de las máximas en el mes más cálido es de 34 °C, y la media de las mínimas en el más frío es de 0,8 °C.

Con el ascenso hacia el somontano pirenaico las temperaturas muestran un lógico

descenso, consecuencia de la progresivamente mayor altitud media. Ese descenso se hace más acusado conforme nos acercamos a las Sierras Exteriores pirenaicas. Observatorios como el de Sádaba, en las Cinco Villas, o el del pantano de La Sotonera, en la Hoya de Huesca, reflejan bien la disminución de los promedios anuales, con valores de 13,6 y 13,3 °C respectivamente. La amplitud térmica anual también se ve reducida, gracias sobre todo al descenso de las temperaturas medias estivales. Aunque todavía podemos hablar de veranos cálidos, con una temperatura media de las máximas que rozaría los 29,5 °C, los valores absolutos no alcanzan los que pueden ob-

servarse en tierras más meridionales. Especialmente relevante es lo que en muchas de estas zonas, entre la montaña y el llano, ocurre durante el invierno. En virtud de la configuración topográfica del espacio en el que se asientan, las medias de las mínimas de los meses más fríos pueden ser superiores a las calculadas en espacios localizados a una menor altitud media. Así, por ejemplo, en Sádaba el valor medio de las mínimas es de 1,4 °C, superior al estimado para la localidad de Fraga. La frecuencia de inversiones térmicas en los fondos de valle explicaría ese mayor descenso de las mínimas en espacios topográficamente más deprimidos. Tan acusado llega a ser este fenómeno en algunas zonas que llegan a identificarse incluso inversiones en los pisos de vegetación (sierra de Alcuierre, cañón de Añisclo).

Las primeras estribaciones de las Sierras Exteriores pirenaicas, fundamentalmente en el sector central de la cordillera, condicionan una rápida bajada de los promedios anuales, que llegan a quedar por debajo de los 10 °C. Tras superarse esta primera barrera orográfica, el descenso hacia las tierras de la depresión central pirenaica marca un nuevo incremento de las temperaturas. Localidades como Jaca o Sabiñánigo ofrecen valores de la temperatura media anual por encima de los 11 °C. Sin embargo, otros, como Boltaña, en virtud de sus peculiares características topográficas, ofrecen valores térmicos superiores

a los 14 °C. Hechos como este hablan de la complejidad climática de este espacio, sometido a distintas influencias que pueden modificar el comportamiento de las temperaturas según cuáles sean los factores que en mayor medida influyen sobre su valor final en un punto determinado. En cualquier caso, los veranos en estas zonas son más suaves que en puntos más meridionales. La media de las máximas en el mes de julio aún se muestra elevada, superior a los 28 °C. Sin embargo, los máximos absolutos quedan lejos de los que pueden observarse en el Bajo Ebro y el Bajo Cinca. Desde esa depresión central y en estrecha relación con el carácter abrupto que el relieve adquiere en la cordillera pirenaica, los valores térmicos muestran hacia el norte un acelerado y continuado descenso. La temperatura media anual en Hecho es de 10,5 °C; en Torla, de 9,5 °C. En altitudes superiores tenemos observatorios, como el del refugio de Góriz, en el que la media anual queda en solo 4,9 °C, habiéndose estimado, como ya hemos referido, valores inferiores incluso a 1 °C en espacios por encima de los 3000 m.

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL Y BALANCE HÍDRICO

La **evapotranspiración potencial** (ETP), estimada según el método de Hargreaves a partir de los valores de las temperaturas máxima y mínima diaria y de la radiación

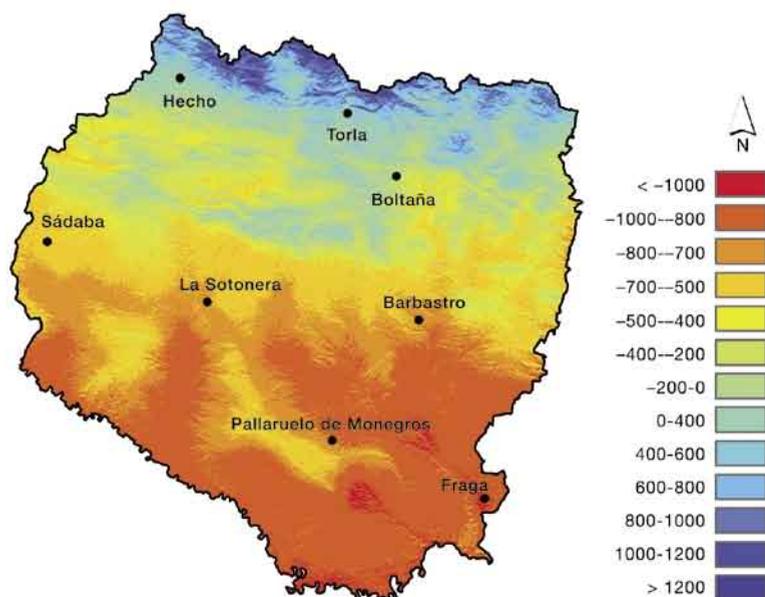
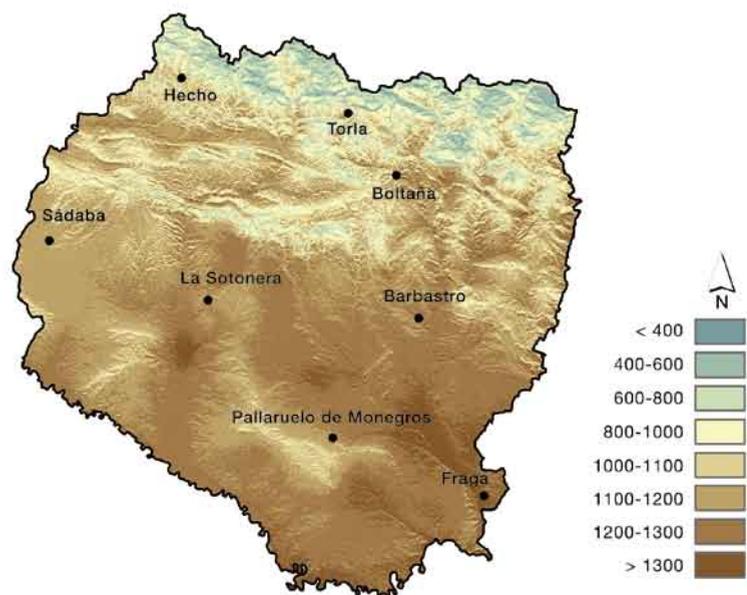


Figura 6. Mapas de la evapotranspiración potencial anual según la fórmula de Hargreaves (arriba) y del balance hídrico anual (abajo) en la mitad septentrional de Aragón (ambas magnitudes en mm). (Fuente: Atlas climático de Aragón)

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	ETP anual	BH
Barbastro	24,7	41,5	77,0	106,6	154,6	186,0	210,7	176,7	109,0	65,1	34,1	22,6	1208,6	-735,8
Boltaña	32,8	42,7	79,8	98,6	139,5	171,6	196,9	168,0	119,6	73,1	41,2	31,1	1194,8	-240,3
Fraga	19,3	36,5	74,4	112,6	162,2	199,8	225,7	186,1	117,8	63,9	27,3	15,7	1241,2	-887,2
Hecho	36,5	42,4	73,6	90,8	131,1	160,5	190,0	168,6	121,5	73,3	44,4	32,6	1165,5	41,2
La Sotonera	27,9	41,3	72,2	102,6	149,6	184,1	210,6	180,9	117,7	69,3	36,8	25,9	1218,8	-768,4
Pallaruelo de Monegros	26,6	41,2	76,1	106,7	150,3	182,8	207,0	177,5	118,4	69,4	35,1	23,3	1214,4	-845,4
Sádaba	26,4	38,8	70,3	97,6	141,2	173,4	195,8	170,1	114,0	66,0	33,7	24,2	1151,4	-649,9
Torla	23,1	34,4	58,9	86,7	114,8	147,4	176,7	155,5	97,6	54,5	28,8	21,7	1000,2	304,8

Tabla 4. Evapotranspiración potencial (ETP) mensual y anual según la fórmula de Hargreaves y balance hídrico (BH) anual en una selección de observatorios dentro del área de estudio (ambas magnitudes en mm). (Fuente: Atlas climático de Aragón)

potencial, es elevada en el conjunto del área de estudio (fig. 6 superior).

En las zonas surorientales, en el curso bajo del Cinca y en zonas del Bajo Ebro, se han obtenido valores de ETP superiores a los 1300 mm anuales. Con el ascenso topográfico desciende la temperatura y por tanto la ETP, hasta encontrar valores inferiores a los 600 mm en los Pirineos; se estima que en función de la altitud y la orientación podrían verse incluso reducidos a unos exiguos poco más de 100 mm de ETP al año.

Como una forma de valorar la aridez del territorio se ha obtenido la diferencia entre la evapotranspiración potencial (ETP) y la

precipitación (P), lo que aquí llamamos el **balance hídrico** ($P - ETP$). En este sentido, más del 80% del Alto Aragón ofrece un balance hídrico negativo o déficit hídrico (fig. 6 inferior). Las áreas en las que el déficit es más acusado las encontramos en la zona meridional: entorno de la depresión del Ebro, valle del Cinca y zonas de Monegros. Allí, con totales de precipitación exiguos, por debajo de los 400 mm, y una ETP alta en virtud de las altas temperaturas y la elevada insolación, el déficit anual estimado puede rondar los 1000 mm en localidades como Fraga o Pallaruelo de Monegros (tabla 4).

Solo las zonas de montaña registran balances hídricos positivos significativos. En

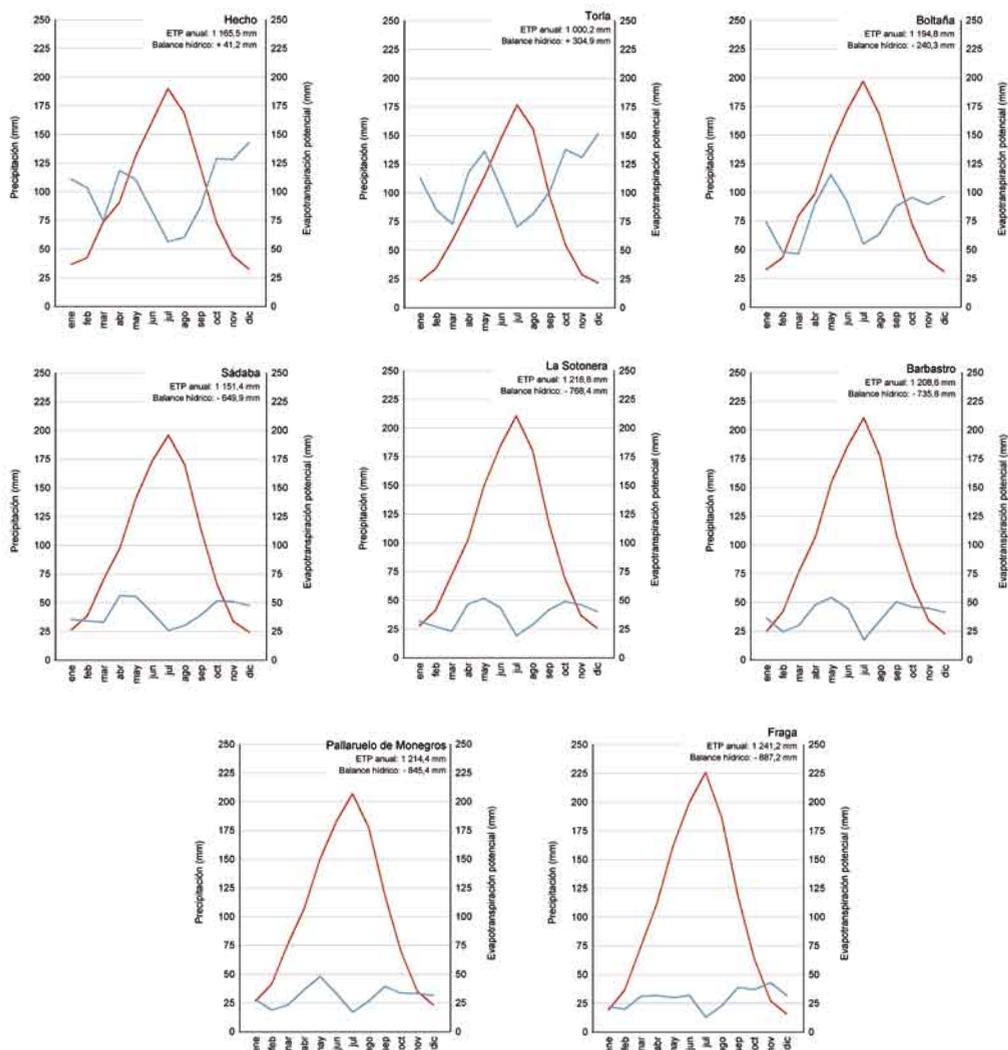


Figura 7. Evapotranspiración potencial (curva roja) y precipitaciones (curva azul) de una selección de observatorios representativos de distintos ambientes climáticos. (Fuente: Atlas climático de Aragón. Elaboración propia)

Torla, por ejemplo, se registra un excedente de 304,8 mm, si bien en zonas más elevadas y con orientaciones más favorables no es extraño encontrar valores positivos para el balance hídrico por encima de los 600.

Incluso se han estimado excedentes que superan los 1000 y los 1200 mm al año. Con estas condiciones de balance hídrico positivo, y con estabilidad geomorfológica, los suelos sufren un progresivo lavado de

cationes basificantes y una creciente acidificación. Estos excedentes se concentran en el semestre frío. En localidades como Torla y Hecho los meses de verano ofrecen también balances hídricos negativos (fig. 7) condicionados por la menor pluviometría y unas temperaturas más altas. En invierno, y en ocasiones también en el comienzo de la primavera y el final del otoño, las precipitaciones superan todavía a la ETP, con lo que se registran moderados balances positivos.

La situación más común en el Alto Aragón es que la P esté durante la mayor parte del año por debajo de la ETP. Solo en los meses de enero, noviembre y diciembre es mayor la P que la ETP en observatorios como el de Sádaba, La Sotonera y Barbastro; en noviembre y diciembre en Fraga, y únicamente en diciembre en Pallaruelo de Monegros, con excedentes en todos los casos muy modestos. Esto nos indica que la movilización de componentes del suelo, incluso de aquellos más solubles, va a ser muy escasa.

EL CLIMA DEL SUELO

El sistema de clasificación de los suelos según el Soil Taxonomy System (SSS, 1999) requiere conocer los regímenes de temperatura y humedad de los suelos siguiendo los criterios de dicho sistema. En una aproximación general, podemos considerar que el régimen de humedad de los suelos en los dos tercios más meridionales del Alto

Aragón es **xérico**, con falta de agua en época estival para plantas mesófitas, característica propia del clima mediterráneo. En el centro del valle del Ebro, el régimen de humedad pasa a ser **arídico** en suelos de baja capacidad de retención de agua (por su escaso espesor y/o elevada pedregosidad); esta aridez edáfica se ve incrementada en laderas de fuerte pendiente y orientadas al sur, donde la insolación acentúa las pérdidas por evaporación. Además, la pendiente incrementa la escorrentía superficial, y por tanto reduce la infiltración del agua en el suelo (Badía et ál., 2007). Por el contrario, en el tercio norte, el régimen de humedad de los suelos es mayoritariamente **údic** (criterio USDA), es decir, la sección control de los suelos no permanece seca, por debajo del punto de marchitez permanente, más de cuarenta y cinco días consecutivos en verano, como sucede en el xérico. De nuevo las condiciones topográficas (pendiente, exposición) y específicas (pedregosidad, espesor, textura) del suelo condicionan la presencia de zonas con régimen xérico, incluso en el alto Pirineo, por ejemplo con pastos de *Festuca gautieri* (Badía, García-González y Martí, 2002; Badía et ál., 2002).

Con respecto al régimen térmico del suelo, y al igual que sucedía con los regímenes de humedad, los dos tercios meridionales se clasifican como **térmicos** (con una temperatura media anual a 50 cm de profundidad del suelo superior a los 15 °C),

bordeando el régimen **mésico** (8-15 °C) ya en los somontanos; el tercio norte del Alto Aragón se enmarca en el régimen mésico, si bien de nuevo la topografía condiciona su alternancia con el **frígido** (0-8 °C). Así, en el Pirineo central se observan temperaturas medias anuales entre 1 y 2,5 °C, inferiores en umbrías que en solanas, para la

LA GEOLOGÍA

De las tres grandes unidades geológicas de Aragón, el Pirineo, la depresión del Ebro y el Sistema Ibérico, en el Alto Aragón se encuentran las dos primeras. En el Pirineo podemos diferenciar entre la Zona Axial, las Sierras Interiores (Peña Ezcaurre, Bisaurín, Aspe, Collarada, Telera, Tendeñera, Treserols, Cotiella y Turbón) y las Sierras Exteriores (Santo Domingo, Guara, Carrodilla y Montsec). Entre estas sierras quedan diversas depresiones intrapirenaicas (depresión media), como la depresión de Jaca-Sabiñánigo y la cuenca de Graus. Por su parte, la depresión del Ebro comprende las tierras de menor cota, con escasa complicación estructural dado que su estratigrafía es prácticamente subhorizontal. Es característica la rigurosa aridez en el centro de la depresión, solo retocada por las sierras de Ontiñena y Alcupierre en Huesca y los montes de Castejón en Zaragoza. Entre el árido valle medio del Ebro, la **tierra llana**,

misma altitud (Badía y Martí, 1999). Con estas apreciaciones, el régimen de temperatura del suelo puede ser calificado como mésico en el fondo del valle y partes bajas de ladera (hasta 1200 m en vertientes norte y 1700 en las orientadas al sur); a mayor altura, el régimen de temperatura es considerado frígido.

y el Pirineo, la **montaña**, se encuentran las **hoyas** y los **somontanos**, zonas de tránsito tanto altitudinal como litológico.

HISTORIA GEOLÓGICA

El actual Pirineo aragonés es el resultado de la colisión entre las placas ibérica y europea a mediados del Terciario. En el Paleozoico medio, desde el Devónico hasta el Carbonífero medio, se acumularon calizas y areniscas marinas. Durante el Pérmico se intruyeron varios plutones graníticos que hoy constituyen las mayores cotas del Pirineo (Llardana, Aneto), formando parte de una cadena montañosa elevada en la orogenia hercínica. Esta se erosionó y se hundió bajo el nivel del mar en el inicio del Mesozoico. En el tránsito del Paleozoico al Mesozoico encontramos los materiales poshercánicos del Permotriás, que sedimentaron en pequeñas cuencas acompañados de vulcanismo andesítico. Tras una fase extensiva se depositó el Triás en típica fase germánica, donde des-

taca el nivel superior, el Keuper, formado por arcillas y yesos, con presencia de ofitas. El Jurásico, fundamentalmente calcáreo en otras zonas del Pirineo, no aparece en el Alto Aragón, probablemente por erosión, con la excepción de modestos afloramientos en la zona oriental. El Cretácico se caracteriza por una importante sedimentación de arenas y arcillas (Albiense), que queda fosilizada por una gran transgresión marina (Cenomaniense-Turoniense) con litología carbonatada. Le siguen potentes capas de margas y calizas marinas (Santoniense-Campaniense) y posteriormente calcarenitas y calizas arenosas de gran potencia (Maestrichtiense). Estos materiales forman la gran barrera de las Sierras Interiores y son muy visibles en el valle de Ordesa, donde destacan las areniscas de la formación Marboré, que forman el tozal del Mallo, recubiertas de calizas grises muy karstificadas. Los materiales rojos de la regresión del Garumniense, en el tránsito del Secundario al Terciario, aparecen fundamentalmente en las Sierras Exteriores, pero no en las Interiores. La transgresión del Eoceno inferior (Ilerdiense) volverá a ocupar gran parte de la cuenca pirenaica. Sus calizas de alveolinas estarán presentes como relieves dominantes en gran parte de las Sierras Exteriores. En estos momentos se colocará el manto de Cotiella-Montsec, que creará el umbral del anticlinal de Boltaña, de manera que la sedimentación de tipo *flysch* del Eoceno medio quedará restringida a la cuenca de Jaca-Pamplona, separándose de

la de Graus-Tremp. Las últimas transgresiones marinas supondrán la sedimentación de las margas grises azuladas del Eoceno de las formaciones Arguis y Jaca-Pamplona. Tras la elevación sobre las aguas marinas, en el Eoceno medio, en el Pirineo se desarrollaron importantes procesos de erosión, con acumulación de considerables depósitos de conglomerados que han dado lugar a los edificios malliformes de San Juan de la Peña, Oroel, Santa Orosia, Canciás y Graus, y a los más recientes de la orla meridional de las sierras prepirenaicas, como Agüero, Riglos, Salto de Roldán, Alquézar, Olvena y Baells.

La actual depresión del Ebro quedó al sur de la zona afectada por la orogenia alpina. Encajada entre el Pirineo, la Cordillera Ibérica y la Cordillera Costero-Catalana, aislada del mar, durante el Oligoceno y la primera mitad del Mioceno recibió un ingente volumen de sedimentos fluviales de procedencia Pirenaica y, en menor medida, Ibérica. En el pie de las montañas se organizaron en clásicos abanicos cuya coalescencia y litificación ha dado lugar a una orla en secuencia granodecreciente de conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas. La evaporación de las aguas superficiales y subterráneas que alcanzaron el centro de la depresión, bajo clima semiárido, produjo una enorme acumulación de evaporitas, especialmente los yesos de la formación Zaragoza. En el Mioceno medio, esta cuenca cerrada se abrió al Mediterráneo, iniciando un importante



Figura 8. Corte geológico del Pirineo por el meridiano de Huesca.

proceso erosivo que, en grado diverso, ha continuado hasta la actualidad tanto en el Pirineo como en el valle del Ebro. Durante el Pleistoceno, el glaciario fue activo en el Pirineo axial y, con menor intensidad, en las Sierras Interiores.

ESTRUCTURA GEOLÓGICA

A nivel estructural, la zona se divide en Pirineos y depresión del Ebro. Mientras que esta última, de estratigrafía subhorizontal, resulta estructuralmente sencilla, el Pirineo es mucho más complejo. Y es que este, como consecuencia de la orogenia alpina, presenta una serie de mantos de corrimiento desplazados muchos kilómetros hacia el sur (fig. 8). Además del límite pirenaico, el frente del manto de Gavarnie, a la altura de Nueno se observan importantes cabalgamientos en la sierra de Oturia y en las calizas y pizarras del Paleozoico, así como el gran pliegue en rodilla de las Sierras Interiores (Telera, Tendeñera, etcétera). Este gran accidente domina el paisaje del Alto Aragón

desde Navarra hasta el Parque Nacional de Ordesa. Desaparece al este del Cinca, donde las Sierras Interiores están formadas por el apilamiento del Cotiella, el bonito anticlinal desventrado del Turbón y los conglomerados de la sierra de Sis.

Como se ha señalado, el manto de cabalgamiento más importante de la zona central altoaragonesa es el de Gavarnie, que aflora en el valle de Ordesa y llega hasta el límite meridional del Pirineo. Se observa claramente al norte de Huesca, con su orla de mallos en conglomerados. Al este del río Alcanadre aparecen los yesos eocenos del anticlinal de Barbastro, dominados por la escama caliza de El Pueyo de Barbastro. Al este del Cinca, la estructura se complica al combinarse el manto del Cotiella con los del Montsec y sierras marginales leridanas. En los cabalgamientos han jugado un importante papel las arcillas y los materiales evaporíticos del Keuper, que forman modestos diapiros en la zona oriental de Huesca, donde asoman pequeños afloramientos de doleritas toleíticas también denominadas *ofitas*.

LITOLOGÍA

La roca sobre la que se forma el suelo representa el suelo en el momento cero, en el estado inicial de la edafogénesis. Suele denominarse *material parental* u *originario*. Puede tratarse de una roca consolidada, un depósito no consolidado e incluso un suelo preexistente, y se constituye en un elemento pasivo sobre el que actúan el resto de factores formadores. Un mismo tipo de roca bajo diferentes condiciones del medio (en especial régimen de humedad y de temperatura) puede dar lugar a suelos con distintas características, mientras que rocas diferentes en un clima

lo bastante energético y que actúe durante un tiempo suficientemente prolongado pueden originar suelos análogos. A pesar de ello, la influencia del material originario se deja sentir en propiedades edáficas como la textura, la reacción, el color, etcétera. Así, los suelos sobre granitos tenderán a formar suelos de texturas arenosas, permeables y, en condiciones húmedas, de reacción ácida. Por el contrario, los suelos sobre calcilutitas (margas) tienen texturas arcillosas o limosas, baja permeabilidad y reacción de neutra a básica según el clima. Los suelos sobre calizas duras son pedregosos, poco profundos y, con clima estacionalmente contrastado, rojos y de texturas arcillosas.

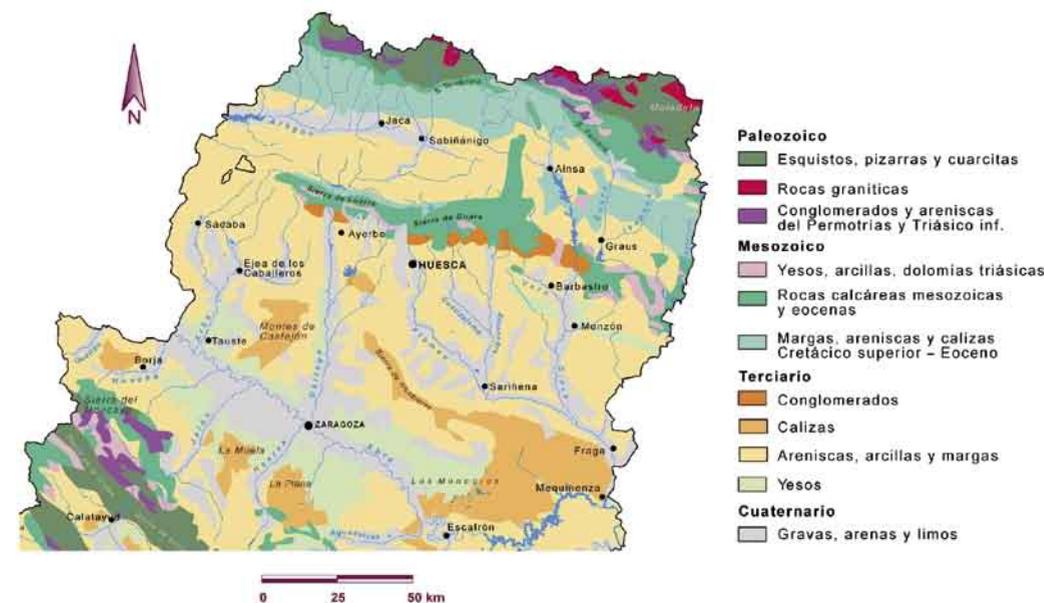


Figura 9. Mapa litológico del norte de Aragón. (Reelaboración de Peña, 1995a)

Tipos de materiales

Las formaciones rocosas que componen el territorio altoaragonés son de una gran variedad debido a la compleja evolución que ha afectado a la cordillera pirenaica y, en menor medida, a la depresión del Ebro (fig. 9).

Los Pirineos

Zona Axial pirenaica. Las litologías que más llaman la atención en el eje pirenaico son las rocas plutónicas, formadas por enfriamiento del magma en el interior de la corteza. Son granitos y granodioritas que afloran en la Zona Axial pirenaica, for-

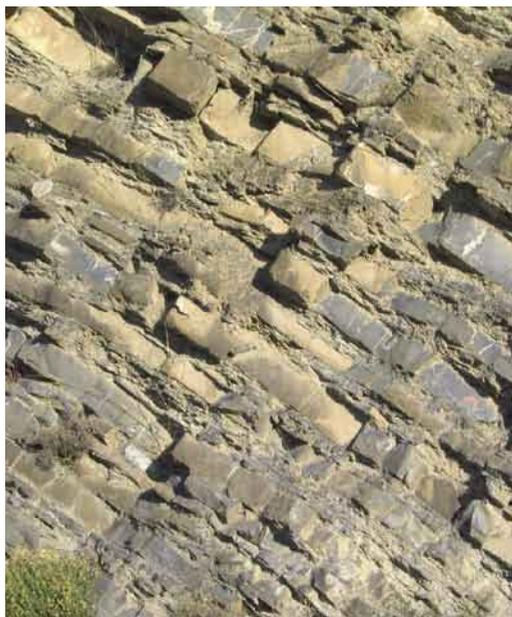


Figura 10. *Flysch* eoceno (grupo Hecho): capas alternantes de calcilutitas y calcarenitas generadas a partir de corrientes de turbidez en medios marinos.

mando macizos independientes (Maladeta, Posets, Panticosa-Cauterets, Perdiguero, Bielsa). A estos habría que añadir los de tipo volcánico andesítico, como el de Anayet y Midi d'Ossau. Sus magmas se intruyeron en calizas y areniscas en las que se generó un metamorfismo local que dio pizarras, calcoesquistos, cuarcitas, calizas cristalinas y mármoles. Los materiales del tránsito del Paleozoico al Mesozoico, depositados en pequeñas cuencas y acompañados de vulcanismo andesítico, son areniscas, arcillas y conglomerados silíceos de colores rojizos.

Sierras Interiores. Los materiales que constituyen las Sierras Interiores se depositaron en la cuenca sedimentaria pirenaica desarrollada desde el Triásico hasta el Eoceno, alternando ambientes continentales y marinos. El Triás está formado por el Buntsandstein, con conglomerados y areniscas fluviales rojizas, que aparece en Canal Roya y Pineta. El Muschelkalk, compuesto de calizas y dolomías marinas de escasa potencia, se observa en el Isuela. El Keuper, de yesos y arcillas versicolores, con presencia de ocasionales ofitas, da lugar a manantiales salinos y diapiros, como en Naval y Estada.

Las Sierras Interiores llegan incluso hasta la frontera francesa, como ocurre en el valle de Ordesa y el macizo calcáreo de Monte Perdido, en la cuenca alta de los ríos Ara y Cinca. Son representantes de las Sierras Interiores diversos relieves estructurales calizos y dolomíticos como Sierra Bernera, Peña



Figura 11. Margas eocenas (formación Jaca-Pamplona), muy sensibles a la erosión.

Telera, Tendeñera, Cotiella, el Turbón, etcétera. Estos materiales pueden estar puntual pero repetitivamente cubiertos por recientes depósitos detríticos de origen coluvial, aluvial o glaciár.

Depresiones interiores. Entre las Sierras Exteriores y las Interiores, predominantemente calcáreas, existen una serie de depresiones heterogéneas excavadas en materiales más blandos y que se zonifican en bandas paralelas a la dirección pirenaica. En el pie de las Sierras Interiores, en la zona occidental de la provincia, desde Ansó hasta Jánovas, el paisaje alomado está formado por *flysch* eoceno.

El *flysch* corresponde a un conjunto de materiales generados a partir de corrientes de turbidez en medios marinos (turbiditas). Se trata de capas alternantes de calcilutitas y calcarenitas (fig. 10), sumamente deformables, como puede verse en el entorno de Cotefablo. Este material cabalga sobre materiales margosos, muy característicos por su erodibilidad (fig. 11), que conforman la mayor parte de depresiones como La Fueva, la cuenca de Graus, el bajo Isábena, la Canal de Berdún, la Val Ancha y la Val Estrecha. Hacia



Figura 12. Panorámica de la sierra conglomerática de Sis, en el valle del Isábena.



Figura 13. Los Mallos de Riglos, conglomerados oligocenos, señalan el límite entre la depresión del Ebro y las Sierras Exteriores pirenaicas, en este punto en contacto con las calizas de la formación Guara (Eoceno). Al fondo se vislumbran, sucesivamente, las areniscas del sinclinorio oligoceno del Guarga y los conglomerados de San Juan de la Peña.

el sur, en la zona occidental, el sinclinorio del Guarga, formado básicamente por areniscas, se extiende desde las altas Cinco Villas hasta el Cinca. Localmente está recubierto por enormes edificios de conglomerados desde San Juan de la Peña, Oroel, Santa Orosia y Canciás. También aparecen al este del Cinca en Graus, en la sierra del Castillo de Laguarres y en la de Sis (fig. 12).

Sierras Exteriores. Fundamentalmente compuestas por materiales calcáreos, las Sierras Exteriores tienen como cumbre dominante el pico de Guara (2077 m). El armazón son calizas del Cretácico superior

y el Eoceno medio (formación Guara) que por el norte dan paso a las areniscas del sinclinorio del Guarga, que forman la cima del Monrepós. Entre ambas aparecen pequeñas cubetas margosas, como las de La Peña, Arguis y Belsué. Entre el Vero y Cataluña se encuentran una serie de diapiros (Naval, Estada, Secastilla, Juseu) donde afloran los yesos y arcillas del Keuper. Al este de Cinca, el emplazamiento del manto del Cotiella engrosa y complica los alforamientos calizos. Adosada al frente calizo, desde Agüero hasta Baells, aparece una orla de impresionantes mallos, pertenecientes ya a la depresión del Ebro.

La depresión del Ebro

Las litologías sedimentadas al sur del frente pirenaico son propias de abanicos aluviales en medios áridos. Los conglomerados, como los de Agüero o Riglos, son también litologías características del margen de la depresión (fig. 13). Se trata de fragmentos de rocas de origen local (calizas) o pirenaico (calizas, areniscas, liditas, granitos) cementadas por carbonato cálcico. Siguiendo la disposición litológica propia de un abanico aluvial, al sur de los conglomerados se extienden series detríticas de areniscas y arcillas alternantes, a menudo

con disposición en paleocanal, pertenecientes a las formaciones Peraltilla (Oligoceno) y Sariñena (Mioceno).

Las facies más distales las encontramos en el depocentro mioceno de la cuenca, es decir, en el entorno de Zaragoza, donde alcanzan gran extensión y espesor los materiales yesíferos, con distintas facies sedimentarias: cristalinos, en bolos, alabastrinos, etcétera (fig. 14). Finalmente, sobre los yesos miocenos hallamos la parte culminante de la sedimentación, formada por calizas de origen fluvial o tobáceo, que coronan las alturas del centro de la depresión (sierra de Alcubierre, montes de Castejón, Monlora).

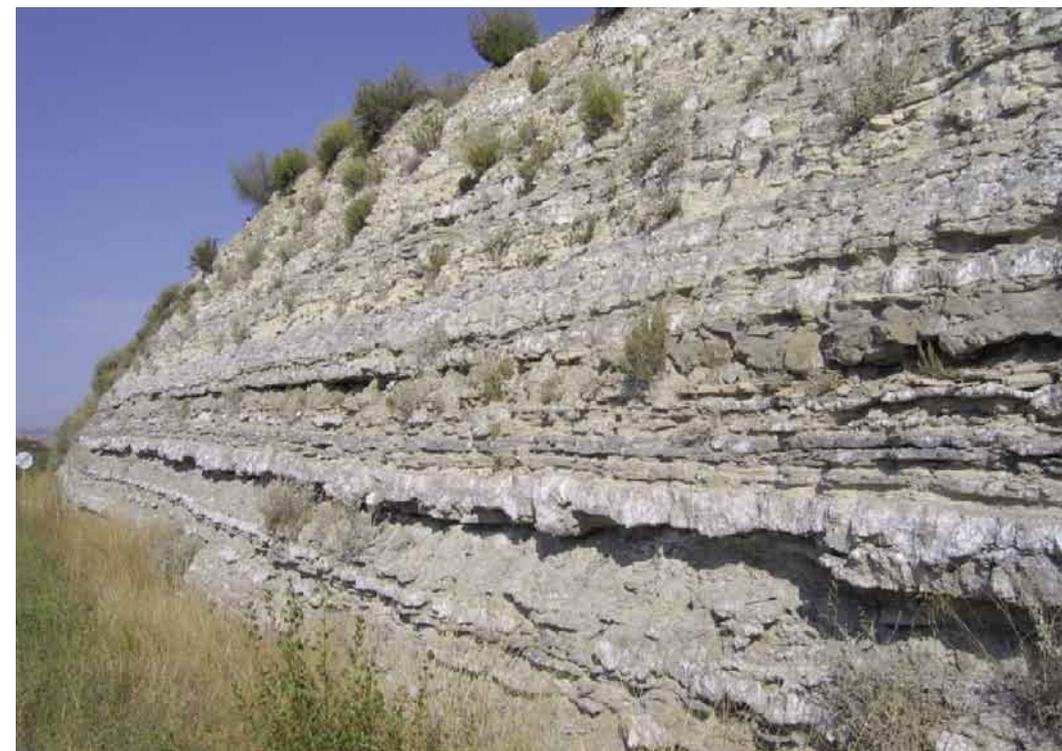


Figura 14. Yesos miocenos de los Monegros occidentales.

EL RELIEVE

La formación del suelo se ve condicionada por la posición que ocupa en el relieve, ya que esta afecta a la redistribución de masa y energía. En superficies más estables, como son las plataformas estructurales y los glacia, la acción del resto de factores formadores se prolonga y el perfil edáfico alcanza un mayor grado de organización y, por tanto, de horizonación. En cambio, sobre superficies más inestables, como escarpes, fondos de valle o llanuras de inundación, el suelo es rejuvenecido continua-

mente (por erosión o cumulización), lo que limita la horizonación.

Existen diversos efectos sobre el suelo según las características de la forma del relieve (inclinación, longitud, orientación de la ladera). La inclinación y la longitud de la ladera afectan a la velocidad de escorrentía y a la erosión. La orientación afecta al microclima (radiación recibida, temperatura y humedad del suelo); así, los suelos en umbría presentan mayor espesor y contenido en materia orgánica del horizonte superficial que los suelos en solana. La posición que ocupa el suelo en el relieve condiciona

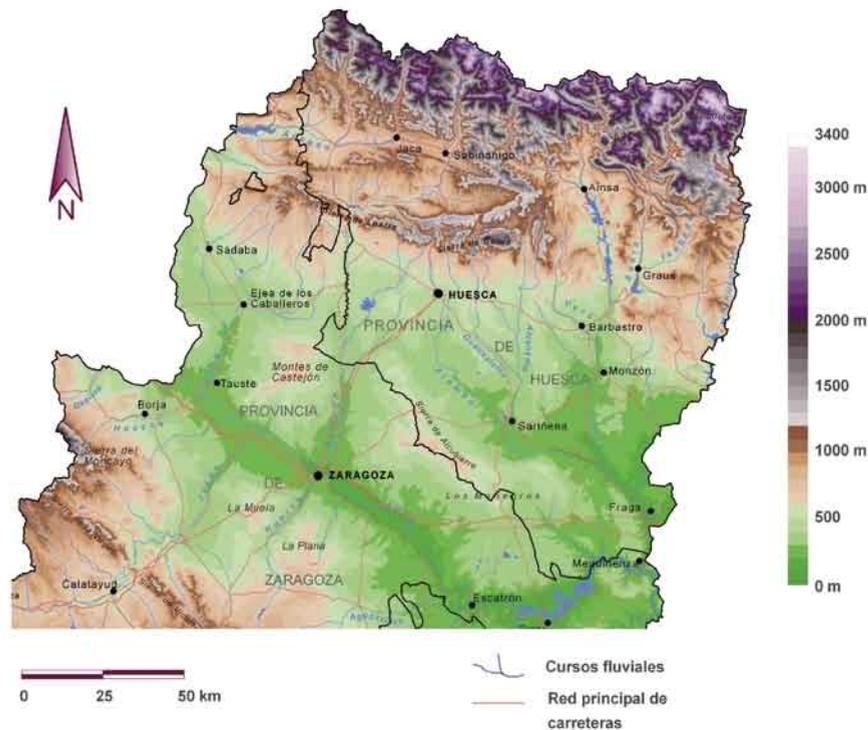


Figura 15. Mapa topográfico del Alto Aragón.

su espesor, el drenaje, la presencia de sales, etcétera.

GEOFORMAS EN EL ALTO ARAGÓN

Como consecuencia de la historia geológica, especialmente de la elevación de la cordillera pirenaica y el importante proceso erosivo, que se intensifica con la apertura del Ebro al Mediterráneo, el Alto Aragón presenta una rica variedad de formas. En este capítulo se hace especial hincapié en las formas de acumulación, puesto que tienen mayor relación con la formación de suelos. Se tratan separadamente las geoformas de los ámbitos pirenaicos y las del valle del Ebro.

Los Pirineos

Los Pirineos constituyen una barrera montañosa de más de 400 km de longitud y de dirección general oeste-este que presenta las mayores altitudes en el sector aragonés (fig. 15). En el sector pirenaico tienen una amplia representación las crestas y laderas de fuerte pendiente, si bien a una escala de mayor detalle presentan interés los glacia, las terrazas y las formas glaciares.

Crestas y laderas

En el Pirineo axial, el granito y las calizas devónicas y carboníferas se comportan



Figura 16. Macizos granodioríticos de Balaitús-Moros y Frondiellas, afectados por la dinámica glacial. (Foto: J. Latrón)

como rocas resistentes, generando la mayor parte de las altas cumbres pirenaicas, con cotas por encima de los 3300 m (Aneto, Posets, Monte Perdido, Vignemale). Las partes culminantes del Pirineo axial enlazan mediante paredes verticales de escaso desarrollo y taludes de fuerte pendiente con los fondos de valle y circos de origen glaciar. Las crestas más características son las de Salenques y Alba en la Maladeta, Besiberri y la del Diablo o Costerillou, en el Balaitús, todas ellas de granito (fig. 16).

Mientras que a altas cotas las laderas presentan derrubios muy activos (pedreras o gleras), a menor altitud y pendiente

tienden a regularizarse, a inactivarse. Los derrubios, de carácter posglaciar, tienen su origen en el sustrato de ladera o en los depósitos pleistocenos que se localizan en ellos. Así, en la ribera de Biescas es marcado el desmantelamiento de las morrenas laterales, con la consiguiente formación de los conos aluviales del valle del Gállego. Sobre materiales paleozoicos, especialmente en pizarras tectonizadas, y favorecidos por factores hidrodinámicos, son frecuentes los deslizamientos de ladera (valle de Tena). Sobre el *flysch* los derrubios presentan cantos de areniscas de cemento calizo de forma angular-tabular y envueltos en una



Figura 17. Val Ancha y Val Estrecha, al oeste de Sabiñánigo, donde glacis y terrazas cubren las margas grises del Eoceno; en el centro resaltan los Capitiellos, alineación de materiales más resistentes. Al sur (izquierda) destacan las moles conglomeráticas de Oroel y San Juan de la Peña; al norte (derecha), los relieves alomados del *flysch*.

matriz fina sobre la que los procesos de edafización actúan con rapidez.

Formas de acumulación cuaternarias: glacis, terrazas y formas glaciares

Junto a este abrupto relieve, favorecido por litologías resistentes como el granito y las series carbonatadas, existen grandes cuencas erosivas sobreexcavadas en materiales margo-arcillosos que configuran las depresiones intermedias (Canal de Berdún, Val Ancha) y amplios corredores fluviales donde encontramos diversas formas de acumulación, como glacis y terrazas (fig. 17).

Terrazas fluviales

Las terrazas fluviales son acumulaciones detríticas de gravas y cantos poligénicos con matriz arenosa o limosa y con muy poca pendiente, condiciones favorables para el desarrollo de los suelos (fig. 18). Y es que cuando el sustrato permitió el encajamiento y cambio de trayectoria de los ríos se fueron depositando aluviones a lo largo del Cuaternario, formando numerosas terrazas fluviales. Las terrazas abandonadas quedan “colgadas” respecto a la llanura de inundación y dan lugar a un típico relieve en graderío, con superficies horizontales limitadas por escarpes más o menos abruptos. De este modo, las superficies resultantes forman una secuencia posincisiva donde las terrazas más próximas al cauce actual son las más jóvenes (Holoceno), mientras



Figura 18. Terraza aluvial en La Sotonera. En ella se observan los cantos transportados por la corriente fluvial.

que las de cotas más altas son más viejas (Pleistoceno superior, medio e inferior).

En el Pirineo, los valles fluviales atraviesan materiales muy compactos, por lo que los ríos difícilmente tienen espacio para dejar su carga aluvial. Sin embargo, sobre materiales margo-arcillosos sí se han podido formar amplios corredores fluviales. En este sentido, encontramos terrazas en el río Aragón en Jaca, el Gállego en Sabiñánigo, el Ara-Cinca en Aínsa y el Isábena-Ésera en Graus, así como en el Noguera Ribagorzana. Las terrazas, sin solución de continuidad, enlazan con diversos glacis pleistocenos, y estos a su vez con el pie de las montañas, si la red hidrográfica no los aísla. Sobre algunas terrazas viejas del Pirineo (conocidas como *coronas*), geomorfológicamente



Figura 19. Depósitos morrénicos o tills en Ordesa.

estables y de climatología templada-húmeda, se encuentran suelos muy evolucionados con potentes horizontes de iluviación de arcilla, como ocurre en las proximidades de Aínsa.

El término *morrena*, derivado del francés *moraine* ('mortero'), describe bien el aspecto pastoso y gris del depósito morrénico, si bien está siendo más usado para describir la morfología de acumulación glacial, que suele llevar asociados varios tipos de depósitos morrénicos o *tills*, vocablo sedimentológico tomado de la toponimia escocesa que designa los depósitos pedregosos asociados a la dinámica glacial. En cualquier caso, los *tills*, como los que encontramos en los valles del Ara o del Gállego, son sedimentos transportados y depositados por

o desde un glaciar, con poca o nula clasificación por agua.

Formas de acumulación glacial

El glaciario ha dejado en el Pirineo profusas morfologías, entre las que, desde el punto de vista paisajístico, destacan tanto las formas de erosión (circos, valles glaciares) como las de acumulación (depósitos morrénicos o *tills*), que se alojan puntual pero repetitivamente en el espacio. Vamos a centrarnos sobre estas últimas formas, ya que pueden actuar como material parental de los suelos (fig. 19). Dentro de las formas de acumulación glacial se distinguen los depósitos terminales o frontales y los laterales. Los primeros se sitúan en el frente del glaciar por el empuje o equilibrio de la lengua de hielo; en este sentido es destacable el arco morrénico de Senegüé, seccionado por el río Aurín, o los complejos frontales de las Sierras Interiores (Tendeñera, Pico Inferno). Otro glaciar descendería por el valle del Ara y contribuiría a la formación del actual valle fluvio-glacial de Ordesa (fig. 20), y llegaría hasta los alrededores de Broto y Sarvisé, pero su depósito terminal resulta difícilmente identificable. Sin embargo, es remarcable su complejo lateral en el valle del Sorrosal, con depósitos morrénicos dispuestos tanto en los valles como en las laderas. A estos sedimentos hay que añadir el depósito lacustre de obturación glacial o depósito glaciolacustre de Linás de Broto (paleolago).

La acción del glaciario llegó más al sur de las Sierras Interiores, penetrando en las sierras del *flysch* e incluso, en el caso del glaciar del Gállego, hasta la depresión media pirenaica. Actualmente se conocen algunos datos sobre las etapas frías gracias a las dataciones efectuadas en morrenas y depósitos fluvio-glaciares y glaciolacustres. En los valles del Aragón y del Gállego se ha situado un máximo glaciar antiguo en torno a los 155 000 años, que correspondería al Riss de las glaciaciones alpinas y al estadio isotópico 7b, aunque la mayor parte de los restos de morrenas laterales y terminales de estos valles y del Cinca pertenecen al último ciclo glaciar

(Würm), con máximos de aproximadamente 85 000 (fase Aurín, estadio isotópico 5b), 62 000 (fase Salinas, en el Cinca-Cinqueta, estadio isotópico 4), 36 000 (fase Senegüé, estadio isotópico 3) y, con menor extensión, 20 000 años (estadio isotópico 2). Es importante constatar que estas etapas coinciden cronológicamente con la formación de las principales terrazas fluvio-glaciares y fluviales de los ríos pirenaicos, afluentes del Ebro, por lo que pueden adscribirse genéticamente a condiciones climáticas frías. En la actualidad quedan algunos focos glaciares activos, entre los que destacan los de la Maladeta y Monte Perdido.

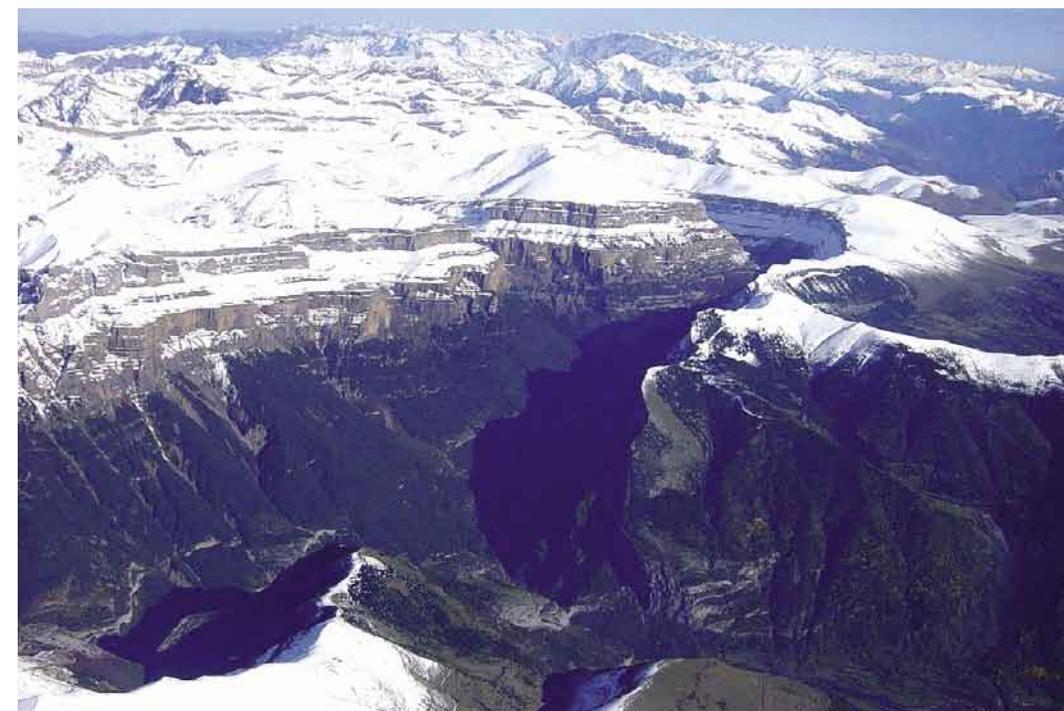


Figura 20. Valle de Ordesa, excavado por el glaciario pirenaico en calizas y areniscas del Cretácico superior.

La depresión del Ebro

Las geoformas dominantes en la depresión del Ebro son los relieves estructurales, laderas, glacis, vales y fondos de valle aluvial.

Relieves estructurales

Los relieves estructurales son aquellos en los que la estructura geológica se traduce directamente en la topografía. En el valle medio del Ebro son dominantes las **plataformas estructurales** desarrolladas por la erosión selectiva de sedimentos de diferente resistencia (fig. 21). Podemos distinguir entre las muelas o planas y las cues-

tas. Mientras que en las plataformas los sedimentos tienen una disposición prácticamente horizontal que transfiere planitud al relieve de las cumbres (por ejemplo, en las planas de Mobache y de Cardell), en las cuestras los sedimentos buzanan, es decir, tienen cierta pendiente (como en la cuesta de Almudévar). Tanto en plataformas como en cuestras, los niveles cimeros suelen ser calizas o areniscas, de cierta consistencia, que se superponen a margas deleznable. La erosión diferencial de estos materiales ha dejado en resalte topográfico los relieves. La escasa pendiente de muelas y cuestras juega a favor de la evolución edáfica, y no es rara la formación de costras o caliche de



Figura 21. Los Torrollones de Gabarda: relieves estructurales en areniscas terciarias y relieves aislados turriculares.

mayor o menor espesor, y a mayor o menor profundidad, dependiendo del clima y el tiempo de formación; en otros casos, la caliza puede estar a escasa profundidad, originando suelos delgados. En el entorno de las muelas y de los frentes de cuesta quedan relieves estructurales residuales, de forma cónica, como son los anteceros y los cerros testigo. Los cerros están coronados por los materiales resistentes de los niveles de cumbre, a diferencia de los anteceros, constituidos por los sedimentos blandos basales. En muchos casos estos sedimentos afloran en las laderas, sin apenas suelo.

La planitud de las muelas y su fracturación han supuesto la presencia de formas kársticas como son las saladas de Monegros, dolinas de grandes dimensiones y de gran interés científico.

Ya situados en el borde de la cuenca terciaria, en contacto con las Sierras Exteriores, aparece otro caso singular: los *mallos*, relieves cilíndricos a modo de “puro”, resultado de la destrucción de antiguos conos de deyección de edad oligomiocena. Los restos de su alteración, cantos heterométricos débilmente rodados, y su matriz carbonatada, arcillosa, de color rojizo, son el material parental de suelos situados a sus pies, en los somontanos.

Laderas

En el valle del Ebro las pendientes son mucho más suaves que el Pirineo, lo que

facilita la disposición de una cubierta detrítica (laderas de acumulación frente a laderas desnudas). Se trata de una cubierta de espesor desigual y textura heterométrica, con predominio de finos debido a la litología margosa dominante. La regularización de las laderas en el valle del Ebro es más ágil bajo exposición norte por el papel estabilizador que ejerce la cubierta vegetal. En cambio, en laderas sur y en taludes margosos es más fácil encontrar procesos de arcavamiento que desestabilizan la regularización heredada.

Glacis detríticos

Entre las plataformas o muelas se han abierto valles fluviales que han dado lugar a la acumulación de extensas masas aluviales de terrazas y glacis. Los glacis son superficies de suave pendiente y perfil ligeramente cóncavo que enlazan los relieves montañosos de las sierras y con los fondos aluviales de los valles y las depresiones presomontanas. Es muy habitual que estas superficies posean una cubierta detrítica sobre el sustrato terciario (glacis detríticos o de acumulación, para diferenciarlos de los de erosión). Debido a la procedencia local, más cercana a su punto de depósito, tienen cantos más angulosos y monogénicos que las terrazas fluviales, aunque, al igual que estas, se escalonan siguiendo la secuencia marcada por las pulsaciones climáticas del Cuaternario. Se consideran superficies



Figura 22. Valles de fondo plano (vales) en el anticlinal yesífero de Barbastro, de morfología aplanada como resultado de la erosión pliocuaternaria.

heredadas de periodos más fríos y húmedos que los actuales; al inicio de un periodo frío y húmedo se acumularía el material de vertiente para, al final del mismo, encontrarse el depósito y, durante el interpluvial, disectarse la acumulación por incisión de la red fluvial. Por ello, la mayoría de glaciares no siguen unidos a la ladera montañosa de la que proceden; los procesos erosivos dejan amplias llanuras colgadas (localmente denominadas *sasos* o *sardas*) e incluso cerros aislados o *coronas*. Son muy frecuentes en los somontanos de Huesca y de Barbastro. El desarrollo del suelo es proporcional a la edad del glaciar sobre el que se forma. Así, en glaciares más viejos y en condiciones más

húmedas no es rara la secuencia de horizontes árgicos sobre cálcicos y/o petrocálcicos.

Al pie de las Sierras Exteriores y de los mallos se localizan las denominadas *hoyas* o *somontanos*, depresiones erosivas de gran amplitud que conservan restos de la cobertera cuaternaria; con los cambios climáticos se han generado complejos sistemas de glaciares y terrazas entre los que resaltan pocos relieves estructurales. Destacan la hoya de Ayerbe, en el entorno de los ríos Gállego y Sotón; la de Huesca, formada por sobreexcavación de los ríos Isuela, Flumen y Guatzalema; y, finalmente, la hoya o somontano de Barbastro, que alcanza el valle del Cinca y el Vero. Entre Barbastro y Ta-

marite se extiende un anticlinal de núcleo yesífero de cumbres niveladas y recubiertas por delgados depósitos del Cuaternario antiguo.

Vales

Otras formas de denudación fluvial son las vales, que tienen su mayor expresión en los afloramientos de yesos en la depresión del Ebro (fig. 22). Son barrancos de fondo plano y laderas más o menos escarpadas. El relleno, constituido por finos, enmascara la morfología original en V de los valles y se relaciona con la incapacidad de los agentes de transporte de evacuar los sedimentos. Sin embargo, cuando las precipitaciones caen con intensidad se generan incisiones lineales en el fondo de valle asociadas a surcos encharcados (localmente conocidos como *tollos*). Así, los valles de fondo plano o vales vuelven a transformarse en valles en V. Las oscilaciones climáticas holocenas y el manejo del territorio originan la presencia de unas u otras morfologías. Lógicamente, sobre los rellenos de fondo de valle estabilizados la edafización es significativa, a pesar de las limitaciones climáticas, y no son raros los horizontes gípsicos o incluso cálcicos.

Fondos de valle aluvial

Los ríos en su sección media y baja, al atravesar los materiales blandos de la de-

presión del Ebro, presentan un espacioso fondo plano cubierto por depósitos aluviales. Por tanto, las terrazas fluviales en esta zona son de mayor extensión y continuidad que en los Pirineos. Como sucedía en la cuenca alta, las artesas fluviales enlazan con glaciares bajos, conectores de los fondos de valle con las laderas montañosas. Son destacables, por número y extensión, las terrazas del río Ebro, el Gállego, el Alcanadre y el Cinca, para el cual se han descrito once terrazas escalonadas entre Monzón y Fraga. Esta serie de terrazas se constituyen en un excelente marco geomorfológico donde evaluar la evolución de los suelos a lo largo del tiempo o cronosecuencia (Badía et ál., 2009).

HIDROLOGÍA

Desde el punto de vista de la hidrología superficial, el Alto Aragón abarca, total o parcialmente, las cuencas de los ríos Aragón, Ara, Gállego, Cinca y Noguera Ribagorzana. Son ríos que siguen la dirección general norte-sur, con algunas excepciones, como el Aragón, que gira al oeste en Jaca y se adentra en Navarra, a partir de Yesa. En menor medida, también el Gállego, que corta las Sierras Interiores (fig. 23), vira frente a las Sierras Exteriores. Todos ellos, salvo el Arba, nacen en el Pirineo, de donde reciben una parte sustancial de sus caudales. La aportación hídrica de las depresiones intrapirenaicas



Figura 23. El río Gállego, con un complejo sistema de terrazas y conos de deyección, corta las sierras del *flysch* (turbiditas) en la ribera de Biescas. Al fondo, las sierras interiores de Telera y Tendeñera.

y las Sierras Exteriores es mucho menor. Los estrechos y cerradas que estos ríos han formado en estas últimas han servido para construir diversos embalses. A partir de los somontanos, estos ríos abastecen a varios canales (Bardenas, Monegros, Cinca, Aragón y Cataluña) y acequias de importancia, de modo que sus caudales naturales llegan mermados a sus desembocaduras en el Ebro, especialmente en verano.

Los regímenes naturales son, básicamente, de tipo pluvial mediterráneo, con estiajes en verano y durante la parte final del invierno y niveles máximos relacionados con los episodios de lluvia frontales durante

el otoño y la primavera. Aquellos que tienen cabeceras en el Pirineo están influenciados por la evolución del manto nival y tienen avenidas de fusión denominadas *mayencos*. Los minúsculos glaciares pirenaicos no tienen prácticamente efecto hidrológico. Hay que señalar que los torrentes de fusión del macizo de Maladeta forman parte de la cuenca del Garona, con un interesante tramo subterráneo entre el sumidero del Forau d'Aigualluts, en el valle de Benasque, y la surgencia de Uelhs deth Joèu, ya en la vertiente atlántica, en el valle de Arán.

En el apartado de aguas subterráneas, la zona pirenaica presenta una hidrogeología

compleja. En el Pirineo existen muchas unidades, poco conocidas, que presentan importantes controles litológicos y estructurales. En la Zona Axial hay acuíferos kársticos en calizas del Devónico y el Carbonífero, y acuíferos detríticos en areniscas del Permo-trías, así como otros de tipo fisurado en los batolitos graníticos. En estos últimos afloran algunos manantiales termales de modestos caudales, de aguas alcalinas y muy débil conductividad eléctrica. Presentan niveles relativamente elevados de boro, flúor y radioactividad. Se utilizan en los balnearios de Panticosa y Benasque, así como en los franceses de Cauterets y Luchon. Las Sierras Interiores, básicamente calizas, presentan

abundantes sistemas kársticos, recargados por la nieve, que surgen en fuentes de cierta importancia y caudales muy variables. Las depresiones interiores son pobres en aguas subterráneas, con la excepción de algunos niveles aluviales. Las Sierras Exteriores, también calizas, presentan sistemas kársticos de escasa importancia. En los somontanos, diversos niveles de glaciares albergan acuíferos muy modestos pero que tienen interés tanto en el abastecimiento de poblaciones como en la génesis de determinados suelos hidromorfos. Las llanuras más meridionales, de litologías limoarcillosas y yesíferas, son muy pobres en aguas subterráneas, con la excepción de las vegas.

FACTORES BIÓTICOS

ORGANISMOS DEL SUELO

En el funcionamiento del suelo son trascendentales un conjunto de organismos vivos con tamaños, morfologías y exigencias nutritivas muy diferentes. La amplia variedad de formas biológicas presentes en el suelo quedan incluidas en varios grupos taxonómicos, fauna, bacterias, hongos y algas, que relatamos de forma sucinta.

Fauna

Entre la fauna podemos encontrar orga-

nismos con la mayor diversidad de tamaños, si bien todos tienen en común sus exigencias nutritivas, que los enmarcan dentro de los heterótrofos, es decir, que requieren sustratos orgánicos preelaborados de donde obtener la energía y el carbono. Entre la microfauna (con tamaño inferior al limo fino) encontramos rizópodos, ciliados, nematodos, etcétera. Dentro de la mesofauna destacan los ácaros y colémbolos (Artrópodos) y los enquitreidos (Anélidos), que controlan la microflora fúngica, atacan restos vegetales y contribuyen a la bioedafoturbación. Las que tienen un mayor papel en la mezcla de horizontes son las lombrices endógenas de mayor porte



Figura 24. Las lombrices mezclan horizontes (bioturbación) y favorecen la infiltración y aireación con su actividad minadora.

(F. Lumbrícidos). Además, las lombrices excavan galerías creando un espacio poroso que favorece los fenómenos de infiltración y aireación (actividad minadora) y contribuyen a la degradación de la materia orgánica (fig. 24). Antoñanzas (2002) estima que existen en torno a 1,25 millones de lombrices por hectárea en prados de Fragen (Pirineo central) e identifica dos géneros con similar proporción: *Lumbricus* sp. y *Allolobophora* sp.

Bacterias y actinomicetes

Las bacterias se consideran los organismos más numerosos del suelo (tabla 5), siendo asimismo los que presentan mayor

diversidad en su fisiología y mayor importancia cualitativa por su participación en los ciclos biogeoquímicos.

	UFC/g
Bacterias heterotróficas	0,7 10 ⁷ – 11 10 ⁷
Hongos	1 10 ⁵ – 8 10 ⁵
Celulolíticos aerobios	0,6 10 ⁷ – 10,2 10 ⁷
Proteolíticos	1,7 10 ⁶ – 9,3 10 ⁶
Aminolíticos	0,1 10 ⁶ – 6 10 ⁶
Amonificantes	0,05 10 ⁶ – 33,7 10 ⁶
Azotobacter	2 10 ² – 50 10 ²
Desnitrificantes	0,2 10 ⁵ – 57 10 ⁵
Nitrificantes	1 – 1 10 ²

Tabla 5. Microorganismos en suelos de Fragen. Rango obtenido en diferentes prados y pastos (UFC/g = unidades formadoras de colonias por gramo de suelo seco).

GRUPO	TAXONOMÍA	FUNCIONES
Fauna hipogea		
Microfauna (< 0,02 mm)	Filum Protozoos (Cl. Rizópodos y Cl. Ciliados)	Depredadores de bacterias
	Filum Nematelmintos (Cl. Nematodos)	Detritívoros, fitoparásitos, depredadores de bacterias; también en mesofauna
Mesofauna (0,02- 10 mm)	Filum Artrópodos: ácaros y colémbolos	Depredadores de hongos, bioindicadores
	Filum Anélidos. F. Enquitreidos (pertenecientes a la Cl. Oligoquetos)	Atacan restos vegetales, controlan la microflora fúngica y contribuyen a la bioedafoturbación
Macrofauna (> 10 mm)	Filum Anélidos. F. Lumbrícidos (pertenecientes a la Cl. Oligoquetos)	Contribuyen a la bioedafoturbación, aceleran la mineralización orgánica, realizan actividad minadora, son bioindicadores
	Filum Moluscos (Cl. Gasterópodos)	Galerías fundamentalmente superficiales (son epigeos)
	Filum Artrópodos (Cl. Miriápodos, Crustáceos e Insectos)	Galerías fundamentalmente superficiales
Bacterias y actinomicetes		
Gram -	Metanobacteriáceas, Thiobacteriáceas, Beggiatoáceas	Ciclo del C, S...
	F. Nitrobacteriáceas	Implicadas en la nitrificación
	F. Azotobacteriáceas	Fijación libre de nitrógeno atmosférico
	F. Rizobacteriáceas	Fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico
Gram +	F. Frankiáceas	Fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico
	F. Bacillaceas	Celulolíticos, amonificadores, mineralizadores
	F. Actinomicetáceas	Descomposición de materia orgánica, lignolíticos, celulolíticos
Hongos		
	Div. Mixomicetes	Lignolíticos, celulolíticos
	Div. Eumicetes: Ficomicetes; Ascomicetes, Basidiomicetes y Deuteromicetes	Lignolíticos, celulolíticos, simbiosis micorrízicas
Algas		
	Cianofíceas (<i>Nostoc</i> , <i>Anabaena</i>). Clorofíceas	Fijación libre de nitrógeno atmosférico, edafización

Tabla 6. Grupos de organismos más frecuentes en el suelo y sus funciones.

Hongos

Los hongos constituyen el segundo grupo en cantidad, tras el de bacterias-actinomicetos, en la mayor parte de los suelos del Alto Aragón. Su cuantía depende de las condiciones locales, especialmente del pH y el contenido de humedad. Entre sus funciones destaca su papel en el ciclo del carbono y en las simbiosis micorrícicas. Algunos hongos pueden asimilar entre el 30 y el 50% del carbono presente en la materia orgánica que descomponen, lo que representa una tasa de conversión muy superior a la de las bacterias, que se sitúa entre el 5 y el 20%.

Algas

Las algas son organismos fotosintéticos que contienen clorofila y, en algunas ocasiones, otros pigmentos. Se concentran en la superficie del suelo y su cantidad puede variar entre 100 y 100 000 algas por gramo, aunque en la mayor parte de los conteos no se sobrepasan las 20 000 unidades. Comparadas con las bacterias o los hongos, las poblaciones de algas edáficas quedan en un segundo plano en relación con el funcionamiento del suelo (tabla 6).

VEGETACIÓN

La vegetación ejerce una serie de acciones tanto directas como indirectas en la

formación y conservación del suelo. Entre las primeras destacan el aportar materia orgánica, acelerar la meteorización e incrementar la porosidad y el movimiento del agua y el aire. Entre las indirectas destaca el efecto pantalla que el dosel o cubierta vegetal impone sobre el clima edáfico, al sombrear, interceptar las gotas de lluvia, frenar la escorrentía superficial (o sea, aumentar la infiltración) y, por tanto, reducir la erosión hídrica, además de la eólica. Asimismo, el sistema radicular respira, segrega sustancias y absorbe agua por lo que tiene efectos sobre la translocación y el lavado de sustancias en el suelo, por ejemplo de carbonatos. Interviene en los ciclos biogeoquímicos al absorber nutrientes en solución que fija en sus tejidos temporalmente. En casos particulares, la vegetación ejerce efectos alelopáticos.

Formaciones vegetales en el Alto Aragón

La mayor parte de la depresión del Ebro así como las depresiones intermedias prepirenaicas están cultivadas (fig. 25). En seco son los cereales de invierno (la cebada y, en menor grado, el trigo) los que ocupan la mayor superficie; con ellos alterna un mosaico de olivos, vid y almendros, ya sea en seco o con riego de apoyo. En el tercio más meridional del Alto Aragón, con regadío, se cultivan frutales de hueso y de pepita como cerezos, nectarinos, melocotoneros, perales y manzanos; entre los culti-

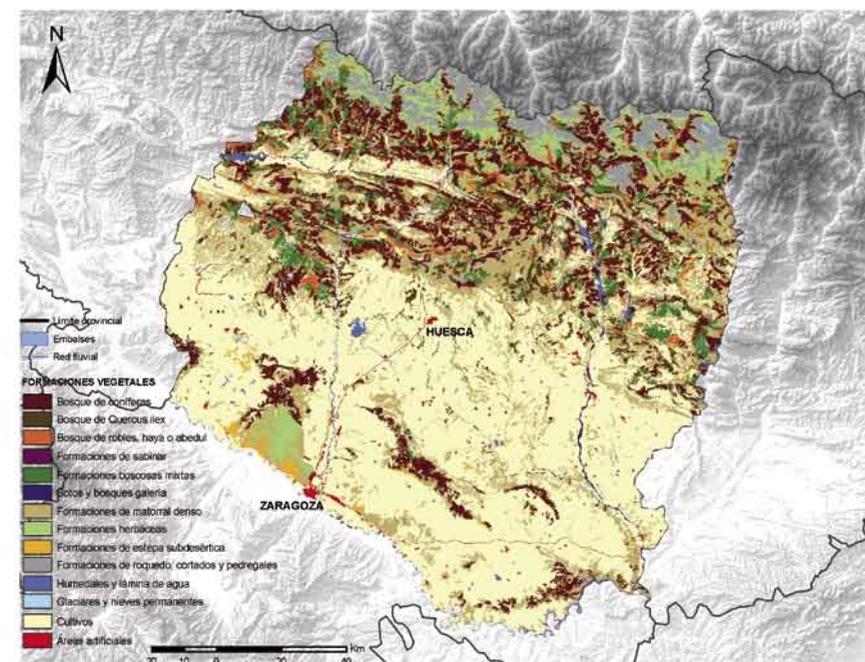


Figura 25. Formaciones vegetales en el Alto Aragón.

vos herbáceos destacan la alfalfa y el maíz. Es en los Pirineos donde, alternando con prados y pastos, las formaciones boscosas ganan terreno.

El gradiente altitudinal y climático que, de norte a sur, caracteriza el Alto Aragón se plasma en una diversidad vegetal que varía de los albardinarios iberomagrebís a los bosques atlánticos eurosiberianos (fig. 26).

En los territorios más elevados de la mitad norte de Aragón, situados por encima de los 1600-2000 m, podemos observar lo que denominaremos **ecosistemas de alta montaña**, fundamentalmente dispuestos en los grandes macizos pirenaicos y en los territorios más elevados del Prepirineo, como la sierra de Guara. Ocupan importan-

tes extensiones los pastos de *Festuca eskia*, *Nardus stricta* y *Bromus erectus*, con *Carex curvula* y *Trifolium alpinum*. También son propios de este ambiente, junto a manantiales, turberas, ibones o pequeños cursos permanentes, los géneros *Carex* e *Isoetes*.

En cotas algo más bajas, las especies leñosas y sobre todo las arbóreas comienzan a tener condiciones más favorables, ya que hasta este momento tan solo algunos taxones del género *Salix* (*S. pirenaica*, *S. herbacea* y *S. reticulata*) consiguen sobrevivir en los enclaves de mayor altura, desarrollando, a pesar de su origen arbóreo, portes rastroeros. Aparecen entonces algunas manchas arboladas de pino negro (*Pinus uncinata*) y silvestre (*Pinus sylvestris*), a los que acompañan

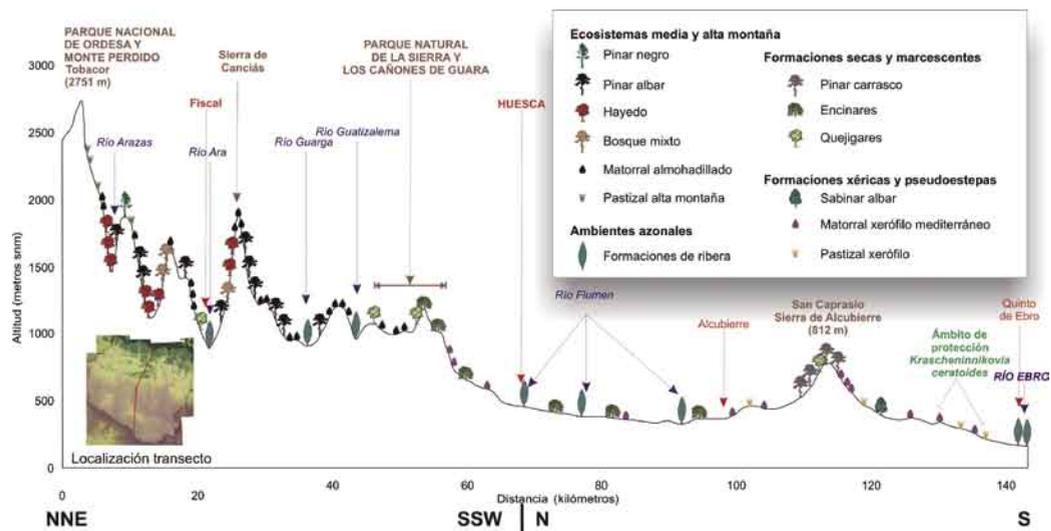


Figura 26. Formaciones vegetales desde el Pirineo hasta el valle del Ebro.

un valioso cortejo de especies leñosas rastreras como el rododendro (*Rhododendron ferrugineum*) o el arándano (*Vaccinium myrtillus*). Entre los pinares, e incluso en gleras y canchales, resulta llamativo el matorral rastrero de erizón (*Echinopartum horridum*) (fig. 27).

Por otra parte, los pinares son otra formación muy presente en este ambiente, sobre todo ocupando los suelos más erosionados y pobres, como ocurre con el *Pinus nigra*, favorecido en su distribución por las repoblaciones y que ha sido seleccionado para ellas por su adaptación a las heladas tardías, de modo que ha colonizado fácilmente territorios del quejigal en amplias zonas del Prepirineo. Al margen de estos territorios más elevados, en la fachada más noroccidental del territorio aragonés, se su-

ceden variables climáticas propias del clima atlántico, originando un nuevo ambiente que denominamos **de media montaña atlántica**. Se caracteriza por mayor presencia de precipitaciones y temperaturas menos contrastadas, que favorecen el desarrollo de importantes masas forestales en las que alternan caducifolias y coníferas, formando en ocasiones destacadas masas mixtas, como ocurre en los valles occidentales de Ansó y Hecho.

Las especies arbóreas más importantes son el pino royo (*Pinus sylvestris*), el abeto (*Abies alba*) y el haya (*Fagus sylvatica*), muy presentes en los valle de Ansó, Hecho y Ordesa, alcanzando incluso las sierras de Santo Domingo y Guara, junto a abedules (*Betula pendula*) y avellanos (*Corylus avellana*). En estas formaciones, además de las anterio-

res especies, conviven un buen número de planifolios arbóreos: tilo (*Tilia platyphyllos*), acebo (*Ilex aquifolium*), arces (*Acer platanoides*, *A. campestre*, *A. opalus*), sauce cabruno (*Salix caprea*), serbal (*Sorbus aria*), cerezo silvestre (*Prunus avium*), álamo temblón (*Populus tremula*), tejo (*Taxus baccata*), álamo (*Populus nigra*) y fresnos (*Fraxinus* sp. pl.).

Por debajo de la alta y la media montaña, en ambientes algo más secos y más templados que estos, se desarrollan las **formaciones boscosas secas y marcescentes** de *Pinus* y *Quercus*. Son muy escasas las comunidades maduras y extensas debido a la intensa actividad antrópica que desde tiempos históricos tiene lugar en estos medios. A pesar de ello es significativa su

presencia al este del Alto Aragón. En zonas algo más húmedas es frecuente el quejigar (*Quercus gr. cerrioides*), hibridado con mucha frecuencia (*Q. faginea*, *Q. pubescens*) y en numerosos puntos asociado al encinar y al pinar, dependiendo de la exposición (fig. 28). Su sotobosque es variado, pero destacan algunas especies como el boj (*Buxus sempervirens*), el arañón (*Prunus spinosa*), el aligustre (*Ligustrum vulgare*), el cornejo (*Cornus sanguinea*) o el rosál silvestre o gabardera (*Rosa* sp.).

Entre las Sierras Exteriores y el llano meridional, más árido, adquieren mayor importancia los carrascales (*Quercus ilex* ssp. *ballota*), que tienen su mejor representación en los territorios de Cinco Villas, Santo



Figura 27. Erizón en floración, matorral espinoso endémico del Alto Aragón.



Figura 28. Quejigos en solana y pinos rojos en umbrias y fondos forman los bosques del entorno de Linás de Broto.

Domingo, La Peña, Gratal y, en especial, el somontano y la hoya de Huesca (fig. 29). No obstante, estos logran penetrar hacia el norte, entre los relieves más pirenaicos, a través de sus cañones fluviales, como ocurre en el cañón de Añisclo, en el Parque Nacional de Ordesa. Entre sus masas arbóreas aparecen especies de carácter termófilo como el madroño (*Arbutus unedo*), el torvisco (*Daphne gnidium*) y trepadoras (*Lonicera*, *Clematis*), siendo más frecuentes las etapas propias de su degradación en forma de matorrales de jara (*Cistus* sp.) y cantueso (*Lavandula stoechas*).

Finalmente, el sector central de la depresión del Ebro está ocupado por **formaciones**

de carácter xérico y pseudoesteparias. Aun siendo dominantes los cultivos, son propios de este ambiente los pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*), con magníficas extensiones en el tramo meandriforme del río Ebro, en el Bajo Cinca (fig. 30). El sotobosque lo constituyen las coscojas (*Quercus coccifera*) e incluso, en las condiciones más favorables, los lentiscos (*Pistacia lentiscus*). Su degradación supone la preponderancia de arbustos bajos con especies como el romero (*Rosmarinus officinalis*), la jarilla (*Cistus clusii*), el arto (*Rhamnus lycioides*), el tomillo (*Thymus vulgaris*) o la aliaja (*Genista scorpius*). El pastoreo intenso favorece la presencia de ontina (*Artemisia*

herba-alba) y sisallo (*Salsola vermiculata*), e incluso albardín o esparto (*Lygeum spartum*). En el sector monegrino destacan los bosquetes poco densos de sabina albar (*Juniperus thurifera*).

Fuera de los anteriormente descritos, tenemos que referirnos a una serie de **ambientes azonales** que tienen gran importancia en esta mitad norte del territorio aragonés por su singularidad, tanto paisajística como específica. En esta línea, existen enclaves endorreicos en los que la concentración de salinidad en el sustrato es importante y que son colonizados por una flora adaptada y en muchos casos endémica en su distribución. Aquí el matorral pasa

a ser una formación dominada por especies halófilas como *Suaeda vera*, *Arthrocnemum macrostachyum* y el género *Limonium*, mientras que el arbolado está representado por el género *Tamarix* con taxones como *T. canariensis* y *T. gallica*. Sobre yesos aparecen los matorrales gipsófilos (*Gypsophila hispanica*, *Ononis tridentata*, *Helianthemum squamatum*, *Herniaria fruticosa*).

Por su parte, en las orillas de los ríos se desarrollan saucedas y fresnedas en los tramos medios y altos, destacando la presencia de la rara *Myricaria germanica*, excelente estabilizadora de gravas fluviales y cuya presencia se conoce en casi todos los ríos pirenaicos de caudal permanente. En los



Figura 29. Carrascal de Igríes (Hoya de Huesca), al pie de las Sierras Exteriores.



Figura 30. Los pinares de pino carrasco se alternan con los rales matorrales en las laderas que caen al Ebro.

tramos bajos, las formaciones de ribera han sido mermadas, de modo que son escasos los sotos fluviales y bosques de galería de entidad; todavía podemos observar buenos ejemplos en el tramo medio del río Ebro y en los tramos medio y bajo del Cinca, entre Monzón y Fraga. Entre sus componentes destacan los chopos (*Populus nigra*) y sus híbridos, los álamos (*Populus alba*) y los sauces (*Salix* sp.), con esporádicos fresnos (*Fraxinus angustifolia*) y olmos (*Ulmus mi-*

nor). En los espacios con una amplia lámina de agua, más o menos permanente, aparece la vegetación higrófila. Son ejemplos los carrizales (*Phragmites* sp.), con eneas (*Typha* sp.) y juncos, a veces acompañados de alineaciones de chopos, tamarices o sauces; están presentes en la laguna de Sariñena, en la Unilla de Candasnos, en pantanos como los de Mequinenza, La Sotonera o los Torrollones, e incluso en balsas de riego de ciertas dimensiones.

PROCESOS DE FORMACIÓN DE LOS SUELOS

La actuación de los factores formadores (clima, vegetación, litología, geomorfología

y tiempo) descritos en capítulos anteriores se produce mediante **procesos de edafogénesis**, que pueden suceder en el tiempo, actuar simultáneamente o incluso ser antagónicos.

Los procesos que actúan en un suelo se pueden agrupar en las tres categorías que describimos a continuación.

TRANSFORMACIONES (ORGÁNICAS E INORGÁNICAS)

Las transformaciones son los procesos que conllevan cambios de composición y forma de los compuestos orgánicos y/o inorgánicos que pueden afectar al material del suelo.

Meteorización. La meteorización o intemperización consiste en la transformación por los distintos agentes atmosféricos del material mineral del suelo o de la roca madre. Por tanto, los diferentes procesos de meteorización pueden ser considerados tanto procesos edafogénicos como procesos previos a la diferenciación de horizontes. Pueden ser de naturaleza **física** (fragmentación y disgregación mecánica de la roca), **química** (se produce un cambio en la naturaleza de los materiales) o **biológica**, que en última instancia engloba procesos físicos o químicos provocados por la actividad orgánica.

En el Alto Aragón podemos destacar varios tipos de meteorización:

- La meteorización por disolución, que afecta a los carbonatos (de margas, calizas, areniscas), yesos y sales más solubles.
- La meteorización por cristalización de sales (yeso, mirabilita, halita...), con hi-

dratación, que provoca un incremento de volumen, ahuecamiento y disgregación de margas, areniscas y otros materiales parentales.

– La meteorización por cristalización del agua por helada en fisuras de la roca, con el consiguiente incremento de volumen y fragmentación de la misma.

– La meteorización por hidrólisis, es decir, la reacción entre un mineral (por ejemplo, aluminosilicatos) y el agua.

– La meteorización por óxido-reducción, que afecta a los elementos que pueden actuar con diversos estados de valencia, como el hierro y el manganeso.

Empardecimiento y rubefacción. Consisten en la liberación de hierro por meteorización de los minerales primarios. Ambos términos designan un proceso único cuya diferenciación se basa en el mineral de hierro obtenido, que a su vez se relaciona con las condiciones ambientales de su formación. Se considera que el mineral precursor es la ferrihidrita, que en condiciones cálidas y secas evoluciona rápidamente a hematita (Fe_2O_3) por deshidratación de los óxidos de hierro ligados a las arcillas. Es un proceso casi irreversible que confiere al suelo un intenso color **rojo**, típico de climas mediterráneos o con contraste estacional bien marcado. En el Alto Aragón es frecuente en los glaciares y terrazas aluviales pleistocenas de la depresión media y los somontanos (fig. 31). Por el contrario, en



Figura 31. El intenso color rojo de algunos suelos desarrollados sobre glacis y terrazas aluviales pleistocenas de los somontanos es el resultado de la deshidratación de los óxidos de hierro ligados a las arcillas (rubefacción). Al fondo, la sierra de Guara.

medios más húmedos y fríos no es posible la deshidratación de los óxidos de hierro y se favorece la formación de goetita (FeOOH), por lo que el suelo se empardece o brunifica. Se trata de un proceso propio de climas semi-continentales y atlánticos templados.

Hidromorfia. Las condiciones hidromorfas o de exceso de agua y la demanda de oxígeno por parte de los microorganismos favorecen la transformación de los óxidos de hierro a formas ferrosas (gleificación), lo que confiere al suelo un color gris o negro. La alternancia de condiciones húmedas y secas, es decir, reductoras y oxidantes, a

lo largo del año se manifiesta mediante la alternancia de los colores grises con los rojos y pardos. En el Alto Aragón se relaciona con suelos desarrollados sobre depósitos aluviales recientes, próximos a la llanura de inundación, y zonas endorreicas. En suelos formados en condiciones de exceso de agua, los óxidos de hierro y manganeso liberados en la meteorización de minerales ferromagnesianos sufren movilizaciones y concentraciones y dan lugar a pisolitos, pequeños nódulos de color oscuro (fig. 32).

Melanización. Proceso de oscurecimiento de los horizontes superficiales del suelo

por la evolución de restos orgánicos frescos hacia formas complejas (humus), con la participación de los microorganismos. El oscurecimiento es más o menos intenso según domine la mineralización o la humificación. Así, en suelos agrícolas las labores favorecen la mineralización, por lo que el oscurecimiento es menos intenso que en las áreas de vegetación natural, siempre que las condiciones de humedad sean semejantes.

puede deberse a un efecto de expansión-retracción de las arcillas expansibles (arcilloturbación), e incluso a la acción de hielo-deshielo (crioturbación). Sin embargo, en el Alto Aragón es más frecuente la mezcla de capas y horizontes por el comportamiento de la mesofauna y la macrofauna (bioturbación) (fig. 33).

TRANSLOCACIONES

Edafoturbación. Proceso en el que los materiales del suelo sufren cambios posicionales y efectos de mezcla. Esa mezcla

La translocación implica un cambio de posición de un componente, que puede ser tanto ascendente como descendente

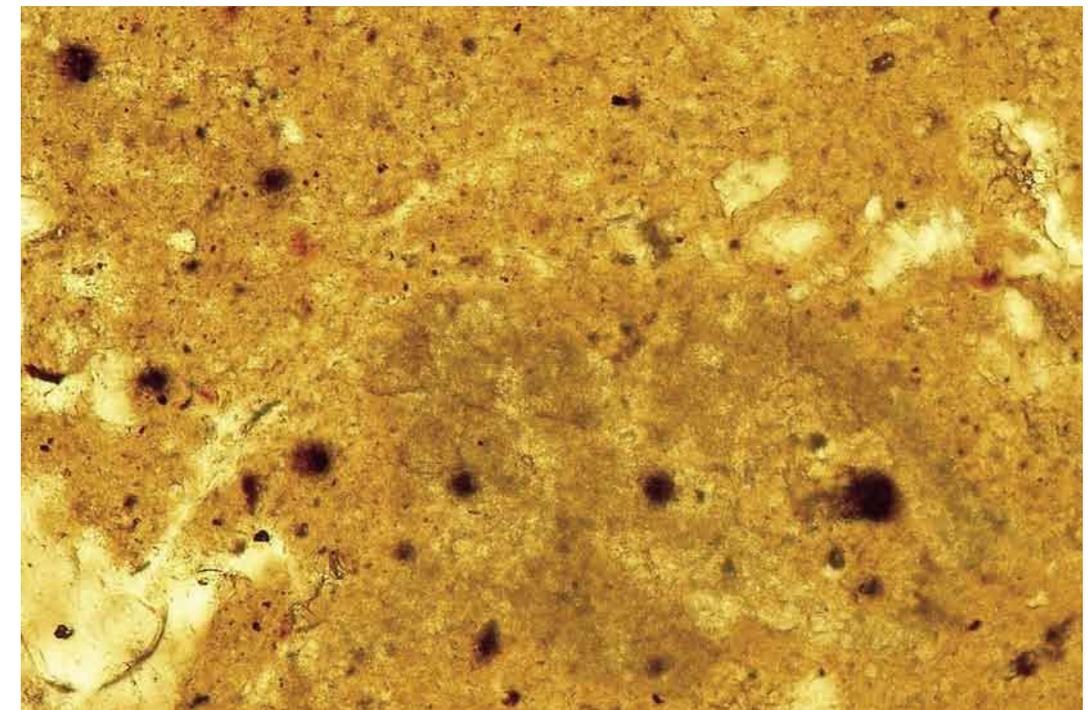


Figura 32. Micromasa de micrita con nódulos esféricos, negros, de oxihidróxidos de hierro, de tamaño arena muy fina, generados por las condiciones de óxido-reducción imperantes en el horizonte Cgk del suelo de Guadasespe (Hoya de Huesca). Se observa también, en pardo oscuro, un nódulo de carbonatos (órtico, impregnativo). Imagen obtenida con polarizadores paralelos. Longitud de la imagen: 0,6 mm.

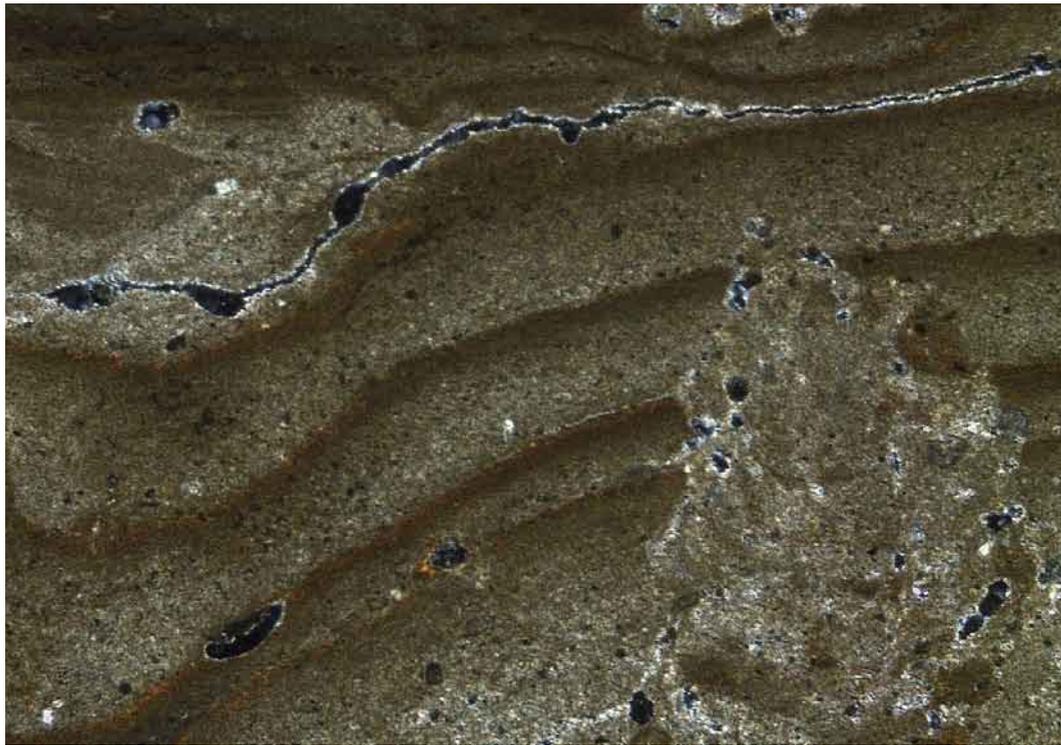


Figura 33. Material granoclasificado (a modo de hojalдре), con capas alternas, milimétricas, de limo y arcilla sódica. Se observa cómo las láminas son mezcladas por la acción de la fauna (bioporo relleno en la derecha de la imagen). Límite superior del horizonte Cz1 en el perfil de las Ripas de Lupiñén (Hoya de Huesca). Polarizadores cruzados. Altura de la imagen: 2 mm.

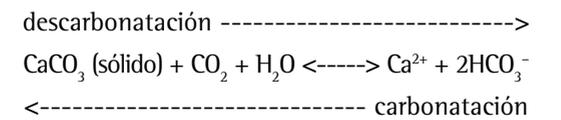
dentro de un perfil, si bien esto último es lo más habitual. Supone la concentración de materiales en ciertos puntos del perfil. Según la causa que genera este movimiento distinguimos entre translocaciones en solución (carbonatación, gipsificación, salinización) y translocaciones en suspensión (argiluviación).

Argiluviación. Proceso de movilización en suspensión de arcilla por la acción del agua, que actúa como agente físico de transporte, sin reaccionar químicamente

con ella. El proceso de translocación de arcillas a lo largo del perfil requiere la existencia de fases húmedas intensas y periodos secos. En las primeras, el agua, con las arcillas en suspensión, se infiltra a través de los macroporos, que al secarse dejan, por succión, las arcillas en sus paredes (cutanes o *clay coatings*). Es necesario que las arcillas estén dispersas, y por lo tanto que exista una eliminación previa de los carbonatos y una ligera acidificación. El horizonte de acumulación de arcillas (árgico) tiene gran capacidad

de cambio (con un CIC superior a los 24 $\text{cmol}_c \text{ kg arcilla}^{-1}$) y alta saturación de bases (superior al 50%), característica propia de los Luvisoles. La presencia de algunos horizontes arcillosos y rubefactados a poca profundidad, con edaforrasgos propios de un horizonte árgico y ricos en carbonatos, se interpreta como resultado de la destrucción de horizontes superiores y recarbonatación del árgico original a lo largo de la evolución de estos suelos. Los horizontes árgicos se observan en suelos de glaciares y terrazas pleistocenas (del Gállego, Cinca, etcétera), en la mitad norte del Alto Aragón. Más raramente se puede observar la iluviación de arcillas sódicas, en suelos carbonatados y algo salinos de reciente formación (Monegros, Hoya de Huesca).

Descarbonatación/carbonatación. La solubilización de los carbonatos en las estaciones húmedas requiere su transformación en bicarbonatos (descarbonatación). Ello se produce gracias al CO_2 y los ácidos orgánicos generados por la actividad biológica, por lo que su intensidad es máxima en los horizontes superficiales. Los bicarbonatos migran dentro del perfil hasta cierta profundidad, donde precipitan en forma de carbonatos (carbonatación). Esta precipitación se debe a la desecación del suelo, la disminución de la concentración de CO_2 con la profundidad y la reserva cálcica de los suelos:



Bajo un régimen de humedad percolante (údic) los bicarbonatos son eliminados del perfil edáfico, pero en condiciones más secas (xéricas) precipitan a cierta profundidad en forma de carbonatos (carbonatación). Esta precipitación se da bajo diferentes morfologías: en acumulaciones filiformes (pseudomicelios) o esféricas (nódulos), rellenando huecos de antiguas raíces (rizoconcreciones) o como cubiertas bajo las piedras (cemento geopetal). También se observan acumulaciones generalizadas blandas (horizontes cálcicos e hiper-cálcicos) o duras, cementadas (horizonte petrocálcico que localmente es conocido como *mallacán*, *costra*, *taparàs...*); estas últimas se observan en geoformas estables y de cierta edad tanto en terrazas aluviales como en plataformas estructurales. Estas acumulaciones son frecuentemente poligénicas, resultado de paleoambientes distintos del actual, que producen morfologías de disolución-recristalización sucesivas (fig. 34). Así, por ejemplo, en el actual ambiente semiárido de la confluencia Cinca-Segre los suelos muestran un patrón sistemático y progresivo en la acumulación de carbonatos (fig. 35).

Desgipsificación/gipsificación. El yeso se solubiliza (desgipsificación) en las estaciones

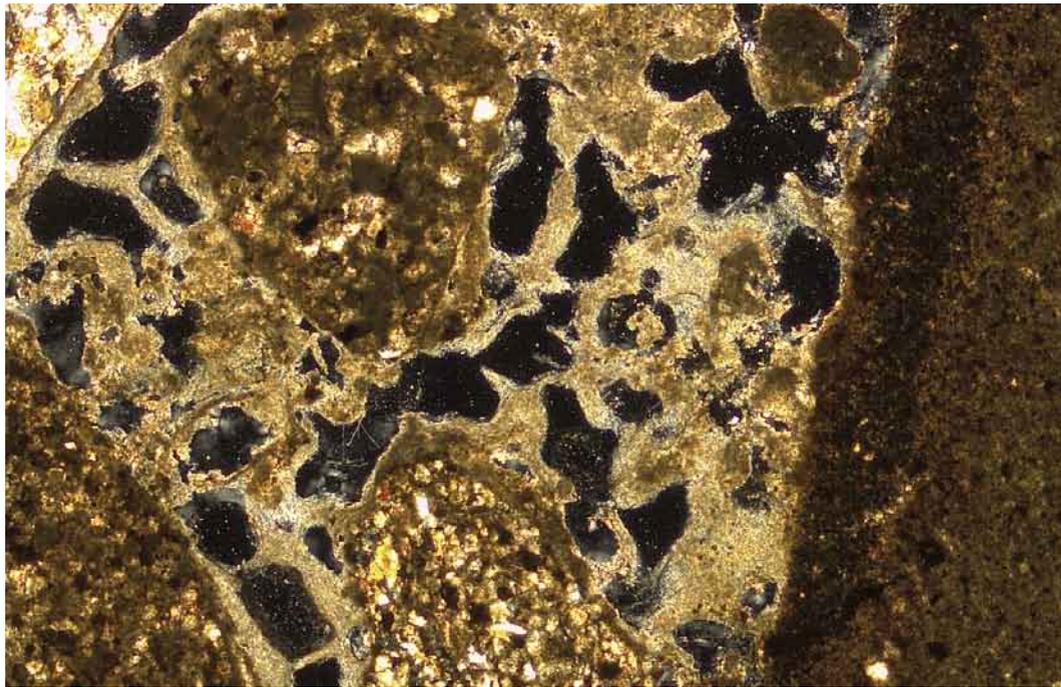


Figura 34. Gravas cementadas por calcita micrítica y acicular formando un horizonte petrocálcico conglomerático (*mallacán*). Destaca la microestructura en cámaras, de tamaño de arena gruesa (en negro). Horizonte Ckm (> 150 cm) de terraza pleistocena del río Gállego. Polarizadores cruzados. Altura de la imagen: 2,5 mm.

húmedas para translocarse en el suelo y precipitar en los periodos secos (gipsificación). Es un proceso que se observa en laderas, fondos de valle y, en menor medida, terrazas aluviales. La heterogeneidad de las geoformas en las que aparece el yeso edafogénico hace pensar que han tenido lugar diferentes modelos de génesis. Así, en laderas se ha podido producir la disolución de materiales de alto contenido en yeso (margas y areniscas yesíferas) con precipitación a corta distancia; las continuas disoluciones y precipitaciones habrían homogeneizado y purificado el horizonte (convirtiéndolo en hipergípsico). En fon-

dos, esa formación podría ir acompañada de aportes gravitacionales. En cambio, en terrazas aluviales el yeso precipitaría a partir de la evaporación de las aguas superficiales enriquecidas en sulfato y calcio (Artieda, 1996; Herrero, 1991).

Las acumulaciones de yeso adoptan diversas morfologías en campo. La forma en la que más frecuentemente se presentan es la vermiforme, que se asemeja a hilillos de varios milímetros de largo y alrededor 1 m de grosor. Recuerdan a los pseudomielios de carbonatos, pero tienen un aspecto más grueso y un color amarillento. Más raramente aparecen recubriendo can-

tos, por ejemplo en las terrazas pleistocenas del Segre, a la altura de Mequinenza. En este caso, el horizonte gípsico presenta una elevada porosidad y, aunque puede llegar a recubrir la totalidad de los clastos poligénicos, se hace más abundante en su base (como cemento geopetal o *pendents fibrosos*).

También aparecen acumulaciones de yeso masivas que, en campo, presentan aspecto pulverulento y tacto harinoso (yeso farináceo). Este yeso se considera edafogénico por su ausencia en la columna litológica y el criterio microscópico. Se trata de un material compuesto por cristales de yeso de sección lenticular, con ángulos afilados, de tamaño inferior a 20 μm , es decir, yeso lenticular microcristalino. Además de las morfologías microcristalinas aparecen

tamaños lenticulares mayores. Estos cristales rellenan y revisten poros, lo que refuerza que la acumulación sea considerada edáfica. En otras ocasiones se observan recristalizaciones de yeso secundario sobre fragmentos de yeso primario (fig. 36).

Salinización y sodificación. Entre los suelos afectados por sales en el Alto Aragón los hay salinos y salino-sódicos. La salinización es un proceso de enriquecimiento del suelo con sales más solubles que el yeso, en concreto cloruros y sulfatos de sodio y magnesio, y que generan importantes efectos en la vegetación: efecto osmótico, efecto de ión específico y efecto sobre el balance energético. En el Alto Aragón la salinización tiene cierta incidencia por la presencia de algunas margas salinas entre

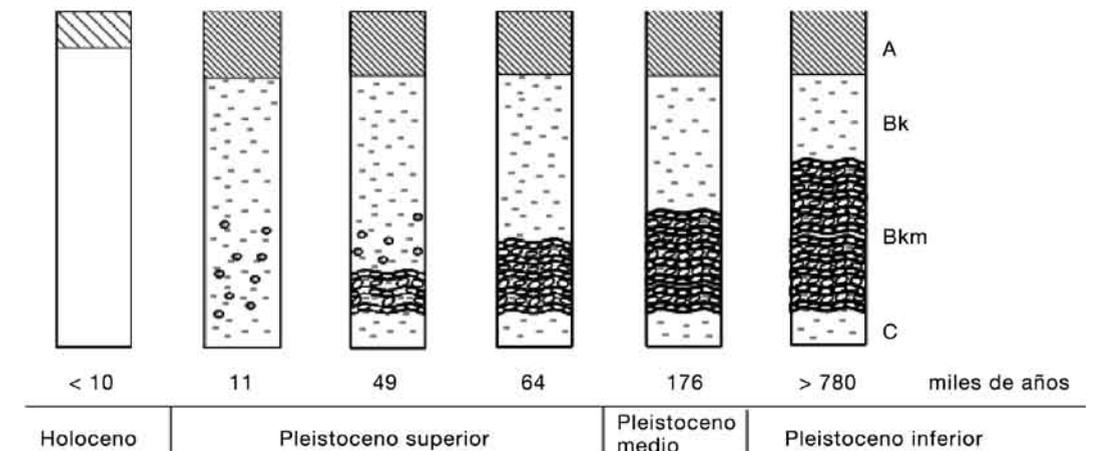


Figura 35. Evolución de la morfología y distribución de las acumulaciones de carbonatos en suelos desarrollados sobre terrazas aluviales de la confluencia Cinca-Segre (Badía et ál., 2009).



Figura 36. Fragmento de yeso primario en empalizada (esquina superior izquierda) con abundantes reprecipitaciones de yeso lenticular en abanico de orientación perpendicular al fragmento. Horizonte B_y en el perfil en Torre la Piedra (Barbastro). Polarizadores paralelos. Altura de la imagen: 2,5 mm.

el material parental. Su localización e identificación deben permitir que determinados movimientos de tierra no las hagan aflorar a la superficie y provoquen la salinización secundaria del suelo.

Además de suelos salinos, también se observan casos de sodificación, suelos con relaciones de adsorción de sodio por encima de 13 y pH mayores a 9, por ejemplo en los Monegros, la Hoya de Huesca o el Bajo Cinca. En algunos casos la sodificación se relaciona con la presencia de ciertos depósitos holocenos de ladera, compuestos por laminillas alternas, milimétricas, de limo y arcilla sódica (clorita y mica dioctaédrica), material

parental que, por su aspecto, ha venido en denominarse *sustrato hojaldrado*. Este sustrato sódico es muy inestable y extremadamente vulnerable a la acción erosiva de la lluvia; por ello es frecuente la formación de túneles por flujo subsuperficial (sufosión) del agua, así como la de numerosos micropedestales y cúpulas que confieren una apariencia lunar al entorno. El manejo de los suelos sódicos y salino-sódicos es mucho más complejo que el de los salinos debido al efecto dispersante del sodio (Qadir et ál., 2007). Por su espectacularidad, son remarcables las Ripas de Lupiñén (frente de cuesta del Saso Alto) y las laderas de Monzorroval (fig. 37).

Podsolización. Proceso de movilización de materia orgánica, aluminio y hierro desde un horizonte eluvial (E) con translocación e inmovilización a un iluvial (B_{hs}). Requiere de condiciones climáticas frías y húmedas, una vegetación acidófila y escasa actividad biológica. En el Pirineo axial, en suelos desarrollados sobre con sustratos silíceos, se dan las condiciones más favorables para observar este proceso.

Cumulización. Proceso de aporte de material que se traduce en el engrosamiento del horizonte superficial de materia mineral, lo que repercute en la evolución del suelo. Puede distinguirse entre **aluvionamiento**, o aporte por las corrientes fluviales, y **coluvionamiento**, o aporte derivado de la combinación de la fuerza de la gravedad y las corrientes de agua. Estos aportes son en muchos casos de material preedafizado o suelos erosionados.

ADICIONES Y PÉRDIDAS

Aquí se incluyen los procesos de enriquecimiento y de eliminación, respectivamente, de materiales y componentes del perfil edáfico.

Lixiviación. Migración, más o menos continuada, de un componente del suelo por la acción de un agente químico. La pérdida del componente en cuestión se producirá gradualmente dentro del perfil a medida

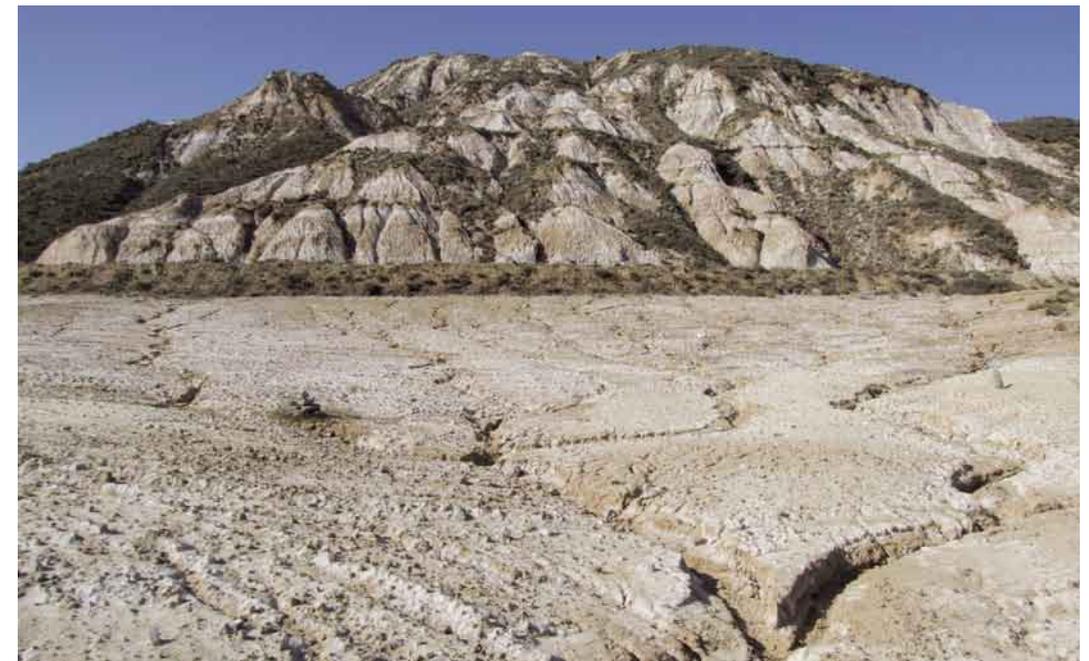


Figura 37. Acarcavamiento de suelos y sustratos salino-sódicos en el entorno de Monzorroval.



Figura 38. Movimiento en masa en el puerto de Cotefablo. Se trata de un proceso proisotrópico (inhibidor de la diferenciación de horizontes) inducido por la fuerza de la gravedad y que suele suponer el deslizamiento de gran volumen de suelo y sustrato de forma rápida y catastrófica.

que el frente de humectación lo atraviese de forma habitual. En las condiciones climáticas de los Pirineos el frente de humectación puede atravesar todo el perfil, por lo que es habitual que la lixiviación afecte tanto a la parte superior del mismo como a la inferior. En las condiciones más húmedas y geomorfológicamente estables, los iones en solución van circulando y perdiéndose, lo que comporta una progresiva acidificación y desaturación del complejo de cambio.

Erosión. Proceso de degradación física del suelo que consiste en la pérdida de parte o de la totalidad del perfil. Bajo

una cubierta forestal o pascícola los suelos presentan agregados muy estables, y tanto la escorrentía superficial como el movimiento de partículas tienden a ser escasos. Los procesos de erosión que pueden observarse en el Pirineo son **movimientos de partículas** (caída de rocas, arroyada difusa, en surcos y en cárcavas) y **movimientos en masa** (soliflucción, geliflucción, reptación, deslizamientos). Los sustratos en los que estos procesos son más evidentes son los depósitos morrénicos, las margas y las turbiditas (fig. 38).

En definitiva, el desarrollo del suelo se lleva a cabo por la combinación de dos

grupos de procesos: los **proanisotrópicos**, que tienden a diferenciar capas de disposición horizontal (horizontes) a partir de la roca madre, y los **proisotrópicos**, que ralentizan e incluso inhiben la diferenciación de horizontes.

Seguidamente se representan esquemáticamente los perfiles más frecuentes en el Alto Aragón, con sus horizontes de diagnóstico (fundamentales en la clasificación del suelo) y sus procesos de formación (fig. 39).

1. SUELOS ORGÁNICOS (con predominio de la humificación sobre la mineralización y, por tanto, con acumulación de materia orgánica)



WRB y STS: HISTOSOL, por ejemplo en turberas

2. SUELOS MINERALES

2.1. Con equilibrio entre mineralización y humificación

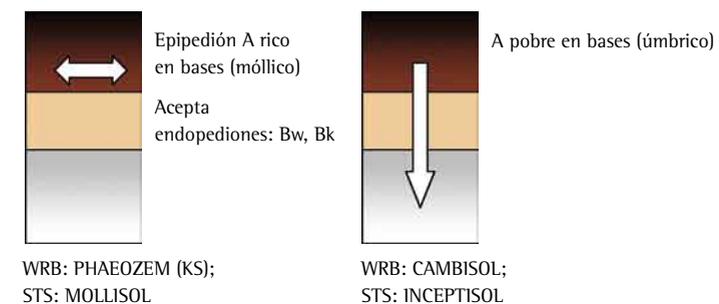
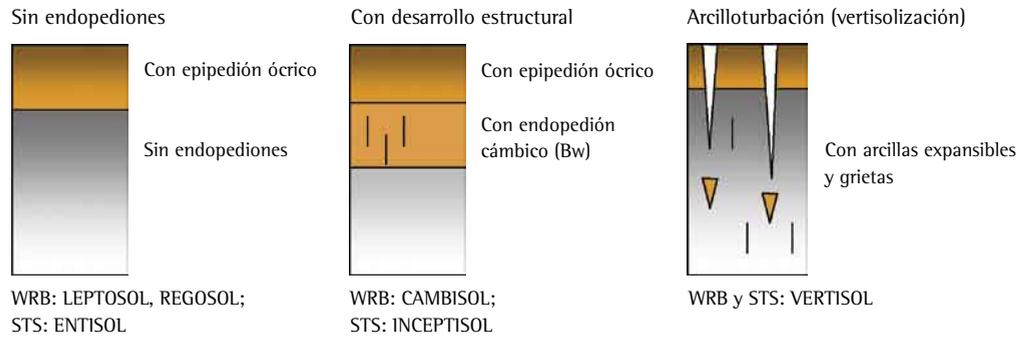


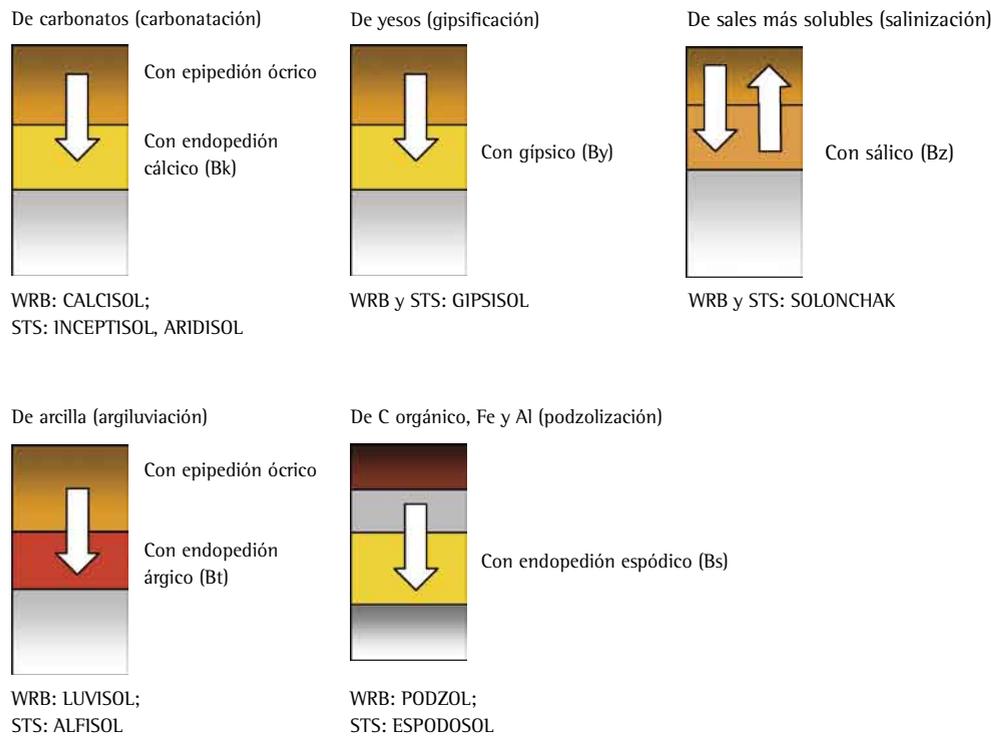
Figura 39. Esquema de los principales suelos del Alto Aragón con los perfiles agrupados según los procesos de formación predominantes y su clasificación (sistemas WRB y Soil Taxonomy).

2.2. Con predominio de la mineralización

2.2.1. Alteraciones



2.2.2. Translocaciones



TIPOS DE SUELOS

Hemos visto que el Alto Aragón posee una gran variedad de rocas, climas, comunidades vegetales y animales y relieves de diferente naturaleza y edad, es decir, contrastados factores formadores de suelos cuya combinación asegura una elevada diversidad edáfica. En este capítulo se revisa cuáles son las tipologías de suelos presen-

tes en el Alto Aragón, sus propiedades y su denominación (fig. 40), siguiendo la Base Referencial Mundial del Recurso Suelos (IUSS, 2007).

Los grupos de suelos que están más ampliamente distribuidos en el Alto Aragón son los Calcisoles, Regosoles, Cambisoles, Gipsisoles y Leptosoles; quedan más localizados los Solonchaks, Phaeozems (y grupos próximos), Luvisoles y Fluvisoles.

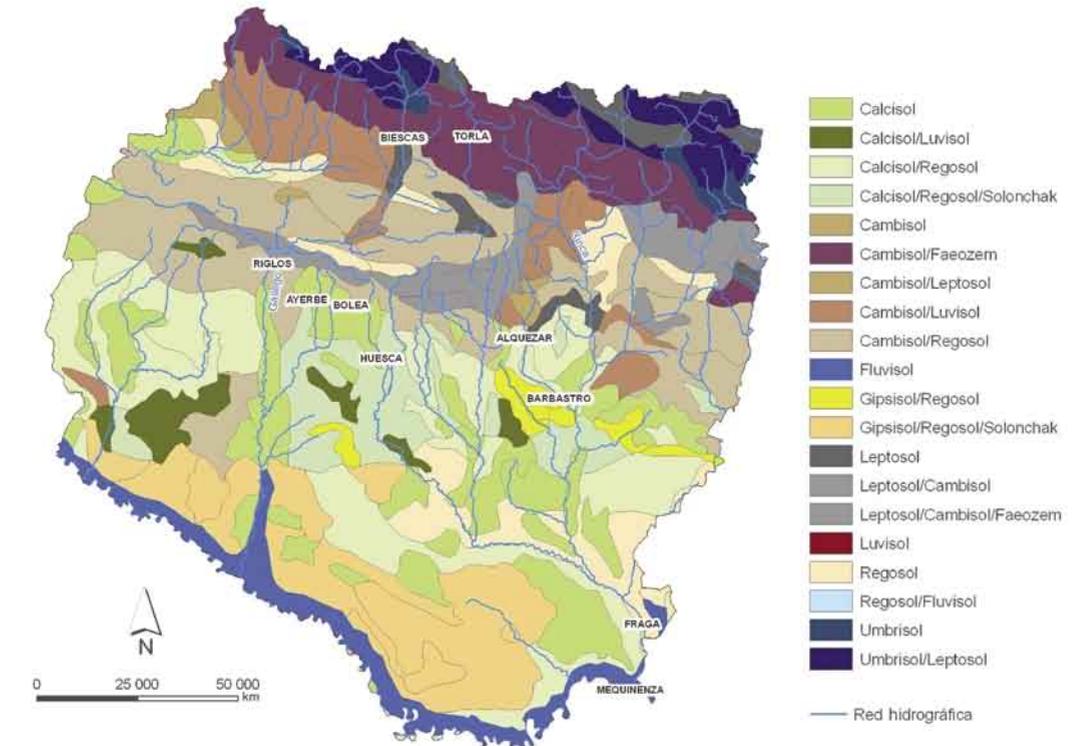
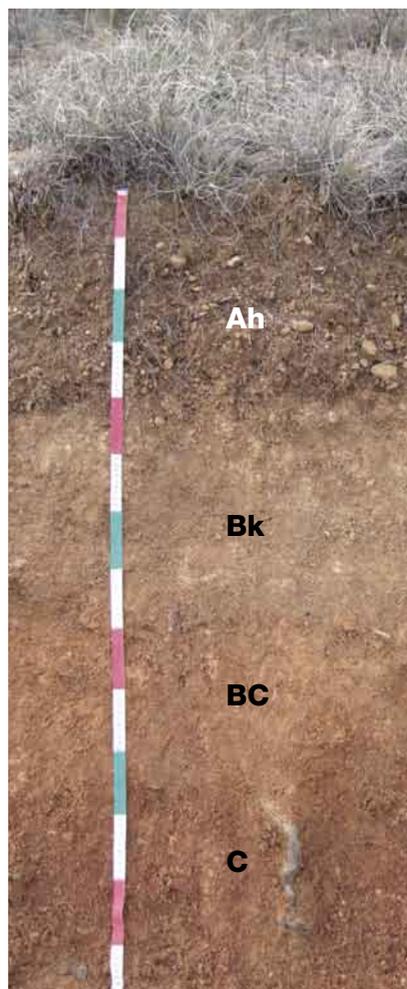


Figura 39 (continuación). Esquema de los principales suelos del Alto Aragón con los perfiles agrupados según los procesos de formación predominantes y su clasificación (sistemas WRB y Soil Taxonomy).

Figura 40. Mapa de los principales grupos de suelos (WRB) en el Alto Aragón.

CALCISOLES

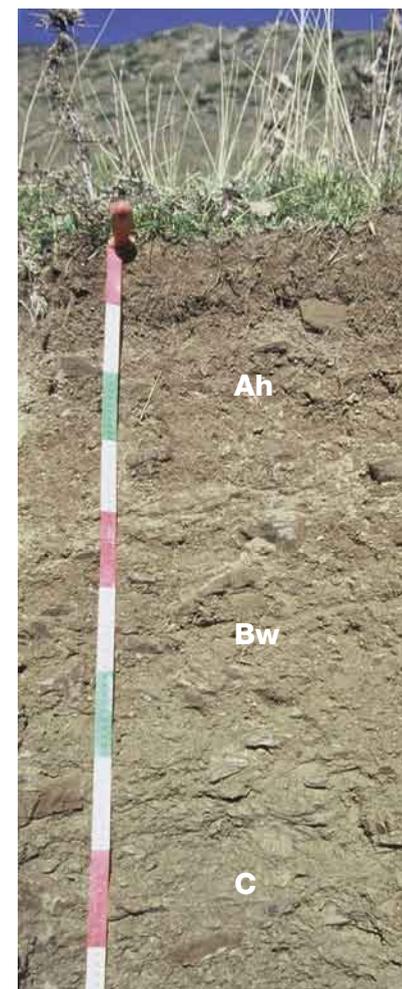


Su nombre deriva del latín *calx* ('cal'). Se caracterizan por presentar una acumulación de carbonato cálcico (horizonte cálcico, *Bk*, *Ck*) a cierta profundidad, ya sea por translocación desde horizontes más superficiales o por aportaciones laterales de aguas ricas en bicarbonatos. La acumulación puede darse bajo varias formas: pseudomicelios, nódulos con distinta morfología y dureza, cemento bajo los cantos (cemento geopetal) e incluso masas continuas que, cementadas, transforman el horizonte cálcico en petrocálcico (mallacán, caliche, tosca, taparàs): Calcisol **pétrico**. A estos horizontes les pueden acompañar otros como el cámbico, el gípsico e incluso el árgico, dando lugar a Calcisoles **háplicos**, **gípsicos** o **lúricos**.

Son suelos de pH básico y alta saturación de bases. La presencia de carbonatos tiene implicaciones agronómicas al aumentar la concentración de bicarbonatos que bloquean la absorción de hierro por las plantas (clorosis férrica). La abundancia de calcio provoca la retrogradación de los fosfatos.

Se trata de suelos que ocupan áreas semiáridas y subhúmedas con precipitación estacionalmente irregular. Son muy abundantes en el Alto Aragón, especialmente sobre relieves estables; así, aparecen sobre plataformas estructurales y viejas laderas de suave pendiente (glacis, localmente denominados *sasos* y *coronas*) como las existentes en los somontanos de Huesca y Barbastro, al pie de las Sierras Exteriores (sierras de Loarre, Caballera, Gratal, Guara...). También abundan en antiguas terrazas aluviales (como las del río Cinca en Albalate o las del Alcanadre en Sariñena).

CAMBISOLES



El nombre proviene del latín *cambiare* ('cambiar'), el cual hace referencia a que el suelo manifiesta cambios en profundidad (horizonte subsuperficial cámbico, *Bw*). Estos cambios se evidencian en el contenido de arcilla y carbonatos, el color y/o la estructura respecto al sustrato. Son suelos moderadamente desarrollados, profundos, con un importante contenido en minerales alterables en las fracciones limo y arena; suelen presentar una adecuada fertilidad, tanto desde el punto de vista físico como desde el químico.

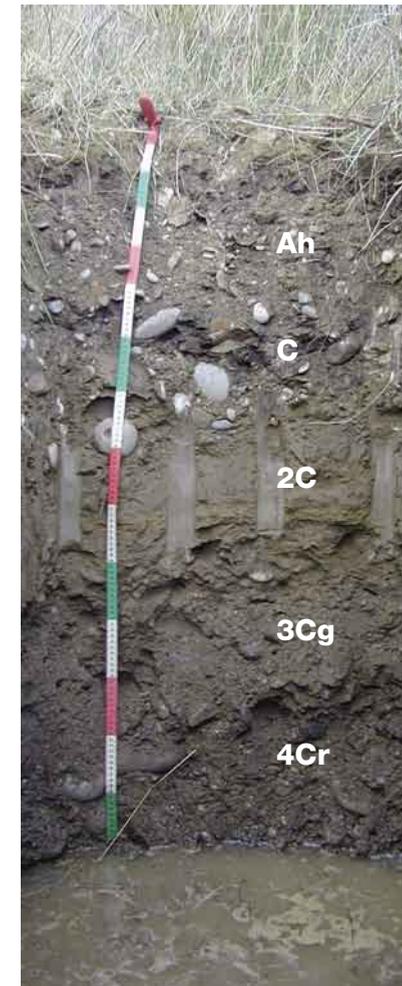
Los Cambisoles **háplicos** del Alto Aragón abundan en zonas húmedas, de montaña, donde, aun desarrollándose sobre material parental calizo, suelen lavarse los carbonatos del perfil. Dependiendo de si el contenido en bases es más o menos elevado reciben el calificador de **éutricos** o **dístricos**, e incluso el de **calcáricos**, si aún presentan carbonatos en el perfil. Si los ciclos de erosión y coluvionamiento no frenan su evolución, pueden ir incorporando materia orgánica en el horizonte superficial (carácter húmico) para acabar convirtiéndose en Phaeozems o en Umbrisoles. A los Cambisoles de fondos y laderas abancaladas por el hombre se les añade el calificador **escálicos**.

PHAEOZEMS



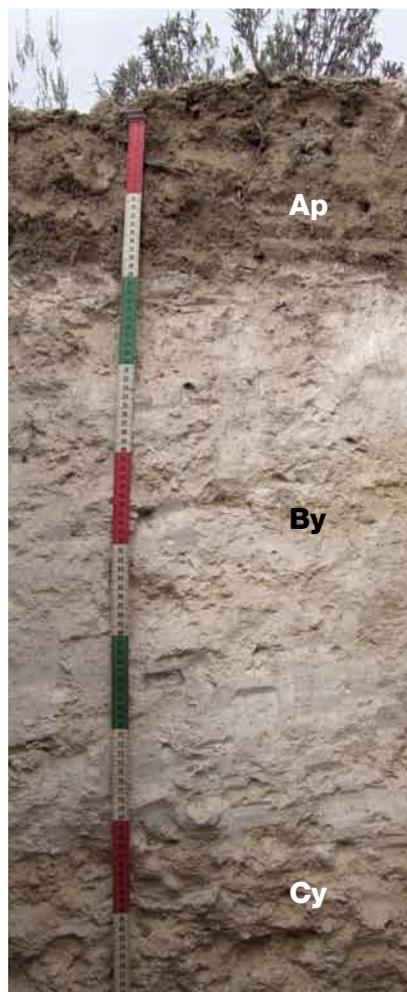
Su nombre deriva de la combinación del vocablo latino *phaios* ('oscuro') y el ruso *zemlja* ('tierra oscura, orgánica'). Y es que los Phaeozems son suelos caracterizados por poseer un horizonte superficial A oscuro por su elevado contenido en materia orgánica (horizonte móllico). Esta les confiere elevada estabilidad estructural, porosidad y fertilidad. Poseen una extraordinaria actividad biológica, lo que se manifiesta en una buena integración de la materia orgánica con la mineral. Suelen desarrollarse sobre materiales de reacción básica, blandos, como los *tills* y los coluviones, en condiciones relativamente estables. Son frecuentes los Phaeozems **háplicos** en el Pirineo, bajo pastos, ya que los densos sistemas radiculares de las especies pratenses facilitan la incorporación de la materia orgánica. En estas zonas húmedas es habitual la eliminación de los carbonatos del perfil, salvo que el móllico se disponga sobre roca caliza, donde puede calificarse de **calcárico** e incluso de **réndzico**. Se diferencian de los Kastanozems por carecer de carbonatos secundarios, y no poseen una baja saturación de bases, lo que los diferencia de los Umbrisoles, morfológicamente similares. Los Phaeozems suelen presentarse de forma discontinua en el Alto Aragón, alternándose con los grupos de suelos anteriormente citados. Así, es frecuente que acompañen a pastos mesófilos con bromo (*Bromus erectus*) o primaveras (*Primula intricata*), mientras que los Umbrisoles se encuentran bajo los pastos acidófilos de cervuno (*Nardus stricta*) o sarrón (*Festuca eskia*), por ejemplo en los puertos de Aisa, Tendeñera u Ordesa. Los Kastanozems aparecen incluso en ambientes semiáridos sobre materiales muy calizos donde el móllico se superpone al horizonte cálcico.

FLUVISOLES



Su nombre proviene del latín *fluvialis* ('fluvial'), lo que nos recuerda que son suelos desarrollados sobre sedimentos recientemente aportados por los ríos (arenas, limos, gravas, cantos). Se trata de suelos poco desarrollados, sin horizonte de diagnóstico superficial y con sedimentos aluviales estratificados. Esta estratificación se evidencia por la presencia de capas (C) con granulometrías diferentes y/o contenidos en materia orgánica irregulares y relativamente elevados. Cada capa corresponde a un episodio de sedimentación y nos permite interpretar la evolución histórica del río. Los Fluvisoles se presentan en las terrazas más bajas de los ríos y, por tanto, más jóvenes, pues en cuanto transcurre cierto tiempo (terrazas aluviales más altas, más viejas) estos suelos pasan a ser Calcisoles en ambientes semiáridos o bien Cambisoles y Luvisoles en zonas más húmedas. Se trata de suelos profundos con texturas gruesas, y frecuentemente con abundantes gravas poligénicas (**esqueléticos**), lo que los hace muy permeables. Mayoritariamente su matriz es carbonatada (**calcáricos**). En las proximidades del cauce del río pueden manifestar problemas de hidromorfía por la presencia de una capa freática (Fluvisoles **gléyicos**). En el Alto Aragón se encuentran en las llanuras de inundación y en las terrazas más próximas al cauce actual de los diversos ríos, o sea, en las más jóvenes, holocenas (Aragón, Gállego, Guatzalema, Alcanadre, Cinca...).

GIPSISOLES

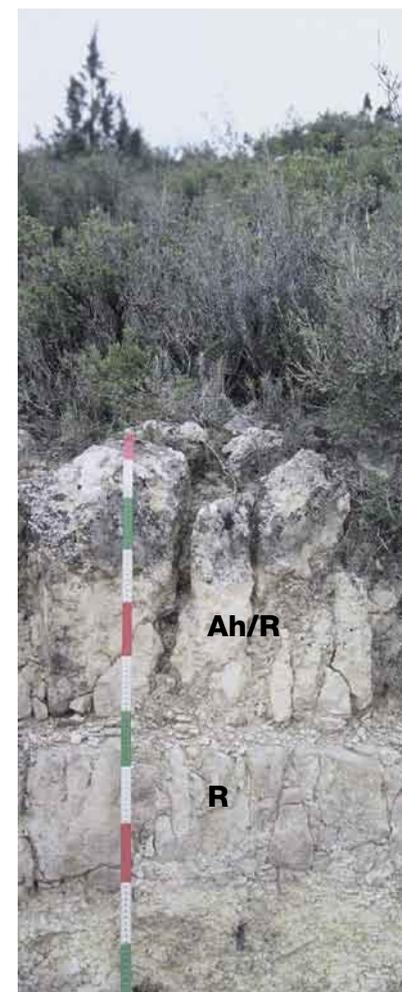


Son suelos con una acumulación secundaria de yeso (horizonte gípsico, y); de ahí su nombre, derivado del latín *gypsum*. El yeso (sulfato cálcico dihidratado) puede presentarse en distintos tamaños y formas: desde gruesos cristales en una matriz margosa hasta horizontes hipergípsicos donde el yeso, de tacto farináceo, microcristalino, es mayoritario. Según el contenido en yeso, los suelos pueden ser considerados como Gipsisoles **hipogípsicos** o **hipergípsicos**. Ocasionalmente se desarrollan sobre depósitos detríticos de glaciares y terrazas aluviales con alto contenido en gravas (**esqueléticos**), donde incluso se ven acompañados de un horizonte cálcico (Gipsisol **cálcico**).

Son suelos de texturas francas o limosas, de baja capacidad de retención de nutrientes y cuya CRAD varía con el tamaño de cristalización del yeso. El ión calcio, muy abundante, se une con los fosfatos para insolubilizarlos. La disolución del yeso en estos suelos, por ejemplo por riego con alta fracción de lavado, genera problemas de subsidencia del terreno.

Son más propios de zonas desérticas, pero se pueden encontrar en diversos puntos del Alto Aragón. Así, aparecen importantes extensiones sobre sustratos miooligocénicos en el valle del Ebro: en el suroeste (Alcalá de Gurrea, Tardienta, Alcubierre...) y en el sur (Castejón de Monegros, Valfarta, Peñalba e incluso hacia Candasnos y Fraga). También están bien representados sobre sustratos yesíferos eocénicos en el anticlinal de Barbastro, de Peraltila a Tamarite de Litera.

LEPTOSOLES

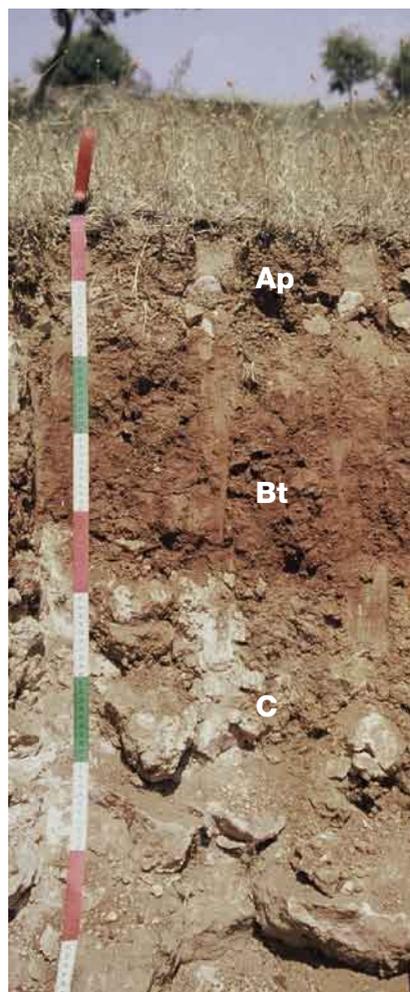


Su nombre hace referencia al término griego *leptos* ('delgado'), puesto que los Leptosoles son suelos delgados que a escasa profundidad presentan una barrera física, como roca dura continua (contacto lítico) o mucha pedregosidad, o una barrera química, como representa un sustrato muy carbonatado. Debido a estas características, poseen un reducido volumen explorable por las raíces, y la capacidad de retención de agua y nutrientes es escasa, especialmente en los Leptosoles líticos e hiperesqueléticos. Sus propiedades químicas, muy influenciadas por el material parental del que derivan, condicionan su calificación como **calcáricos**, **gipsíricos**, **éutricos**, **dístricos**...

Su escasa profundidad e incluso la abundancia de afloramientos rocosos (**nudilíticos**) limitan su uso agrícola, pero pueden admitir un pastoreo ocasional o un uso recreativo.

Su distribución está ligada a zonas con fuerte pendiente y, si bien se encuentran repartidos por todo el Alto Aragón (sierras de Alcubierre, Guara, Olson, Campanué...), son mayoritarios en el Pirineo axial.

LUVISOLES



Toman el nombre del latín *luere* ('lavar'), porque su perfil presenta una acumulación de arcillas en profundidad (horizonte árgico, *Bt*). La translocación de las arcillas (argiluvación) se relaciona con una superficie geomorfológica estable y con un clima estacionalmente contrastado donde alternan estaciones húmedas y frías con secas y cálidas. Este clima posibilita el lavado de carbonatos primero (horizonte cálcico) y la iluviación de arcilla después (horizonte árgico), por lo que es frecuente observar la secuencia *A-Bt-Bk* (Luvisol **cálcico**). Además, las arcillas revestidas de óxidos de hierro, incompletamente deshidratados en periodo húmedo, se deshidratan en épocas cálidas (rubefacción, fersialitización) y los suelos adquieren una característica coloración rojiza (carácter **crómico**, **ródico**). En ocasiones, los horizontes árgicos se recarbonatan por lo que el Luvisol **cálcico** evoluciona a Calcisol **lúvico**.

En estos suelos las arcillas son de alta calidad (2 : 1) y la reacción del suelo nunca es muy ácida. El hecho de que la cantidad de arcilla aumente en poco su espesor (cambio textural abrupto) supone una limitación de la velocidad de infiltración del agua.

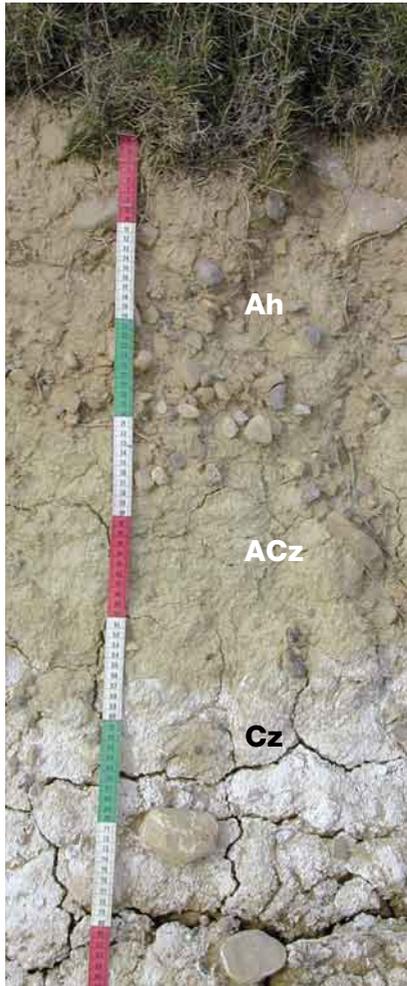
En el Alto Aragón estos suelos aparecen sobre viejos glaciares de los somontanos y en las terrazas aluviales más altas, más viejas (Pleistoceno medio a inferior), de algunos ríos, como en la confluencia del Ara y el Cinca (Boltaña, Aínsa).

REGOSOLES



Adquieren su nombre del griego *rhegos* ('manto'), que hace referencia a que se desarrollan sobre un manto de materiales sueltos. Y es que son suelos minerales muy poco evolucionados, con horizontes *A* sobre materiales no consolidados o capas *C* (a diferencia de los Leptosoles, sobre capas *R*) y de textura no excesivamente arenosa (lo que los calificaría como **Arenosoles**). Su presencia se asocia a zonas donde los procesos de formación han actuado durante muy poco tiempo o con poca intensidad, por el clima muy frío o muy cálido, o como consecuencia de su rejuvenecimiento por erosión. Por ello, tal y como sucede con los Leptosoles, las propiedades de estos suelos se relacionan directamente con el material parental del que derivan. Así, sobre margas encontramos Regosoles **háplicos**, **calcáricos**, de texturas finas y de reacción básica; en ocasiones presentan cierto nivel de salinidad (**hiposálicos**) o cierto contenido en yeso primario (**gipsíricos**). En cambio, sobre granito alterado aparecen Regosoles con carácter **éutrico** e incluso **dístrico**, de reacción ácida y texturas gruesas. Pueden aparecer en cualquier punto del Alto Aragón, intercalándose con otros tipos de suelos. La construcción de bancales de piedra seca permitió el cultivo de cereales y frutales (trigo, cebada, almendros, olivos) en la región mediterránea y de centeno y prados en zonas de montaña, toda vez que se conservaba el suelo y se optimizaba la recogida del agua de lluvia (carácter **escálico**).

SOLONCHAKS



Su curioso nombre es de origen ruso: *sol* ('sal') y *chak* ('tierra salobre'). Se trata de suelos cuya característica común es la elevada concentración de sales solubles a escasa profundidad (horizonte sálico). Estas sales suelen estar presentes en el material parental, y la escasa precipitación, siempre superada por la evapotranspiración, no puede más que redistribuir las sales sin eliminarlas del perfil edáfico. Estas provocan en las plantas un efecto osmótico y un efecto de toxicidad iónica específica que alteran la absorción hídrica, el balance nutricional y el energético. Habitualmente la sal más frecuente es la halita (sal común, ClNa), por lo que el ión dominante en la solución del suelo es el cloruro (Solonchak **háplico**, **clorídico**). La existencia de estos suelos, de complejo manejo agrícola, supone la génesis de paisajes peculiares con nula o escasa pero muy especial vegetación (**halófitos**), sobre todo cuando la concentración de sales es muy elevada (Solonchaks **hipersálicos**). En los casos en los que la salinidad viene acompañada de sodicidad (Solonchaks **sódicos**), el uso agrícola de los suelos es todavía más limitado, debido a su escasa estabilidad. Los suelos afectados por sales son frecuentes en los Monegros, donde de forma discontinua van apareciendo entre el canal del Flumen y el de Monegros (desde Tardienta y Grañén hasta Sariñena); también pueden encontrarse en zonas de la Litera, el Bajo Cinca o la Hoya de Huesca.

ITINERARIO EDÁFICO POR LA HOYA DE HUESCA

Se trata de un itinerario circular de 110 km de recorrido y cierto desnivel (560 m) que parte de Huesca en dirección a Ayerbe – Murillo de Gállego para atravesar un paisaje llano dominado por campos de cereales, salpicado de carrascas y con las Sierras Exteriores como telón de fondo. Al sur de Esquespe (Guadasespe), en las suaves depresiones del relieve, observaremos suelos frescos, muy oscuros, herencia de su antiguo papel de paúl o humedal. Aún hoy, a pesar de los drenes, el suelo, conserva propiedades hidromorfas o gléyicas. Un poco más allá, en las ripas de Lupiñén, sobre depósitos de ladera holocenos, observaremos suelos afectados por sales. La extrema vulnerabilidad del sustrato hojaldrado al impacto de la lluvia labra curiosos micropedestales y domos que dan un aspecto lunar al entorno.

Volviendo al eje Huesca-Ayerbe se asciende a glaciares pleistocenos con suelos encostrados (saso de Ayerbe) e incluso superficialmente descarbonatados y rubefactados (La Esplaneta, Loarre). Superado el saso de Ayerbe, el relieve cambia, se hace más abrupto, afloran las margas y calizas oligocenas y las carrascas van siendo sustituidas por el pino carrasco. En el horizonte, el aspecto de las Sierras Exteriores también cambia; ahora las sierras calizas dan paso a los mallos, pináculos labrados en conglomerados, como los de Riglos y Agüero. Su

observación la haremos desde una serie de terrazas del río Gállego datadas, en el caso de las más viejas, en unos 150 000 años, y donde los suelos han desarrollado, a partir de los cantos y arenas, potentes mallacanes. Dejando a nuestras espaldas los viñedos de Murillo de Gállego, con Peña Ruaba al fondo, volvemos a Ayerbe para dirigirnos a Loarre y ascender al castillo; en sus alrededores los afloramientos de calizas se alternan con canchales estabilizados sobre los que el suelo muestra cierto desarrollo. Solo nos quedará regresar por La Sotonera a Huesca.

Desnivel: 535 m; Guadasespe, 460 m; Castillo de Loarre, 1020 m.

Distancia recorrida: 110 km.

Observaciones: Recorrer las cuatros terrazas del Gállego, en Murillo, supone pasar, en cinco minutos y unos 40 metros de desnivel, de una superficie de 45 000 años (la más baja) a otra de 151 000 (la más alta).

DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO

Partimos de Huesca en dirección a Ayerbe (A-132) para dirigirnos al extremo más occidental de la comarca de la Hoya de Huesca. El recorrido transcurre frente a las sierras prepirenaicas atravesando la hoya o somontano de Huesca primero y la de Ayerbe después. Ambas depresiones erosivas (sobrexexcavada por los ríos Isuela, Flumen y Guatizalema la primera y por

el Sotón y el Gállego la segunda) conservan diversas coberteras cuaternarias (glacis y terrazas) que, en función de su edad, van mostrándonos suelos más o menos desarrollados. Así, tras atravesar los campos cerealistas bordeados de carrascas hasta Esquedas (km 13,6), tomaremos un desvío hacia el sur (km 14,5), en dirección a Lupiñén, Ortilla y Montmesa. A poco más de 1 km (km 15,6), en Guadasespe, observaremos suelos negros, herencia de su antiguo papel de paúl o humedal. Aún hoy, a pesar de los drenes, la capa de agua freática está próxima a la superficie del suelo, el cual conserva propiedades hidromorfos o gléyicas (**Calcisol endogléyico**). Es también llamativa la presencia de capas cementadas por carbonatos a cierta profundidad. Después de ver este perfil atravesaremos la población de Lupiñén (km 20,6) en dirección a Ortilla para, ante el primer barranco cubierto por tamarices, el del río Riel, girar a la izquierda (km 22,5). Tras 1 km de pista atravesaremos el sistema Sotón-Venia, en dirección sur, dejando al norte un desvío que vuelve a Lupiñén por campos llamativamente amurallados para protegerlos de las inundaciones; tanto el Riel como el Venia y el Sotón, ríos procedentes de las sierras de Loarre y Gratal, sufren largos periodos de estiaje con episódicas crecidas. En unos pocos centenares de metros más ya nos situaremos sobre nuestro objetivo, un cono holoceno en el talud del frente de cuesta de Saso Plano (Almudévar) (km 24), las Ripas de Lupiñén; sobre este cono se desarrollan suelos afecta-

dos por sales (**Regosol hiposálico, sódico**), objeto de una nueva observación. El material parental de estos suelos está compuesto por laminillas alternas, milimétricas, de limo y arcilla sódica, muy fácilmente dispersables. Como resultado de su escasa estabilidad, es frecuente la formación de micropedestales y domos en superficie e incluso de túneles subsuperficiales. Otro rasgo de la escasa estabilidad de dicho material es la presencia de revestimientos de arcilla orientada a lo largo de grietas verticales y poros. Visto este punto, volveremos a la A-132 (km 33,5) en dirección a Ayerbe. Atravesaremos Plasencia del Monte (km 35,8) y el desvío a Quinzano (km 39) para ascender al viejo glacis de Los Corrales (km 42) y de la sarda o saso de Ayerbe (km 45), superficies desconectadas por la acción erosiva del río Astón y el barranco de Vardarín, frente a Monzorroval, de taludes blancos por el salitre. En estas viejas superficies podemos encontrar suelos muy evolucionados con secuencias *A-Bt-Bk-Bkm* en las cuales el horizonte *Bt* puede permanecer descarbonatado (La Esplaneta) o haberse reciclado en un horizonte superficial tras la pérdida del *A* original (perfil Edra-2); los Luvisoles cálcicos evolucionan así a Calcisoles pétricos. Las superficies viejas han adquirido colores francamente rojos por rubefacción. En estos mismos glacis de escasa pendiente se desarrolla una incipiente red de drenaje que motiva la presencia de otros suelos algo más juvenes (**Calcisoles háplicos**), en algunos casos con llamativos nódulos o rizoconcreciones de carbonatos (perfil Edra-1). Dejamos esta amplia superficie llana, cultivada

con cereal, almendros y viñedos, que en su mitad meridional fue cuidadosamente parcelada (siglo *xix*) para regar con el agua del embalse de las Navas, y atravesamos la población de Ayerbe (km 47).

A partir de este momento el relieve cambia, se hace más colinado, afloran las margas y calizas miocenas y las carrascas dejan paso al pino carrasco. En el horizonte el aspecto de la sierra también se modifica; ahora las sierras calizas dan paso a los mallos, pináculos labrados en conglomerados como los de Riglos y los de Agüero. Tras pasar junto a la ermita de Santa María de Concilio (km 54), buscaremos el desvío a Riglos (km 55,2). A 250 metros giramos por el primer camino a la izquierda y a otros 350 aparecen viñedos (bodega Reino de los Mallos) plantados en cuatro superficies escalonadas que corresponden a cuatro terrazas del río Gállego de diferente edad. Así, la terraza más baja y, por tanto más joven, correspondería al Pleistoceno superior (45 000 años), mientras que la más alta, más vieja, sería del Pleistoceno medio (151 000 años). Con el paso de estos miles de años, los Fluvisoles de las terrazas holocenas, próximas al cauce actual del Gállego, dan paso primero a **Calcisoles háplicos** y después a **Calcisoles pétricos y lúvicos**, de forma similar a lo observado en los viejos glacis. Antes de abandonar los viñedos demos un vistazo a poniente, donde distinguiremos la población de Murillo de Gállego, con Peña Ruaba de fondo; y por último al norte, donde emergen los Mallos de Riglos, espectaculares pináculos labrados

sobre conglomerados terciarios de 300 m de desnivel. Estos marcan el límite del somontano con la sierra, es decir, el contacto de la depresión del Ebro con el Pirineo oscense. Además, los Mallos están catalogados como Puntos de Interés Geológico (PIG) de la Red Natural de Aragón, mientras que, a sus pies, el cañón del río Gállego lo está como Punto de Interés Fluvial (PIF).

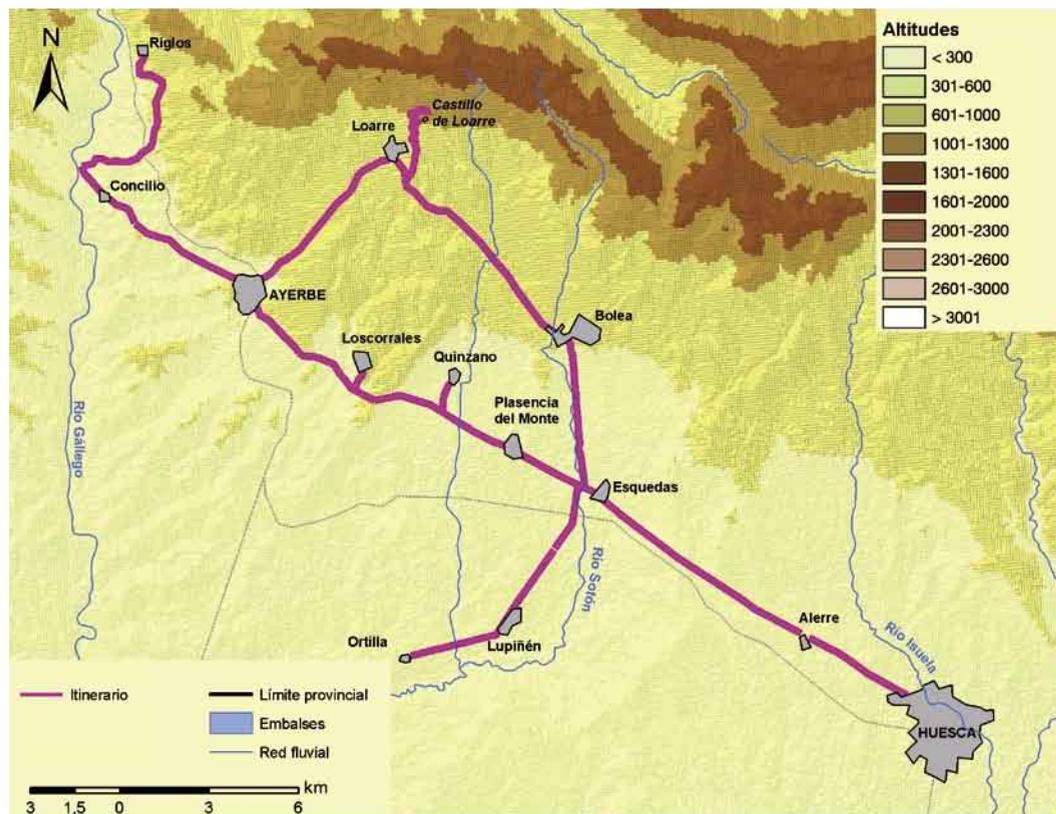
Tras esta vista volvemos sobre nuestros pasos hasta Ayerbe (km 64,6) pero nos desviamos hacia Loarre, población a la que accedemos en unos pocos kilómetros (km 72,6) para ascender hasta el castillo que lleva su nombre (km 77), asentado ya sobre calizas eocenas en las Sierras Exteriores de la cordillera pirenaica. Sobre este relieve abrupto, catalogado como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), se alternan los canchales de cierto espesor con las calizas aflorantes sometidas a procesos de karstificación. Sobre calizas los suelos son poco profundos (*Ah-R*), mientras que sobre canchales se evidencian procesos de translocación de carbonatos favorecidos por las aportaciones laterales de aguas ricas en bicarbonatos (perfil Loarre: **Calcisol hiper-cálcico**). Tras la observación del entorno y el propio castillo (siglo *xi*), podemos regresar a Loarre (km 81,5) y volver a Huesca por Bolea (km 89,5). Esta vía de regreso, más próxima a la sierra de Loarre y a Sierra Caballera, nos dará una visión más montana de la comarca. Tras acceder al cruce de Esquedas (km 95,5), se retoma la A-132 hasta Huesca (km 110).

Factores formadores de suelos en la hoya de Huesca

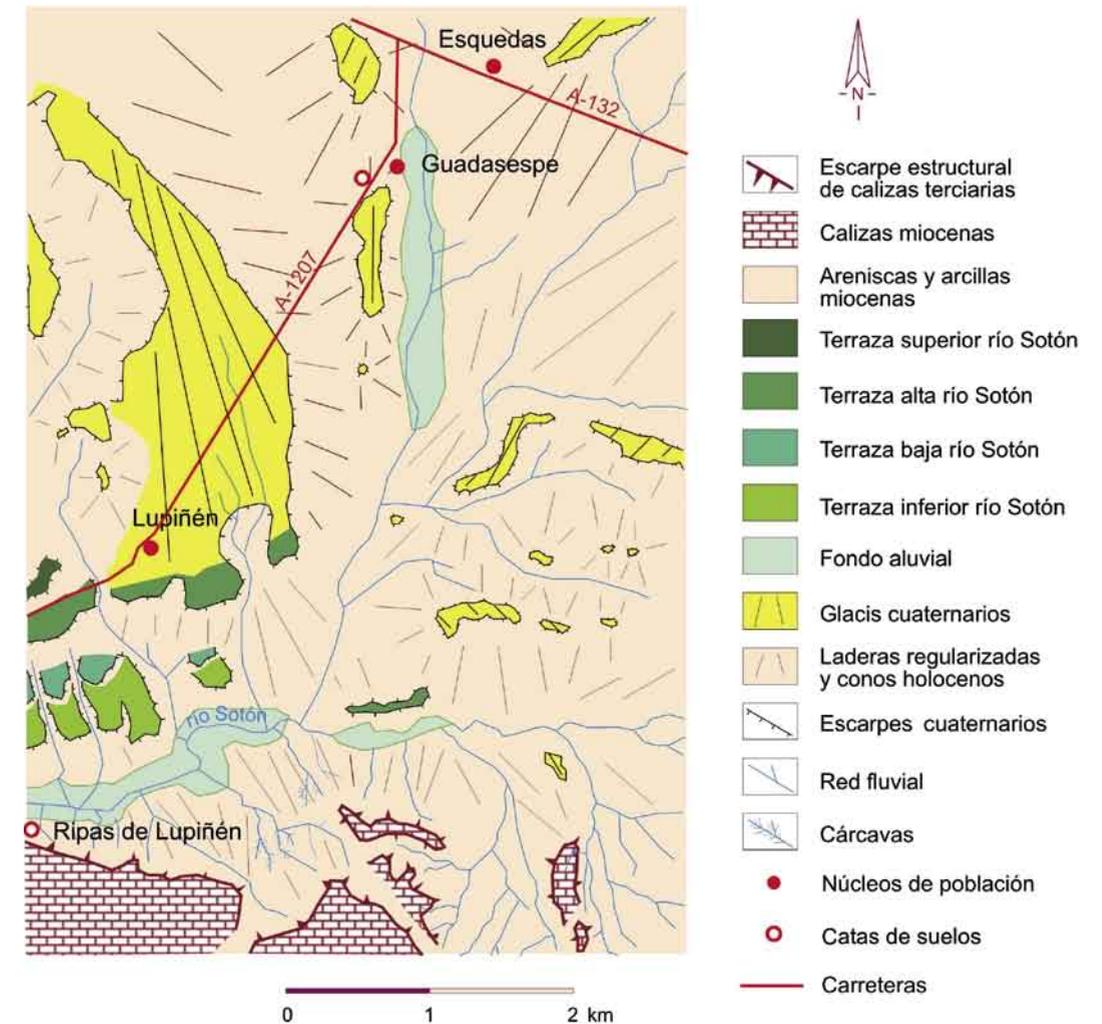
En la hoya de Huesca, el **material parental** de los suelos consiste en coberteras cuaternarias, glacia y terrazas de los ríos Isuela, Flumen y Guatizalema (al este), y del Sotón y el Gállego (al oeste), que, en función de su edad, van mostrándonos suelos más o menos desarrollados. Estos depósitos cuaternarios cubren de forma heterogénea areniscas calcáreas y margas oligocenas que afloran en laderas.

La **vegetación** climática en el llano corresponde al carrascal, que, si bien está profundamente transformado para el cultivo cerealista, mantiene todavía densos bosquetes como el de Lierta-Igriés, el del saso de Loporzano, el de Pebreo, los de Lupiñén y Ortilla... Ya en las Sierras Exteriores observaremos quejigales (*Quercus faginea*, *Q. cerruoides*), que en lugares más frescos dan paso a pinares de pino laricio ibérico (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii*) e incluso pino silvestre o royo (*Pinus sylvestris*).

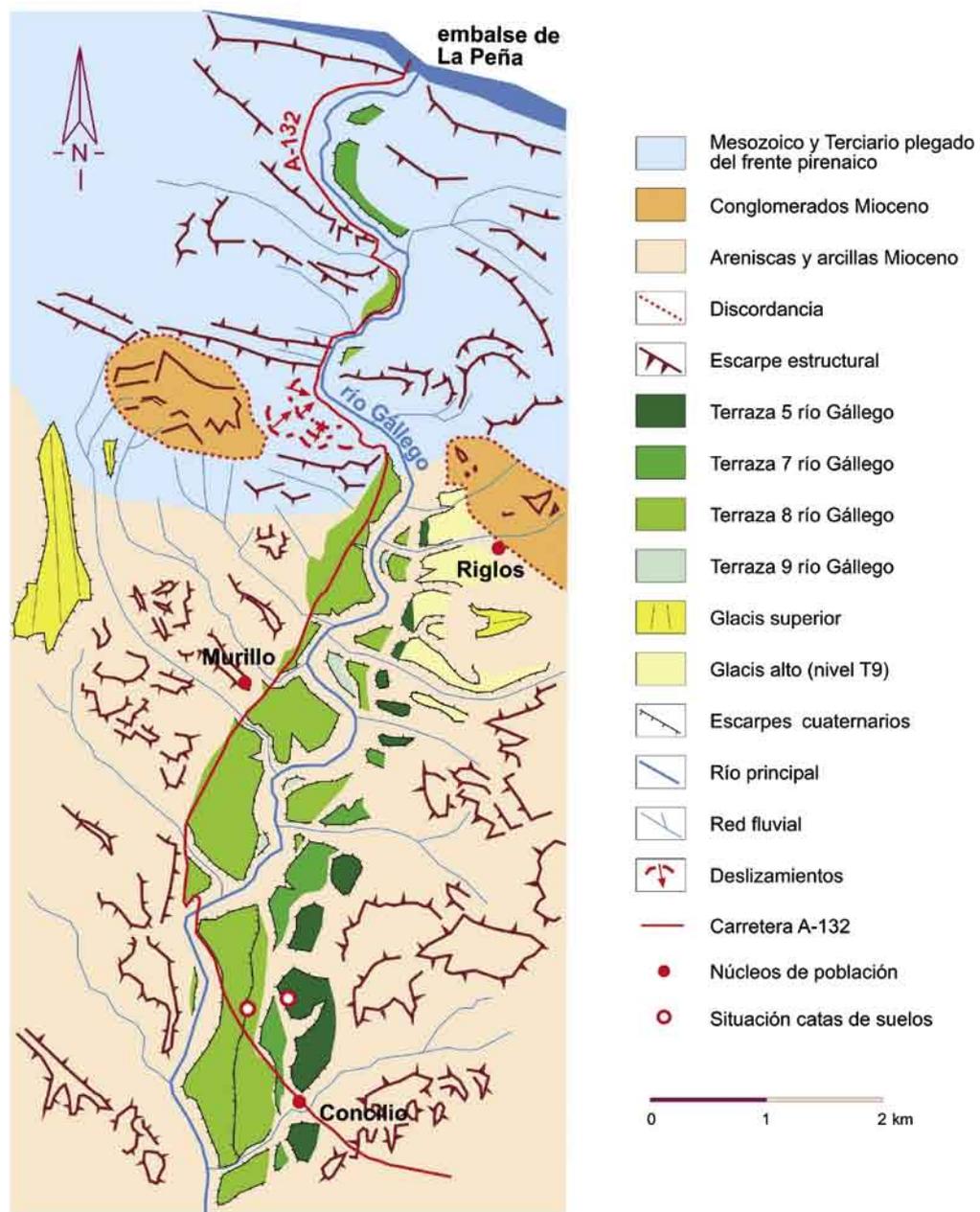
El **clima** en los alrededores de Huesca, a unos 500 m de altitud, se caracteriza por una temperatura atmosférica media de unos 14 °C y una pluviometría de 500 mm. Bajo estas condiciones el régimen de humedad del suelo es xérico y el de temperatura se encuentra en el límite entre térmico y méxico.



Recorrido por la hoya de Huesca.



Mapa geomorfológico del entorno de los perfiles estudiados: Guadasespe (La Sotonera) y Ripas de Lupiñén.



Mapa geomorfológico del entorno del río Gállego.

PERFIL GUADASESPE

Situación: Guadasespe-2. Límite del Término municipal de La Sotonera con el de Lupiñén-Ortilla. Comarca de la Hoya de Huesca / Plana de Uesca.

Coordenadas UTM: 30 T 701264-4674549. Mapa 247. Ayerbe. E. 1 : 50000.

Altitud: 485 msnm.

Geomorfología: Fondo en cuna. 1% de pendiente. Oeste.

Material original: Detrítico fino del Holoceno.

Uso del suelo y vegetación: Cereal en secano.

Profundidad efectiva: 100 cm.

Pedregosidad superficial: Muy poco pedregoso (2% v/v). Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Imperfectamente drenado.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: ácuico. Régimen de temperatura: méxico.

CRAD (USDA, 1980): Muy baja.

Autores descripción: Clara Martí, José Antonio Cuchi, David Badia.

Fecha: 10/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Calcisol endoglético (esquelético).

STS (SSS, 2008): Calcixerept ácuico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap
(0-35 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 6/2) en seco y en húmedo (10YR 4/2). Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Muy frecuentes (30% v/v), de subangulares (pocos) a subredondeados (esferoidales a planos), de tamaño grava fina a gruesa, de naturaleza caliza, sin orientación definida y distribución regular, con pátina micrítica recubriendo la mayor parte del EG. Textura al tacto: Franca. Estructura: Moderada, en bloques gruesos. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Abundante (3%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas y vacías, abundantes. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, frecuentes. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, neto.

Bkg1
(35-70 cm) Estado de humedad: Mojado. Estado redox: De óxido-reducción. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. Manchas: Abundantes (20%), de óxido-reducción, contrastadas (7,5YR 7/8 amarillo rojizo, en húmedo). Elementos gruesos: Abundantes (50% v/v), de redondeados (pocos) a subredondeados (esferoidal a plano), de tamaño grava fina a gruesa, de naturaleza caliza, con orientación horizontal u oblicua y aumentando en profundidad. Textura al tacto: Arenosa. Estructura: Débil, en bloques medianos. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas y vacías, pocas. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, muy pocas. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Pendents de 4 mm de grosor, cubriendo entre 1/3 y 1/2 del canto. Nódulos esferoidales de oxi-hidróxidos de hierro, tamaño arena, frecuentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: plano, neto. Horizonte de diagnóstico: Endopediación cálcico.

Bkg2
(70-100 cm) Estado de humedad: Saturado. Estado redox: De óxido-reducción. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. Manchas: Frecuentes (10%), contrastadas (7,5YR 7/8 amarillo rojizo, en húmedo), asociadas a lentejones de finos. Elementos gruesos: Muy abundantes (90% v/v), de redondeados (pocos) a subredondeados (esferoidal a plano), de tamaño grava fina a gruesa, de naturaleza caliza, con orientación horizontal y distribución regular. Textura al tacto: Arenosa. Estructura: Moderada, en bloques finos. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Inapreciable. Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Pendents de 2 mm de grosor, agregando arena (ocasionalmente agregando gravilla), cubriendo solo 1/4 del EG (en la base del horizonte, muy limpios por circulación de agua subsuperficial). Cementaciones: Matriz fundamentalmente no cementada (si bien algunas gravas quedan unidas entre sí). Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, muy abrupto. Horizonte de diagnóstico: Endopediación cálcico.

Ckm
(> 100 cm) Capa fuertemente cementada por carbonato cálcico. Horizonte de diagnóstico: Endopediación petrocálcico (conglomerático).

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ap (0-35 cm)	8,3	7,7	44,32	1,46	2,52	0,176	8,3	8,8
Bkg1 (35-70 cm)	8,4	7,8	52,21	0,61	1,05	0,072	8,5	4,4
Bkg2 (70-100 cm)	8,5	8,0	54,34	0,35	0,60	0,050	7,0	4,7

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ap (0-35 cm)	34,3	3,17	0,15	0,33	37,9	24,2	100
Bkg1 (35-70 cm)	27,6	1,39	0,17	0,03	29,1	16,6	100
Bkg2 (70-100 cm)	24,2	1,01	0,13	0,03	25,3	11,3	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap (0-35 cm)	25,4	33,5	9,4	13,9	17,8	Franco-arenosa	50,4
Bkg1 (35-70 cm)	40,7	31,7	3,9	15,1	8,6	Franco-arenosa	79,1
Bkg2 (70-100 cm)	50,0	34,5	3,1	4,6	7,8	Arenosa-franca	88,0

PERFIL RIPAS DE LUPIÑÉN

Situación: Ripas de Lupiñén. Término municipal de Lupiñén-Ortilla. Comarca de la Hoya de Huesca / Plana de Uesca.

Coordenadas UTM: 30 T 698900-4670005. Mapa 247. Ayerbe. E. 1 : 50 000.

Altitud: 490 msnm.

Geomorfología: Cono de deyección del frente de cuesta de Almodévar (Saso Plano). 10% de pendiente. Orientación sur.

Material original: Detrítico fino del Holoceno superior (con restos cerámicos de la Edad del Bronce a medieval).

Uso del suelo y vegetación: Espartal o albardinar (*Lygeum spartum*). En fondos de cárcavas crecen plantas propias de suelos temporalmente inundados, como *Hainardia cylindrica* y *Plantago maritima* ssp. *serpentina*.

Profundidad efectiva: > 2 m.

Pedregosidad superficial: Poco pedregoso (5% v/v); tamaño grava. Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

CRAD (USDA, 1980): Moderada.

Erosión: Extrema. Formas de erosión: arroyada en cárcavas, erosión en túneles, salpicadura.

Sellado: Débil costra superficial, fina (2 mm).

Autores descripción: Clara Martí, David Badía. **Fecha:** 30/04/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Regosol háplico (calcárico, hiposálico, sódico).

STS (SSS, 2008): Xerorthent típico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah (0-25 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y marrón (10YR 4/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Muy pocos (1%), angular-esferoidales, calizos, sin orientación definida, distribución regular. **Textura al tacto:** Limosa. **Estructura:** Moderada, en bloques subangulares, gruesos. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Poca (1-2%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas y vacías, muy abundantes. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De muy finas a medianas, abundantes. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al Cl₂Ba y al AgSO₄. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Pocos cutanes. **Límite inferior:** plano, abrupto.

Cz1 (25-60 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** No hay. **Textura al tacto:** Limosa. **Estructura:** Heredada del material original o apedral, laminar fina, con abundantes vesículas (hojaldre). **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas y vacías, pocas. **Actividad antrópica:** Restos de carbón, frecuentes. **Raíces:** Finas y muy finas, frecuentes. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl; media al Cl₂Ba y al AgSO₄. **Acumulaciones:** Pocos pseudomicelios, de sales más solubles que el yeso. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** De arcilla orientada a lo largo de grietas verticales y poros, pocos. **Límite inferior:** Plano, neto.

Cz2 (60-100 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** De óxido-reducción. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** No hay. **Textura al tacto:** Limosa. **Estructura:** Heredada del material original o apedral, laminar con abundantes vesículas (hojaldre). **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas, pocas. **Actividad antrópica:** Restos de carbón, frecuentes. **Raíces:** Finas y muy finas, muy pocas. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl; media al Cl₂Ba y al AgSO₄. **Acumulaciones:** Frecuentes pseudomicelios, de sales más solubles que el yeso. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** De arcilla orientada a lo largo de grietas verticales y poros, pocos.

Datos Analíticos

Propiedades químicas							
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N
Ah (0-25 cm)	8,6	7,5	38,6	0,91	1,56	0,111	8,2
Cz1 (25-60 cm)	9,3	8,2	38,4	0,47	0,81	0,054	8,7
Cz2 (60-100 cm)	9,5	8,5	39,6	0,30	0,51	0,040	7,5

Extracto de pasta saturada: salinidad y cationes						
Horizontes (profundidad)	CEes (dS m ⁻¹)	pH (pasta)	Ca ²⁺ (mmol(+)L ⁻¹)	Mg ²⁺ (mmol(+)L ⁻¹)	Na ⁺ (mmol(+)L ⁻¹)	SAR (mmol L ⁻¹) ^{-1/2}
Ah (0-25 cm)	0,42	7,9	3,8	0,6	4,1	2,7
Cz1 (25-60 cm)	5,60	8,6	7,7	1,5	97,0	45,4
Cz2 (60-100 cm)	7,21	8,8	8,2	1,8	171,3	76,5

Extracto de pasta saturada: aniones					
Horizontes (profundidad)	SO ₄ ²⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	Cl ⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah (0-25 cm)	1,9	1,5	23,2	0,8	4,6
Cz1 (25-60 cm)	56,1	67,5	33,1	2,6	2,9
Cz2 (60-100 cm)	99,4	95,0	34,6	1,4	2,6

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ah (0-25 cm)	35,4	0,62	2,30	0,50	38,8	22,3	100
Cz1 (25-60 cm)	42,3	1,41	14,53	0,26	58,5	20,5	100
Cz2 (60-100 cm)	16,1	0,91	18,22	0,17	35,4	18,5	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (%)
Ah (0-25 cm)	3,3	35,9	15,7	26,3	18,8	Franca	1,0
Cz1 (25-60 cm)	0,5	11,8	7,3	43,7	36,7	Franco-arcillosa	< 1,0
Cz2 (> 100 cm)	2,2	31,6	13,6	41,7	10,9	Franco-limosa	< 1,0

PERFIL EDRA-1

Situación: Saso de Ayerbe. Término municipal de Ayerbe. Comarca de la Hoya de Huesca / Plana de Uesca.

Coordenadas UTM: 30 T 0691828-4682233. Mapa 247.

Altitud: 598 msnm.

Geomorfología: Glacis pleistoceno. 1% de pendiente. Suroeste.

Material original: Detrítico fino.

Uso del suelo y vegetación: Viñedo en secano, en mosaico con almendros y cereal.

Profundidad efectiva: > 2 m.

Pedregosidad superficial: Poco pedregoso (5% v/v). Pisolitos de carbonato cálcico (tamaño grava fina) y gravas poligénicas. Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

CRAD (USDA, 1980): Alta.

Autor descripción: David Badía. Fecha: 19/11/08.

Otras: Costra superficial, fina (1 mm), débil.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Calcisol háplico.

STS (SSS, 2008): Calcixerept típico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap1 (0-10 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: oxidado. Color (de la matriz del suelo): Naranja pálido (7,5YR 6/4) en seco y marrón (7,5YR 4/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Frecuentes (10% en volumen), de doble naturaleza: elementos poligénicos (calizas, cuarcitas, calcarenitas) de tamaño grava media y forma redondeada tabular, y muy pocos nódulos de carbonatos, de tamaño grava fina, de forma subredondeada esferoidal; ambos sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Estructura: Moderada, bloques subangulares, fina. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (3%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, frecuentes. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, muy pocas. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: No aparentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, abrupto por laboreo.

Ap2 (10-40 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): naranja pálido (7,5YR 7/4) en seco y naranja pálido (7,5YR 6/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Frecuentes (25% en volumen), de doble naturaleza: poligénicos (calizas, cuarcitas, calcarenitas), de tamaño grava media a gruesa y forma redondeada tabular, sin orientación definida, distribución regular, y nódulos de carbonatos, de tamaño grava fina, de forma subredondeada esferoidal, sin orientación definida, aumentando en profundidad. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, gruesa. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Abundante (2%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas y vacías, abundantes. Actividad antrópica: Restos de carbón, pocos. Raíces: Finas y muy finas, muy pocas. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: No aparentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Ondulado, abrupto.

Bwkc (40-80 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 7/4) en seco y pardo amarillento (10YR 5/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Muy frecuentes (25% en volumen), nódulos de carbonatos, blandos, de tamaño grava fina a media, de forma subredondeada tabular, con orientación vertical, distribución irregular. Textura al tacto: Franco-limosa. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, gruesa. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, pocas. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Abundantes nódulos (25% v/v), de carbonatos, blancos, de forma tubular (rizoconcreciones), de 10-15 mm de diámetro, blandos por fuera, muy duros en el interior. Pocos pseudomicelios (2%) en la cara de agregados, aumentando en profundidad. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Ondulado, gradual. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

BCkc (80-110 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): pardo pálido (10YR 7/4) en seco y pardo amarillento (10YR 5,5/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Frecuentes (25% en volumen), nódulos de carbonatos, duros y blandos, de tamaño grava fina a media, de forma subredondeada tabular, con orientación vertical, distribución irregular (rizoconcreciones). Textura al tacto: Franco-limosa. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, gruesa. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, pocas. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Abundantes nódulos (25% v/v), de carbonatos, gris claro, de forma tubular (rizoconcreciones), de 10-15 mm de diámetro, mayoritariamente duros. Frecuentes pseudomicelios (10%) en la cara de agregados. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Ondulado, gradual. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Ckc (110-150 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 7/4) en seco y amarillo parduzco (10YR 6/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Frecuentes (10% en volumen), nódulos de carbonatos, duros, de tamaño grava media a

gruesa, de forma subredondeada tabular, con orientación vertical, distribución irregular. Textura al tacto: Franco-limosa. Estructura: Débil, en bloques subangulares, gruesa, yuxtapuesta a laminar fina. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: no aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Frecuentes nódulos (10% v/v), de carbonatos, gris rojizo, de forma tubular (rizoconcreciones), de 20-40 mm de diámetro, muy duros. Pocos pseudomicelios (1%) en la cara de agregados. Cementaciones: matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, muy abrupto. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

2Ck (150-200 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: oxidado. Color (de la matriz del suelo): pardo pálido (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (70% en volumen), poligénicos (calizas, calcarenitas, cuarcitas), algunos fragmentados, de tamaño grava fina a cantos, de forma redondeada tabular a redondeada plana, orientación oblicua y horizontal, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arenosa. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Muy abundante cemento geopetal, de 2-4 mm de grosor, de carbonato cálcico. Cementaciones: No cementado. Revestimientos: inexistentes. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ap1 (0-10 cm)	8,4	7,5	33,0	1,40	2,41	0,144	9,7	11,4
Ap2 (10-40 cm)	8,2	7,4	36,7	1,10	1,90	0,109	10,1	9,3
Bwkc (40-80 cm)	8,4	7,5	49,3	0,55	0,95	0,077	7,1	5,8
BCkc (80-110 cm)	8,5	7,5	49,1	0,35	0,60	0,041	8,5	4,2
Ckc (110-150 cm)	8,6	7,5	38,3	0,28	0,48	0,040	7,0	4,6
2Ck (150-200 cm)	8,7	7,8	35,3	0,20	0,34	0,030	6,7	3,0

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ap1 (0-10 cm)	40,1	0,89	0,13	0,58	41,7	26,3	100
Ap2 (10-40 cm)	45,0	0,42	0,10	0,37	45,9	23,5	100
Bwkc (40-80 cm)	45,9	0,59	0,11	0,14	46,7	21,5	100
BCkc (80-110 cm)	42,9	1,02	0,12	0,11	44,2	21,6	100
Ckc (110-150 cm)	46,3	0,71	0,14	0,09	47,3	20,6	100
2Ck (150-200 cm)	22,0	0,63	0,13	0,11	22,8	12,2	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap1 (0-10 cm)	14,2	16,5	17,1	30,6	21,6	Franca	17,1
Ap2 (10-40 cm)	10,4	24,7	10,2	35,5	19,2	Franca	17,2
Bwkc (40-80 cm)	10,4	18,3	7,8	39,2	24,3	Franca	19,4
BCkc (80-110 cm)	11,8	18,6	7,2	43,7	18,7	Franca	18,7
Ckc (110-150 cm)	10,9	20,0	5,5	42,9	20,7	Franca	15,7
2Ck (150-200 cm)	18,0	35,5	11,7	21,9	12,9	Franco-arenosa	85,8

PERFIL EDRA-2

Situación: Saso de Ayerbe (Edra-2). Término municipal de Ayerbe.

Comarca de la Hoya de Huesca / Plana de Uesca.

Coordenadas UTM: 30 T 0691990-4682290. Mapa 247.

Altitud: 600 msnm.

Geomorfología: Glacis pleistoceno. 1% de pendiente. Suroeste.

Material original: Detrítico grueso.

Uso del suelo y vegetación: Viñedo en secano, en mosaico con cereal de invierno y almendros. Carrascas en espueñas.

Profundidad efectiva: 65 cm.

Pedregosidad superficial: Extremadamente pedregoso (80% v/v). Gravas y cantos. Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Muy baja.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

Autor descripción: David Badía. Fecha: 19/11/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Calcisol pétrico (esquelético, crómico).

STS (SSS, 2008): Calcixerept petrocálcico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap1 (0-10 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Rojo amarillento (5YR 4/6) en seco y pardo rojizo pálido (5YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Muy frecuentes (30% en volumen), poligénicos (calizas, cuarcitas, calcarenitas, fragmentos de costra), de tamaño grava, de forma redondeada esferoidal y redondeado tabular (excepto costra: angular plana), sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Estructura: Sin estructura por laboreo. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (3%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: Poca, fragmento de teja. Raíces: Finas y muy finas, muy pocas. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Cemento geopetal fino, en algunos cantos. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, abrupto por laboreo.

Ap2 (10-30 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: oxidado. Color (de la matriz del suelo): Rojo amarillento (5YR 4/6) en seco y pardo rojizo pálido (5YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Muy frecuentes (40% en volumen), poligénicos (calizas, cuarcitas, calcarenitas, fragmentos costra), muy alterados (disolución cara superior, fragmentación), de tamaño grava, de forma redondeada esferoidal y redondeado tabular (excepto costra: angular plana), sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, mediana. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Abundante (2%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, muy pocas. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Cemento geopetal fino, en algunos cantos. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Cutanes de presión en caras de contacto con elementos gruesos. Límite inferior: plano, abrupto.

Bk (30-65 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: oxidado. Color (de la matriz del suelo): Rojo amarillento (5YR 5/6) en seco y rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (70% en volumen), poligénicos, muy alterados (disolución cara superior, fragmentación), de tamaño grava a cantos, de forma redondeada esferoidal y redondeado tabular, con orientación horizontal y oblicua, en lentejones. Textura al tacto: De franco-arcillosa a franco-arenosa, en bandas. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, mediana. Compacidad: Muy compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, pocas. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Concentradas en el contacto con el horizonte inferior, limitadas por la presencia de horizonte cementado, de medianas a gruesas, muertas (de carrasca). Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Cemento geopetal grueso (5-8 mm), en cantos. Cementaciones: Matriz parcialmente cementada, por carbonatos. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: ondulado, muy abrupto. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Ckm (65-150 cm) Capa fuertemente cementada por carbonato cálcico. Horizonte de diagnóstico: Endopedión petrocálcico.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ap1 (0-10 cm)	8,4	7,6	13,1	1,86	3,21	0,158	11,8	26,0
Ap2 (10-30 cm)	8,3	7,5	10,2	1,40	2,41	0,118	11,8	16,2
Bk (30-65 cm)	8,3	7,5	27,9	1,03	1,78	0,105	9,8	4,5

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg (cmol(+)kg ⁻¹)	Na (cmol(+)kg ⁻¹)	K (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ap1 (0-10 cm)	44,9	0,60	0,07	0,90	46,5	26,8	100
Ap2 (10-30 cm)	39,4	0,90	0,08	0,43	40,8	25,4	100
Bk (30-65 cm)	36,7	0,66	0,09	0,29	37,7	21,6	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap1 (0-10 cm)	11,2	39,5	8,5	10,8	30,0	Franco-arcillo-arenosa	56,5
Ap2 (10-30 cm)	10,8	36,8	11,1	12,3	29,0	Franco-arcillo-arenosa	60,1
Bk (30-65 cm)	16,5	45,2	7,9	17,0	13,4	Franco-arenosa	81,5

PERFIL GÁLLEGO Ta

Situación: Terrazas del Gállego (Ta). Reino de los Mallos. Término municipal de Murillo de Gállego. Comarca de la Hoya de Huesca / Plana de Uesca.

Coordenadas UTM: 30 T 685979-4687995. Mapa 247.

Altitud: 525 msnm (75 m sobre el cauce actual).

Geomorfología: Terraza aluvial. 1% de pendiente. Sur.

Material original: Detrítico grueso (gravas, cantos y bloques con matriz arenosa) del Pleistoceno medio (151 ± 11 kaños).

Uso del suelo y vegetación: Cereal en secano, junto a viñedo.

Profundidad efectiva: 70 cm.

Pedregosidad superficial: Extremadamente pedregoso (80% v/v). Grava y cantos poligénicos; granito, cuarcitas, areniscas, calizas (en ocasiones con cemento geopetal). Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

CRAD (USDA, 1980): Muy baja.

Autores descripción: Clara Martí, José Antonio Cuchí, David Badía.
Fecha: 24/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Calcisol pétrico, lúvico (esquelético, crómico).

STS (SSS, 2008): Palixeralf petrocálcico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap (0-25 cm)
Estado de humedad: Seco. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** rojo Amarillento (5YR 4/6) en seco y pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (40% en volumen), poligénicos, de tamaño grava fina a gruesa, de forma redondeada esferoidal a redondeada plana, orientación oblicua y horizontal, aumentando en profundidad. **Textura al tacto:** Franco-arcillosa. **Estructura:** Fuerte, granular, mediana. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante (3%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas, abundantes. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Finas y muy finas, abundantes. **Test de campo:** Reacción de la matriz al HCl, negativa (salvo contacto con fragmentos de piedras o cemento). **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Pocos cutanes de arcilla. **Límite inferior:** Plano, neto.

Btk (25-50 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Rojo amarillento (5YR 5/6) en seco y rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (50% en volumen), poligénicos, de tamaño grava fina a cantos, de forma redondeada esferoidal a redondeada plana, orientación oblicua y horizontal, aumentando en profundidad. **Textura al tacto:** Franco-arcillosa. **Estructura:** Fuerte, angular, mediana. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca (2%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas y vacías, abundantes. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Finas y muy finas, abundantes. **Test de campo:** Baja reacción de la matriz al HCl; alta en el contacto con la base de los cantos y en el propio cemento geopetal. **Acumulaciones:** Abundante cemento geopetal, 3-5 mm, de carbonato cálcico. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Frecuentes cutanes de arcilla. **Límite inferior:** Ondulado, abrupto. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión árgico parcialmente impregnado de carbonato cálcico.

Bck (50-70 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Marrón pálido (7,5YR 5/3) en seco y marrón (7,5YR 4/3) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Muy abundantes (90% en volumen), poligénicos (abundante granito alterado; calizas y calcarenitas corroidas en superficie), de tamaño grava fina a cantos, de forma redondeada esferoidal a redondeada plana, orientación oblicua y horizontal, aumentando en profundidad. **Textura al tacto:** Franco-arenosa. **Estructura:** Fuerte, angular, gruesa. **Compacidad:** Compacto. **Materia orgánica:** Poca (1%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas, abundantes. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Finas y muy finas, abundantes, limitadas por contacto con petrocálcico (fieltro orgánico). **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Muy abundante cemento geopetal, 8-10 mm de grosor; de carbonato cálcico. **Cementaciones:** Débil e irregularmente cementado. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** plano, muy abrupto. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.

Ckm (70-250 cm)
Capa fuertemente cementada por carbonato cálcico. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión petrocálcico (conglomerático)



Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ap (0-25 cm)	7,6	6,6	0,0	1,52	2,62	0,162	9,4	4,1
Btk (25-50 cm)	7,8	6,8	2,9	1,33	2,29	0,143	9,3	3,9
BCK (50-70 cm)	8,1	7,3	38,51	0,94	1,62	0,117	8,0	3,8

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ap (0-25 cm)	27,2	0,76	0,10	0,45	28,5	28,7	99,3
Btk (25-50 cm)	28,5	0,78	0,10	0,40	29,8	29,5	100
BCK (50-70 cm)	34,3	0,30	0,09	0,14	34,9	25,8	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap (0-25 cm)	36,6	16,4	7,1	12,0	27,9	Franco-arcillo-arenosa	44,6
Btk (25-50 cm)	29,7	14,8	8,0	12,7	34,8	Franco-arcillosa	47,1
BCK (50-70 cm)	28,0	17,4	8,8	25,1	20,7	Franca	88,6

PERFIL GÁLLEGO Td

Situación: Terrazas del Gállego (Td). Reino de los Mallos. Término municipal de Murillo de Gállego. Comarca de la Hoya de Uesca / Plana de Uesca.

Coordenadas UTM: 30 T 685449-4687850. Mapa 247.

Altitud: 488 msnm (38 m sobre el cauce actual).

Geomorfología: Terraza aluvial. 1% de pendiente. Sur.

Material original: Material aluvial (gravas y cantos con matriz arenosa) del Pleistoceno superior (45 ± 3 kaños).

Uso del suelo y vegetación: Viñedo, con riego por goteo. Pinar de pino carrasco en márgenes.

Profundidad efectiva: 150 cm.

Pedregosidad superficial: Extremadamente pedregoso (45% v/v); grava y cantos. Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

CRAD (USDA, 1980): Baja.

Autores descripción: Clara Martí, José Antonio Cuchi, David Badía.

Fecha: 24/07/08.

Clasificación tentativa:

IUSS (2007): Calcisol háplico (esquelético, batipétrico).

SSS (2008): Xerochrept calcixeróllico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap1 (0-10 cm) Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo rojizo pálido (5YR 4/4) en seco y pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Frecuentes (10% en volumen), poligénicos, de tamaño grava fina a gruesa, de forma redondeada esferoidal a redondeada plana, sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Estructura: Sin estructura por laboreo reciente. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (3%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: Fragmentos de carbón vegetal, pocos. Raíces: Finas y muy finas, abundantes. Test de campo: Baja reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Pocos cutanes de presión. Límite inferior: Plano, abrupto por laboreo.

Ap2 (10-30 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo rojizo pálido (5YR 4/4) en seco y pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Frecuentes (15% en volumen), poligénicos, de tamaño grava fina a gruesa, de forma redondeada esferoidal a redondeada plana, sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Arcillosa. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, gruesos. Compacidad: Muy compacto. Materia orgánica: Abundante (2%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, pocas. Actividad antrópica: Fragmentos de carbón vegetal, pocos. Raíces: Finas y muy finas, pocas. Test de campo: Baja reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Pocos cutanes de presión. Límite inferior: Plano, neto.

Bwk (30-60 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Marrón (7,5YR 4/4) en seco y pardo rojizo pálido (5YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (60% en volumen), poligénicos, de tamaño grava fina a cantos, de forma redondeada esferoidal (frecuentes) a redondeada plana, orientación oblicua y horizontal, aumentando en profundidad. Textura al tacto: Arcillosa. Estructura: Fuerte, bloques subangulares, finos. Compacidad: Muy compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Cemento geopetal, 3 mm de grosor; pocos nódulos de calcita, órticos, impregnativos. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Frecuentes cutanes de presión. Límite inferior: Plano, neto. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cámbico.

Bck (60-90 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Marrón pálido (7,5YR 5/4) en seco y marrón (7,5YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (70% en volumen), poligénicos (abundante granito, alterado), de tamaño grava fina a cantos, de forma redondeada esferoidal (pocos) a redondeada plana, orientación oblicua y horizontal, aumentando en profundidad. Textura al tacto: Franca. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, abundantes. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, abundantes, parcialmente limitadas por capas cementadas (fieltro oscuro) en la base del horizonte. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Cemento geopetal, 3 mm, de carbonato cálcico. Cementaciones: Débil e irregularmente cementado. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, muy abrupto. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Ck (90-150 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 6/2) en seco y en húmedo (10YR 5/2). Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (60% en volumen), poligénicos (predomina el granito, alterado, y las arenitas calizas), de tamaño grava fina a cantos, de forma redondeada esferoidal (pocos) a redondeada plana, orientación oblicua y horizontal, aumentando en profundidad. Textura al tacto: Arenosa. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, abundantes. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, abundantes, limitadas por capas cementadas

(fieltro orgánico descompuesto) en la base del horizonte. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Cemento geopetal, con grosor de 6 mm, de carbonato cálcico agregando arena. Cementaciones: Moderada y discontinua, en la parte superior del horizonte (a 110 cm, con fieltro en el contacto superior). Revestimientos: inexistentes. Límite inferior: plano, muy abrupto. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Ckm (> 150 cm) Capa fuertemente cementada por carbonato cálcico. Horizonte de diagnóstico: Endopedión petrocálcico (conglomerático). En micromorfología, las gravas aparecen cementadas por revestimientos y rellenos de micrita y calcita acicular; la porosidad de empaquetamiento es del 30%.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	M.O. (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ap1 (0-10 cm)	7,8	7,1	2,8	1,28	2,20	0,181	7,1	7,1
Ap2 (10-30 cm)	7,9	7,1	2,8	0,78	1,34	0,116	6,7	6,4
Bwk (30-60 cm)	8,0	7,2	11,5	0,70	1,21	0,110	6,4	2,8
Bck (60-90 cm)	8,1	7,1	27,1	0,48	0,82	0,098	5,0	3,4
Ck (90-150 cm)	8,3	7,8	48,5	0,38	0,65	0,082	4,6	4,4

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ap1 (0-10 cm)	28,0	0,42	0,11	0,45	29,0	22,1	100
Ap2 (10-30 cm)	32,3	0,46	0,09	0,44	33,2	20,0	100
Bwk (30-60 cm)	35,1	0,38	0,10	0,26	35,8	23,2	100
Bck (60-90 cm)	38,1	0,32	0,10	0,18	38,7	16,7	100
Ck (90-150 cm)	24,5	0,12	0,08	0,02	24,7	10,9	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap1 (0-10 cm)	11,2	37,0	10,1	17,5	24,2	Franco-arcillo-arenosa	23,1
Ap2 (10-30 cm)	11,2	39,5	9,6	15,8	23,9	Franco-arcillo-arenosa	21,0
Bwk (30-60 cm)	16,7	30,6	7,2	16,7	28,8	Franco-arcillo-arenosa	85,9
BcK (60-90 cm)	30,1	28,8	5,3	14,9	20,9	Franco-arcillo-arenosa	85,8
Ck (90-150 cm)	67,5	14,7	2,7	5,4	9,7	Arenosa-franca	74,5

PERFIL LOARRE

Situación: Castillo de Loarre. Término municipal de Loarre. Comarca de la Hoya de Huesca / Plana de Uesca.

Coordenadas UTM: 30 T 0696715-4689185. Mapa 247.

Altitud: 1020 msnm.

Geomorfología: Glacis. 30% de pendiente. Sur.

Material original: Detrítico grueso.

Uso del suelo y vegetación: Erizón con lastón, boj, espliego, aliagas. Repoblación de pino negral o salgareño en el dominio del quejigar.

Profundidad efectiva: > 2 m.

Pedregosidad superficial: Suelo pavimentado o pedrera (100% v/v). Gravas calizas.

Afloramientos rocosos: Moderadamente rocoso.

Drenaje: Bien drenado.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico/údic. Régimen de temperatura: méxico.

CRAD (USDA, 1980): Baja.

Autores descripción: David Badía. **Fecha:** 14/11/08.

Otros: Con doble horizonte orgánico (Oi/Oa): hojarasca de erizón poco alterada (1 cm) sobre restos no identificables, finos (1 cm)

Clasificación tentativa:

IUSS (2007): Calcisol hipercálcico (esquelético).

SSS (2006): Calcixerept típico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah1
(0-25 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Marrón pálido (7,5YR 5/4) en seco y marrón (7,5YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (60% en volumen), calizas, de tamaño grava gruesa, de forma angular esferoidal a angular plano, con orientación plana y distribución regular. Textura al tacto: Franca. Estructura: Fuerte, granular, mediana. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (5%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, frecuentes. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De muy finas a gruesas, abundantes. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: plano, gradual.

Ah2
(25-50 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Marrón pálido (7,5YR 5,5/4) en seco y marrón (7,5YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (60% en volumen), calizas, de tamaño grava gruesa, de forma angular esferoidal a angular plano, con orientación plana u oblicua y distribución regular. Textura al tacto: Franca. Estructura: Fuerte, granular, mediana. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (3%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, frecuentes. Actividad antrópica: Restos de carbón, pocos. Raíces: De muy finas a gruesas, frecuentes. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, neto.

Bk
(50-80 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Naranja (7,5YR 7/6) en seco y pardo fuerte (7,5YR 5/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (80% en volumen), calizas alteradas, de tamaño grava, de forma subangular esferoidal a subangular plana, con orientación plana u oblicua y distribución regular. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, gruesa. Compacidad: Muy compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Abundante cemento geopetal grueso, de carbonatos. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Ondulado, neto. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Bck
(80-120 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Naranja (7,5YR 7/6) en seco y pardo fuerte (7,5YR 5/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (80% en volumen), calizas alteradas, de tamaño grava, de forma subangular esferoidal a subangular plana, con orientación plana u oblicua y distribución regular. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, gruesa. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Abundante cemento geopetal fino, de carbonatos. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Ondulado, gradual. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Ck1
(120-160 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Naranja (7,5YR 7/6) en seco y pardo fuerte (7,5YR 5/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (80% en volumen), calizas alteradas, de tamaño grava, de forma subangular esferoidal a subangular plana, con orientación plana u oblicua y distribución regular. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Estructura: Débil, en bloques subangulares, gruesa, yuxtapuesta a laminar fina. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Abundante cemento geopetal, de carbonatos, finos. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Ondulado, gradual. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Ck2
(> 160 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Naranja (7,5YR 7/6) en seco y pardo fuerte (7,5YR 5/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (80% en volumen), calizas alteradas, de tamaño grava gruesa, de forma subangular esferoidal a subangular plana, con orientación plana u oblicua y distribución regular. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Abundante cemento geopetal fino, de carbonatos. Cementaciones: No cementado. Revestimientos: inexistentes. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	M.O. (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah1 (0-25 cm)	8,3	7,5	29,9	3,15	5,43	0,248	12,7	9,7
Ah2 (25-50 cm)	8,3	7,5	34,2	1,86	3,21	0,170	10,9	7,8
Bk (50-80 cm)	8,6	7,8	54,7	0,82	1,41	0,087	9,4	7,3
Bck (80-120 cm)	8,6	7,8	51,0	0,56	0,97	0,067	8,3	4,6
Ck1 (120-160 cm)	8,5	7,7	54,1	0,47	0,81	< 0,05	-	4,8
Ck2 (> 160 cm)	8,6	7,7	57,3	0,58	0,97	< 0,05	-	3,8

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ah1 (0-25 cm)	55,1	0,80	0,18	0,49	56,6	27,6	100
Ah2 (25-50 cm)	40,8	0,77	0,16	0,33	42,1	22,1	100
Bk (50-80 cm)	40,0	0,18	0,12	0,12	40,4	23,1	100
Bck (80-120 cm)	34,0	0,15	0,11	0,10	34,4	22,7	100
Ck1 (120-160 cm)	33,9	0,15	0,10	0,11	34,3	15,7	100
Ck2 (> 160 cm)	49,1	0,11	0,13	0,14	49,5	16,5	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah1 (0-25 cm)	19,6	27,7	9,7	18,4	24,6	Franco-arcillo-arenosa	59,1
Ah2 (25-50 cm)	11,9	40,3	7,2	14,8	25,8	Franco-arcillo-arenosa	55,5
Bk (50-80 cm)	2,0	30,7	14,6	24,6	28,1	Franco-arcillosa	76,7
BCK (80-120 cm)	11,6	29,2	11,7	19,4	28,1	Franco-arcillosa	76,9
Ck1 (120-160 cm)	18,9	25,4	15,6	17,8	22,3	Franca	68,2
Ck2 (> 160 cm)	9,1	33,3	13,7	23,4	20,5	Franca	75,1

ITINERARIO EDÁFICO POR EL ALTO SOBRARBE

Se trata de un itinerario lineal que, partiendo de Huesca accederá al valle fluvio-glaciar del Arazas, en Ordesa, en un recorrido que, en poco más de 100 km (ida), vencerá unos 1000 m de desnivel. Desde Huesca nos dirigimos, por el congosto del Isuela, al puerto de Monrepós (1280 m), desde donde se puede admirar los principales picos del Pirineo axial; entre ellos destaca Monte Perdido, que con sus 3355 m es el macizo calcáreo más elevado de Europa. Antes de alcanzar el valle del Ara/Arazas (en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido), dedicaremos una especial atención a los suelos desarrollados en el valle del Sorrosal, uno de sus tributarios. En las laderas que descienden del Cote-fablo, cubiertas de pino royo, quejigos y erizones, los suelos se rejuvenecen continuamente por la fuerte pendiente dejando incluso que afloren las turbiditas eocenas sobre las que se desarrollan. Sin embargo, potentes depósitos cuaternarios (depósitos glaciolacustres) rellenan el fondo del valle, entre Linás de Broto y Viu; a pesar de la relativa juventud de dichos materiales (las dataciones de los sedimentos lacustres los sitúan en torno a unos 50 000 años), su estabilidad geomorfológica y la abundante precipitación han permitido que los suelos adquieran cierto desarrollo (Cambisoles háplicos, éutricos). En cambio, sobre *tills*

dispuestos en laderas inestables los suelos permanecen carbonatados prácticamente desde su superficie, como en Sierra Viu o en Ordesa. En estas condiciones, los suelos forestales presentan horizontes superficiales con abundante materia orgánica y cationes basificantes.

Desnivel: 920 m, desde Huesca (500 m) a Arripas, Ordesa (1420 m).

Distancia recorrida: 95 km hasta Viu + 15 km a Ordesa = 110 km (ida).

Observaciones: El tramo de ida entre el puente de la pradera hasta el de Arripas supone recorrer los 3 km que los separan por una pista forestal prácticamente llana, excepto el tramo final, en el que se salva un desnivel de unos 100 m de altitud. Se recomienda llevar agua, además de botas y ropa de abrigo.

DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO

Partimos de Huesca por la N-330 en dirección Norte, hacia Jaca, pasando junto a las poblaciones de Yéqueda (km 5) e Igríes (km 13,5), dispuestas en un alargado glacis donde aún quedan retazos de carrascal (*Quercus ballota*) bien conservados entre los campos de cereales y almendros. Al norte, el río Isuela se abre paso en la sierra caliza dejando dos colosos a sus lados: el pico de Gratal (1563 m) el y del Águila (1650 m). En la entrada al congosto del Isuela dejamos la población de Nueno (km 20) a

nuestra izquierda y llegamos a Arguis (km 25,5), localidad situada en un valle con erosionables margas grises, eocenas (fm. Jaca-Pamplona). A su lado, el embalse del mismo nombre (a 967 m de altitud) es el más antiguo de los que hoy en día se usan en Aragón (construido en 1704). El carrascal ha dejado paso al quejigar (*Quercus cerrroides*) en las laderas sur y al pinar (*Pinus sylvestris*) en la norte. En un continuado ascenso dejamos atrás los túneles de Monrepós (km 28,2 a 31,1) y, tras el primero de ellos, superamos el río Flumen. Un área de descanso nos permite hacer una parada para ascender por senda hasta la pardina y el repetidor del puerto de Monrepós. Son 10 minutos andando entre erizones (*Echinospartium horridum*) con boj y pino royo que en el fondo se enriquecen con sauces, chopos, olmos, espinos albares, etcétera. El puerto de Monrepós (a 1280 m de altitud) es un excelente mirador tanto de las Sierras Interiores (Peña Oroel, San Juan de la Peña) como del Pirineo axial. En esta zona, las margas y areniscas del Eoceno superior (fm. Campodarbe o Monrepós) tratan de ser edafizadas sin mucho éxito debido a la fuerte pendiente de las laderas.

Iniciamos el descenso al valle del río Guarda, que superamos junto a un desvío a Boltaña (km 43,7). En los alrededores son frecuentes las repoblaciones de pino laricio o negral (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii*), por ejemplo en las proximidades del Hostal de Ipiés (km 48). Las calizas verticales junto al

barranco de Bailín (km 54) son la antesala del río Basa, que cruzamos (km 55,7) en nuestra aproximación a Sabiñánigo. Poco después dejamos la N-330 para coger la N-260 (km 61,8), en dirección a Biescas y Broto. Transitamos por el valle de Tena dejando Senegüé, con su centro de interpretación de los glaciares (km 64,7), Escuer (km 70) con sus amplias terrazas del Gállego, y Biescas (km 74) hasta tomar el desvío al valle de Ordesa (km 75). Nos esperan unos kilómetros de ascenso zigzagueante antes de llegar a Gavín, pasar el túnel que da acceso al barranco de San Bartolomé (km 78) y al del Infierno (km 82,5) y, tras cruzar el río Sía (km 85), ascender hasta el túnel de Cotefablo (1423 m). El puerto de Cotefablo separa las cuencas del Gállego y del Cinca, alcanzando ya la comarca de Sobrarbe, donde proponemos hacer una parada. En este entorno los materiales turbidíticos eocenos (areniscas calcáreas y margas en delgadas y alternantes capas) son los dominantes, con pliegues y micropliegues espectaculares; las laderas de esta zona, con mucha pendiente, favorecen el desplazamiento en masa de dichos materiales, especialmente en orientación norte, como observaremos alrededor del Cotefablo. A esta cota las laderas umbrías están densamente cubiertas de pino royo (*Pinus sylvestris*), a diferencia de las solanas, con quejigo o cajico (*Quercus cerrroides*). La actividad agroganadera ha supuesto la sustitución de parte de estos bosques

por prados de siega y pastos. El puerto de Cotefablo-Otal y Tendeñera son ZEPA y LIC.

Iniciado el descenso desde el puerto de Cotefablo, dejamos los bosques para, a la altura de la rehabilitada ermita de San Benito (km 92), pasar junto a los prados de siega de fondo de valle y llegar a Linás de Broto

(km 93,2). Aquí se propone una nueva parada para observar, ya sea desde la iglesia de San Miguel o desde el propio núcleo urbano, en dirección Este, el escarpe que nos muestra los sedimentos que en su momento ocupaban el fondo del llamado *paleolago de Linás*, formado por el efecto presa del glaciar del Ara.

El paleolago de Linás de Broto

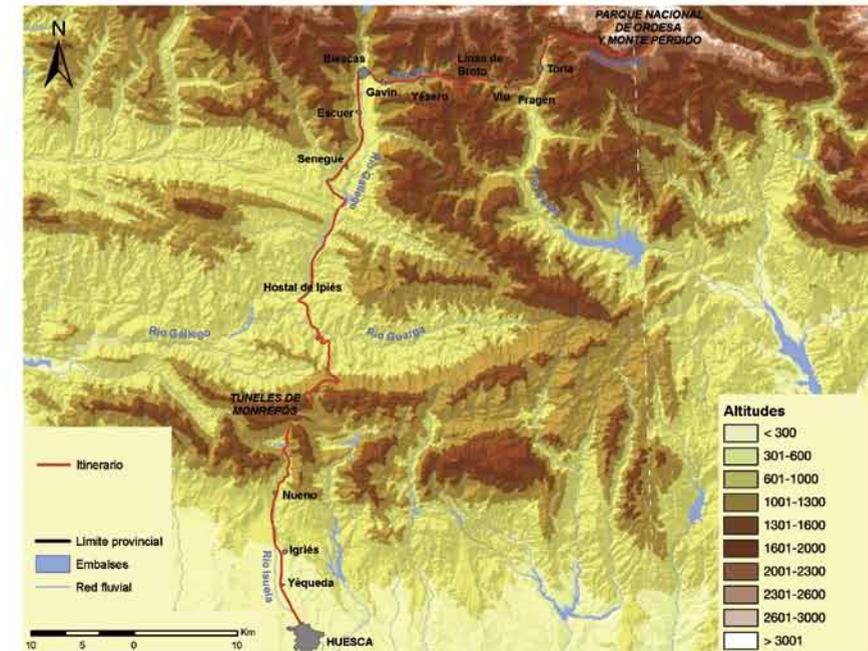
Desde Ordesa, un glaciar descendería por los valles fluviales (Ara/Arazas) recogiendo los hielos de la vertiente meridional del Viñamala (3303 m) y Monte Perdido (3355 m); se estima que alcanzó una longitud superior a los 30 km. A la altura del baranco del Sorrosal, la lengua de hielo del valle principal, con un espesor de unos 370 m, entra un poco en dicho barranco, hasta Viu. El hielo del glaciar y los voluminosos depósitos morrénicos que transportaba obstruyeron el preexistente curso del río Sorrosal, bloqueando la salida de las aguas que vienen de Sierra Tendeñera (Pico Infierno, Cotefablo, Peña Otal) y formando un lago que pudo tener 2 km de longitud por 500 m de anchura (paleolago de Linás de Broto). A lo largo de miles de años se fueron depositando sedimentos que llegaban de barrancos y laderas adyacentes. Estos sedimentos, que superan los 60 m de espesor (depósito lacustre de obturación glaciar o depósito glaciolacustre), quedaron al descubierto tras la fusión del hielo y la posterior acción erosiva del barranco del Sorrosal. Otros sedimentos que pueden observarse en la zona son los propios depósitos morrénicos que, junto al hielo, actuarían de presa del citado paleolago. Y es que, en su lento descenso, las lenguas de hielo fluyeron por los valles fluviales existentes erosionando intensamente las paredes y el fondo de los valles, dándoles forma de U. Las acumulaciones de sedimentos que viajaron con el hielo, que actuó a modo de cinta transportadora, quedaron amontonados al fundirse este (morrena). Estas morrenas (o *tills*) son identificables tanto en Viu como en Fragen (a cota inferior). En ambos casos la presencia de sendos cordones o aristas morrénicas obedecería a fluctuaciones climáticas que permitirían una mayor o menor estabilización del hielo.

El propio pueblo de Linás de Broto se encuentra a caballo entre ese paleolago y terrazas aluviales del río Sorrosal. Entre el campo de fútbol y el frontón de Linás, en el pasto comunal frecuentado por ovejas, observaremos el suelo (**Cambisol háplico, éutrico**) desarrollado sobre los sedimentos glaciolacustres. Si queremos observar los suelos de laderas sobre turbiditas (**Regosoles háplicos, calcáricos**), lo podemos hacer 1 km más allá, en dirección a Viu, en el camino de acceso

al Soaso de Linás. Siguiendo hasta Viu (km 95,3), podremos acceder, por la senda que desciende a Fragen y Torla (PR HU126), a dos cordones o aristas morrénicas que en condiciones de estabilidad desarrollan suelos descarbonatados, a diferencia de los de laderas de fuerte pendiente (suelos con carácter réndzico). Tras esta serie de observaciones edáficas nos dirigiremos hacia la cuenca del Ara pasando por Fragen (km 97) y observando otro par de cordones morrénicos (en el

superior se disponen las eras, y en el inferior, el núcleo urbano). En brusco descenso llegamos hasta el cruce (km 101) de la N-260, por la que venimos, y tomamos el desvío a la izquierda que accede a Torla (A-135), adonde llegamos en breve (km 103). Este pintoresco pueblo es la puerta de entrada al Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, en cuya pradera pararemos (km 110). Ya en el fondo del valle de Ordesa, Parque Nacional desde 1918 y Reserva de la Biosfera desde 1977, proponemos un paseo por una cómoda pista forestal entre hayedos y abetales. Partiendo del fondo del aparcamiento de la pradera, tomaremos el camino de la derecha, que enseguida cruza el río Arazas. Caminaremos

primero por la ladera norte hasta el puente de Arripas para observar este Punto de Interés Fluvial, y volveremos por la solana, lo que supone unos 6 km, ida y vuelta, con unos 100 m de desnivel. Nos acompañarán por el camino circos (Carriata, Cotatuero), inmensas paredes (fajas o *faixas*) y crestas que parecen llegar al cielo (Tozal del Mallo, Punta Gallinero, Las Cutas...). A lo largo de este paseo observaremos los suelos desarrollados sobre depósitos coluviales calizos (en umbría) y sobre tills (en solana), ambos calizos y muy pegregosos (*Phaeozem háplico, calcárico, y Phaeozem réndzico*), en un entorno en el que destacan tanto la gea como la flora y la fauna.



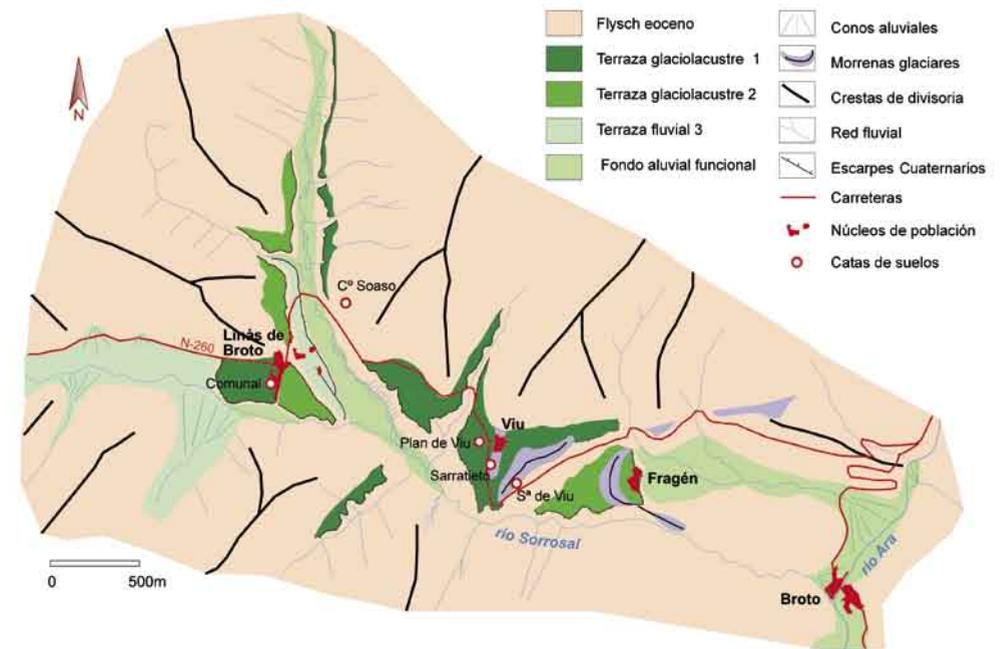
Recorrido edáfico por el Alto Sobrarbe.

Los factores formadores de suelos en el Alto Sobrarbe

En el valle del Sorrosal, el **material parental** por excelencia son las turbiditas eocenas (estratos alternantes, delgados, de areniscas calcáreas y margas) que afloran en las laderas. Sin embargo, los fondos de valle están ocupados por diferentes depósitos cuaternarios: glaciolacustres en las proximidades de Linás de Broto (paleolago) y tills en Viu y Fragen (con unos 50 000 años de antigüedad), más o menos recubiertos de depósitos de ladera. *Tills* y coluvios son también protagonistas en el fondo de valle del Arazas.

La **vegetación** en las laderas umbrías del Sorrosal se ve dominada por el pinar musgoso (de *Pinus sylvestris*) con boj, enriquecido con diversos caducifolios como el tremolín (*Populus tremula*) e incluso con rebollos (*Quercus pyrenaica*) y hayas (*Fagus sylvatica*). Mientras, en las solanas, el quejigar o *cajicar* (*Quercus cerrioides*) con boj es la comunidad dominante hasta que por encima de los 1400 m le sustituye el pinar, de pino rojo y de pino negro por encima de los 1700 m. En muchas zonas estos bosques han sido reemplazados por pastos mesófilos (*Euphrasio - Plantaginatum mediae*) y acidófilos (*Alchemillo - Nardetum strictae*), según la altitud y el suelo. En los fondos, los prados de siega (*Rhinantho mediterranei - Trisetum flavescens*) pueden ser de secano o de regadío, lo que condiciona que se puedan dar uno o dos cortes anuales. Y es que la zona tiene un cierto déficit hídrico entre julio y agosto. Ya en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, las orillas del Arazas están ocupadas por sauces, fresnos y abedules, mientras que en las laderas los hayedos calcícolas son los protagonistas, enriquecidos con abetales en umbrías.

El **clima** en los alrededores de Linás de Broto, a unos 1200 m de altitud, se caracteriza por una temperatura atmosférica media de unos 10 °C y una pluviometría de 1260 mm. Bajo estas condiciones el régimen de humedad del suelo es údico (próximo al xérico en cotas bajas o con suelos esqueléticos), y el de temperatura se considera mésico en el fondo de valle y partes inferiores de laderas (hasta 1200 m en vertientes norte y 1700 m en solanas); a mayor altitud el régimen se considera frígido (con temperatura atmosférica media inferior a los 7 °C).



Mapa geomorfológico del entorno de Linás de Broto.

PERFIL LINÁS DE BROTO

Situación: Comunal de Linás de Broto. Término municipal de Torla. Comarca de Sobrarbe.

Coordenadas UTM: 30 T 731914-4722407. Mapa 178.

Altitud: 1230 msnm.

Geomorfología: Terraza colgada. Paleolago.

Material original: Depósito detrítico lacustre (gravas y cantos con matriz arenosa) del Pleistoceno superior (50 kaños).

Uso del suelo y vegetación: Pasto.

Profundidad efectiva: > 200 cm.

Pedregosidad superficial: Sin piedras. Sin afloramientos rocosos

Drenaje: Moderadamente bien drenado.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: údico. Régimen de temperatura: méxico.

CRAD (USDA, 1980): Baja.

Autores descripción: José Antonio Cuchí, David Badía.

Fecha: 18/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Cambisol háplico (éutrico, esquelético).

STS (SSS, 2008): Eutrudept distrito.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah1 (0-10 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 5/3) en seco y pardo grisáceo (10YR 3/2) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Pocos (5% en volumen), areniscas cuarcíticas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas) de tamaño grava fina a media, de forma subredondeada-tabular, sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: franca. Estructura: fuerte, granular, fina. Compacidad: Muy poco compacto. Materia orgánica: Abundante (6%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, pocas. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De muy finas a medianas, abundantes. Test de campo: Nula reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: plano, abrupto.

Ah2 (10-35 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: oxidado. Color (de la matriz del suelo): pardo amarillento oscuro (10YR 5/3,5) en seco y pardo oscuro (10YR 3,5/3) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Muy frecuentes (30% en volumen), areniscas cuarcíticas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), cuarcitas ocasionales, de tamaño grava fina a gruesa, de forma subredondeada (esferoidal, tabular y plana), sin orientación definida, aumentando en profundidad. Textura al tacto: Franca. Estructura: Fuerte, granular, mediana. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (4%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, frecuentes. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, frecuentes. Test de campo: Nula reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, neto.

Bw (35-70 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 5,5/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 4/3) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (50% en volumen), areniscas cuarcíticas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), cuarcitas ocasionales, de tamaño grava fina a cantos, de forma subredondeada (esferoidal, tabular y plana), con orientación horizontal u oblicua, aumentando en profundidad. Textura al tacto: Franca. Estructura: Fuerte, bloques subangulares, finos. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca (2%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices rellenas, frecuentes. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, frecuentes. Test de campo: Nula reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, neto. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cámbico.

C (70-120 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 4,5/3) en húmedo. Manchas: Pocas pátinas negras en caras de piedras. Elementos gruesos: Abundantes (70% en volumen), areniscas cuarcíticas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), cuarcitas ocasionales, de tamaño grava fina a cantos, de forma subredondeada (tabular y plana) y subangular tabular, con orientación horizontal u oblicua y horizontal, distribución regular. Textura al tacto: Franca. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, pocas. Test de campo: Nula reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, abrupto.

2Ckg (120-160 cm) Estado de humedad: Mojado. Estado redox: De óxido-reducción. Color (de la matriz del suelo): Amarillo claro (2,5Y 7/3) en seco y marrón amarillento (2,5Y 5/3) en húmedo. Manchas: Escasas, muy contrastadas, de óxido-reducción, asociadas a las caras de los bioporos vacíos (5B 7/1, gris azulado claro, en interior y 7,5YR 7/6, anaranjado, en exterior). Pocas pátinas negras en caras de piedras. Elementos gruesos: Abundantes (60% en volumen), calizas (ocasionales areniscas y cuarcitas), algunos cantos corroidos, de tamaño grava fina a cantos, de forma redondeada plana, subredondeada esferoidal y tabular, orientación oblicua y horizontal, distribución regular. Textura al tacto: Limosa. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: No

aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** No hay. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Cemento geopetal, de 1-2 mm de grosor, formado por arena con carbonato cálcico. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** De arcilla y lino fino, moteados, microlaminados, parcialmente deformados (micromorfología). **Límite inferior:** Plano, abrupto.

3Ckg
(> 200 cm)

Estado de humedad: Saturado. **Estado redox:** De óxido-reducción. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo claro (2,5Y 7/3) en seco y marrón amarillento (2,5Y 5/3) en húmedo. **Manchas:** Pocas pátinas negras en caras de piedras. **Elementos gruesos:** Abundantes (40% en volumen), calizas (ocasionales areniscas y cuarcitas), algunos cantos corroidos, de tamaño grava fina a cantos, de forma redondeada plana, subredondeada esferoidal y tabular, orientación oblicua y horizontal, distribución regular. **Textura al tacto:** Arenosa. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Inapreciable. **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas, abundantes. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** No hay. **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Cemento geopetal, de 2-3 mm de grosor formado por arena gruesa con carbonato cálcico. **Cementaciones:** Matriz no cementada **Revestimientos:** Inexistentes.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	Nt (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah1 (0-10 cm)	6,0	4,9	inap.	5,46	9,41	0,532	10,3	9,17
Ah2 (10-30 cm)	6,1	4,9	inap.	2,55	4,40	0,286	8,9	4,13
Bw (35-70 cm)	6,5	5,2	inap.	0,73	1,26	0,148	4,9	3,50
C (70-120 cm)	6,8	6,4	inap.	0,36	0,62	0,089	4,0	3,40
2Ckg (120-160 cm)	8,1	7,3	21,45	0,16	0,28	0,079	-	3,11
3Ckg (> 160 cm)	8,7	7,9	33,17	0,12	0,21	0,068	-	3,80

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+))kg ⁻¹	Mg ²⁺ (cmol(+))kg ⁻¹	Na ⁺ (cmol(+))kg ⁻¹	K ⁺ (cmol(+))kg ⁻¹	Suma cationes (cmol(+))kg ⁻¹	CIC (cmol(+))kg ⁻¹	Cationes basificantes (%)
Ah1 (0-10 cm)	21,1	1,31	0,10	0,60	23,1	25,3	91,2
Ah2 (10-30 cm)	11,8	0,41	0,10	0,45	12,7	17,8	71,6
Bw (35-70 cm)	7,4	0,20	0,09	0,27	8,0	12,0	66,3
C (70-120 cm)	9,8	0,32	0,07	0,28	10,4	11,6	90,1
2Ckg (120-160 cm)	24,4	0,16	0,08	0,13	24,8	11,2	100
3Ckg (> 160 cm)	25,3	0,14	0,09	0,08	25,6	9,5	100

Extracciones selectivas Horizontes (profundidad)	Hierro (%)			Aluminio (%)			Al ox + 1/2Fe ox (%)
	DC	OxA	PNa	DC	OxA	PNa	
Ah1 (0-10 cm)	1,638	0,440	0,365	0,291	0,184	0,245	0,403
Ah2 (10-30 cm)	1,779	0,410	0,432	0,326	0,214	0,370	0,419
Bw (35-70 cm)	1,638	0,283	0,393	0,365	0,271	0,445	0,412
C (70-120 cm)	1,664	0,222	0,122	0,179	0,094	0,017	0,205
2Ckg (120-160 cm)	1,267	0,139	0,020	0,109	0,056	0,022	0,125
3Ckg (> 160 cm)	1,165	0,069	0,015	0,102	0,030	0,015	0,064

Granulometría							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah1 (0-10 cm)	8,1	26,4	8,5	27,4	29,6	Franco-arcillosa	2,1
Ah2 (10-30 cm)	15,6	30,94	7,1	24,0	22,4	Franca	43,1
Bw1 (35-70 cm)	20,2	26,3	8,3	21,9	23,3	Franca	72,4
Bw2 (70-120 cm)	30,2	24,4	4,2	20,1	21,1	Franco-arcillo-arenosa	78,1
2Ckg (120-160 cm)	34,9	23,8	6,0	15,4	19,9	Franco-arenosa	86,2
3Ckg (> 160 cm)	63,1	17,5	4,7	7,1	7,6	Arenosa-franca	66,4

PERFIL PLAN DE VIU

Situación: Plan de Viu (junto a Maleande). Término municipal de Torla. Comarca del Sobrarbe.

Coordenadas UTM: 30 T 733418-4722195. Mapa 178. Broto. E. 1 : 50.000.

Altitud: 1218 msnm.

Geomorfología: Fondo plano, entre paleolago y morrena. Pendiente 2% suroeste.

Material original: Depósito detrítico fino de ladera.

Uso del suelo y vegetación: Prado de siega.

Profundidad efectiva: > 200 cm.

Pedregosidad superficial: Muy pocas piedras. Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: údico. Régimen de temperatura: méxico.

CRAD (USDA, 1980): Moderada.

Autores descripción: José Antonio Cuchí, David Badía. **Fecha:** 18/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Cambisol háplico (éutrico).

STS (SSS, 2008): Eutrudept distrito.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah1 (0-10 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo amarillento oscuro (10YR 5/3) en seco y pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Pocos (5% en volumen), areniscas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas) de tamaño grava fina a media, de forma subredondeada tabular, sin orientación definida, distribución regular. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, granular, fina. **Compacidad:** Muy poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante (6%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De muy finas a finas, abundantes; gruesas muy pocas. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto.

Ah2 (10-40 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en seco y pardo oscuro (10YR 3/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes (ocasionales areniscas muy alteradas confieren a la matriz un tono más anaranjado). **Elementos gruesos:** Pocos (5% en volumen), areniscas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), de tamaño grava fina a gruesa, de forma subredondeada tabular, con orientación horizontal u oblicua, aumentando en profundidad. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, en bloques subangulares, medianos. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante (4%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas, frecuentes. **Actividad antrópica:** Fragmentos de carbón, pocos. **Raíces:** Finas y muy finas, frecuentes; gruesas muy pocas. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto.

ABw (40-70 cm) **Estado de humedad:** Húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y marrón (10YR 4/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes (ocasionales areniscas muy alteradas dan a la matriz un tono más anaranjado). **Elementos gruesos:** Frecuentes (15% en volumen), areniscas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), de tamaño grava fina a gruesa, de forma subredondeada tabular a subangular plana, con orientación horizontal u oblicua, disminuyendo en profundidad. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Moderada, en bloques subangulares, gruesos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca (2%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas y vacías, pocas. **Actividad antrópica:** Fragmentos de carbón, pocos. **Raíces:** Finas y muy finas, frecuentes. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cámbico.

Bw1 (70-90 cm) **Estado de humedad:** Húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6,5/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes (ocasionales areniscas muy alteradas dan a la matriz un tono más anaranjado). **Elementos gruesos:** Pocos (5% en volumen), areniscas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), de tamaño grava fina a gruesa, de forma subredondeada tabular a subangular plana, con orientación horizontal u oblicua, distribución regular. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Moderada, en bloques subangulares, gruesos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca (1%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas y vacías, pocas. **Actividad antrópica:** Fragmentos de carbón, pocos. **Raíces:** Finas y muy finas, pocas. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, gradual. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cámbico.

Bw2 (90-120 cm) **Estado de humedad:** Húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 7/4) en seco y marrón (10YR 4/4) en húmedo. **Manchas:** No hay. **Elementos gruesos:** Frecuentes (10% en volumen), areniscas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), de tamaño grava fina a gruesa, de forma subredondeada tabular a subangular plana, con orientación horizontal u oblicua, distribución regular. **Textura al tacto:** Limosa. **Estructura:** Moderada, en bloques

subangulares, gruesos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas y vacías, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** No hay. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** inexistentes. **Límite inferior:** plano, gradual. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cámbico.

BC
(120-150 cm)

Estado de humedad: Mojado. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 7/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. **Manchas:** Escasas manchas, muy contrastadas, de óxido-reducción, asociadas a las caras de los bioporos vacíos (5B 7/1, gris azulado claro, en interior y 7,5YR 7/6, anaranjado, en exterior). **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (20% en volumen), areniscas muy alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), de tamaño grava fina a gruesa, de forma angular plana, con orientación horizontal u oblicua, distribución regular. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Débil, en bloques subangulares, gruesos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad de la fauna:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** No hay. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto.

Cg
(> 200 cm)

Estado de humedad: Mojado. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** pardo pálido (10YR 7/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. **Manchas:** Muy frecuentes, muy contrastadas, de óxido-reducción, asociadas al contacto con gravas (5B 7/1, gris azulado claro). **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (30% en volumen), areniscas muy alteradas (descarbonatadas prácticamente hasta el interior, frágiles, porosas, empardecidas), de tamaño grava fina a gruesa, de forma angular tabular y plana, con orientación horizontal u oblicua y horizontal, distribución regular. **Textura al tacto:** Franco-arcilloso. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad de la fauna:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** No hay. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah1 (0-10 cm)	7,0	6,3	inap.	4,08	7,03	0,390	10,5	21,57
Ah2 (10-40 cm)	6,7	5,5	inap.	1,24	2,14	0,188	6,6	6,40
AB (40-70 cm)	6,1	5,0	inap.	0,57	0,98	0,113	5,0	4,00
Bw1 (70-90 cm)	5,8	4,5	inap.	0,37	0,64	0,090	4,1	2,08
Bw2 (90-120 cm)	6,5	4,2	inap.	0,28	0,48	0,087	3,2	2,35
BC (120-150 cm)	6,2	4,1	inap.	0,25	0,43	0,085	2,9	2,88
C (150-200 cm)	6,2	4,2	inap.	0,21	0,36	0,077	2,7	4,72

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+))kg ⁻¹	Mg ²⁺ (cmol(+))kg ⁻¹	Na ⁺ (cmol(+))kg ⁻¹	K ⁺ (cmol(+))kg ⁻¹	Suma cationes (cmol(+))kg ⁻¹	CIC (cmol(+))kg ⁻¹	Cationes basificantes (%)
Ah1 (0-10 cm)	22,2	2,21	0,09	0,85	25,4	22,5	91,2
Ah2 (10-40 cm)	8,7	0,84	0,16	0,30	10,0	14,1	70,5
AB (40-70 cm)	7,2	0,48	0,10	0,16	8,0	11,8	63,3
Bw1 (70-90 cm)	6,9	0,22	0,66	0,07	7,8	12,6	62,0
Bw2 (90-120 cm)	6,2	0,37	0,07	0,16	6,8	10,6	64,2
BC (120-150 cm)	5,7	0,34	0,11	0,28	6,4	9,9	65,4
C (150-200 cm)	5,1	0,79	0,09	0,11	6,1	10,8	56,6

Extracciones selectivas	Hierro (%)			Aluminio (%)			Al ox + 1/2Fe ox (%)
	DC	OxA	PNa	DC	OxA	PNa	
Horizontes (profundidad)							
Ah1 (0-10 cm)	1,139	0,239	0,126	0,134	0,136	0,104	0,255
Ah2 (10-40 cm)	1,370	0,265	0,233	0,182	0,116	0,200	0,248
AB (40-70 cm)	1,434	0,217	0,257	0,166	0,100	0,180	0,208
Bw1 (70-90 cm)	1,536	0,164	0,201	0,160	0,074	0,120	0,156
Bw2 (90-120 cm)	1,843	0,162	0,144	0,154	0,071	0,085	0,152
BC (120-150 cm)	1,446	0,161	0,117	0,134	0,068	0,072	0,149
C (150-200 cm)	1,549	0,106	0,176	0,166	0,062	0,073	0,115

Granulometría							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah1 (0-10 cm)	12,2	37,1	9,3	22,2	19,2	Franca	8,4
Ah2 (10-40 cm)	12,4	35,0	10,3	22,3	20,0	Franca	5,5
AB (40-70 cm)	13,1	34,1	9,8	20,8	22,2	Franca	10,5
Bw1 (70-90 cm)	5,7	31,4	11,66	27,6	23,6	Franca	1,5
Bw2 (90-120 cm)	21,3	16,4	13,7	29,8	18,8	Franca	11,7
BC (120-150 cm)	12,1	34,6	10,4	23,1	19,7	Franca	24,5
C (150-200 cm)	12,6	38,0	9,2	21,6	18,6	Franca	34,8

PERFIL SARRATIETO

Situación: Sarratieto (por encima de Faja Era, a la altura de las Escuelas).

Término municipal de Torla. Comarca de Sobrarbe.

Coordenadas UTM: 30 T 733618-4721988. Mapa 178. Broto.

E. 1 : 50.000.

Altitud: 1237 msnm.

Geomorfología: Comisa morrénica inferior. Pendiente 1% sureste.

Material original: Depósito detrítico fino.

Uso del suelo y vegetación: Prado de siega abancalado.

Profundidad efectiva: > 200 cm.

Pedregosidad superficial: Sin piedras. Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Baja.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: údico. Régimen de temperatura: méxico.

Autores descripción: José Antonio Cuchí, David Badía. **Fecha:** 18/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Cambisol háplico (éutrico, esquelético).

STS (SSS, 2008): Eutrudept típico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah1
(0-10 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo amarillento oscuro (10YR 5/3) en seco y pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Frecuentes (10% en volumen), areniscas alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas) de tamaño grava fina a media, de forma angular tabular, sin orientación definida, distribución regular. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, granular, fina. **Compacidad:** Muy poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante (6%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices vacías, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De muy finas a finas, abundantes. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto.

Ah2
(10-30 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en seco y marrón (10YR 4/3) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes (ocasionales areniscas muy alteradas pueden conferir a la matriz un tono más anaranjado). **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (30% en volumen), areniscas alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), de tamaño grava fina a gruesa, de forma subangular tabular y angular tabular, sin orientación definida, aumentando en profundidad. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, granular, fina. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante (4%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas, frecuentes. **Actividad antrópica:** Fragmentos de carbón, pocos. **Raíces:** Finas y muy finas, frecuentes. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto.

Bw1
(30-50 cm) **Estado de humedad:** Húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes (ocasionales areniscas muy alteradas pueden conferir a la matriz un tono más anaranjado). **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (30% en volumen), areniscas alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas) y cuarcitas ocasionales, de tamaño grava fina a cantos, de forma subangular tabular y angular tabular, sin orientación definida, distribución regular. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, en bloques subangulares, medianos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca (2%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas de coprolitos y vacías, frecuentes. **Actividad antrópica:** Fragmentos de carbón, frecuentes. **Raíces:** Finas y muy finas, frecuentes. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cámbico.

Bw2
(50-80 cm) **Estado de humedad:** Húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes (ocasionales areniscas muy alteradas pueden conferir a la matriz un tono más anaranjado). **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (30% en volumen), areniscas alteradas (descarbonatadas, frágiles, porosas, empardecidas), de tamaño grava fina a cantos, de forma subangular esferoidal a subangular plana, sin orientación definida, distribución regular. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Moderada, en bloques subangulares, medianos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca (1%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas y vacías, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Finas y muy finas, pocas. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, gradual. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cámbico.

2C1
(80-110 cm) **Estado de humedad:** Húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo pálido (2,5Y 6/4) en seco y marrón verde oliva (2,5Y 4/4) en húmedo. **Manchas:** No hay. **Elementos gruesos:** Abundantes (50% en volumen), areniscas ocasionales y abundantes calizas oscuras de tamaño grava fina a gruesa, de forma subredondeada plana a subangular plana, con orientación horizontal u oblicua, distribución regular. **Textura al tacto:** Limosa. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:**

Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas y vacías, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Finas y muy finas, pocas. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Poco cemento geopetal, muy fino. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, gradual.

2C2
(110-150 cm) **Estado de humedad:** Mojado. **Estado redox:** oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** amarillo claro (2,5Y 7/4) en seco y marrón amarillento (2,5Y 5/4) en húmedo. **Manchas:** No hay. **Elementos gruesos:** Abundantes (70% en volumen), calizas oscuras de tamaño grava fina a gruesa, de forma subredondeada esferoidal a tabular, con orientación horizontal u oblicua, distribución regular. **Textura al tacto:** limosa. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad de la fauna:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** No hay. **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Poco cemento geopetal, 1 mm (finos cementados en la base de gravas). **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** inexistentes. **Límite inferior:** plano, neto.

3Ck
(> 200 cm) **Estado de humedad:** Mojado. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo pálido (2,5Y 6/3) en seco y marrón verde oliva (2,5Y 4/3) en húmedo. **Manchas:** No hay. **Elementos gruesos:** Abundantes (70% en volumen), calizas oscuras de tamaño grava fina a bloques, de forma subredondeada esferoidal a subangular plana, con orientación horizontal u oblicua, distribución regular. **Textura al tacto:** Arenosa. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad de la fauna:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** No hay. **Test de campo:** Nula reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Abundante cemento geopetal, grosor de 5 mm (arena y gravilla cementada en la base de gravas y cantos). **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah1 (0-10 cm)	6,1	5,4	inap	3,23	5,57	0,317	10,2	11,05
Ah2 (10-30 cm)	6,9	5,5	inap	1,61	2,78	0,198	8,1	3,73
Bw1 (30-50 cm)	7,0	5,5	inap	0,67	1,15	0,130	5,2	2,45
Bw2 (50-80 cm)	7,4	6,4	inap	0,53	0,91	0,093	5,7	2,88
2C1 (80-110 cm)	8,2	7,3	23,7	0,47	0,81	0,061	7,7	3,34
2C2 (110-150 cm)	8,4	7,6	35,7	0,35	0,60	0,050	7,0	1,99
3Ck (> 150 cm)	8,4	7,7	23,2	0,36	0,62	0,052	6,9	2,12

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ah1 (0-10 cm)	13,4	0,99	0,12	0,47	15,0	20,1	74,4
Ah2 (10-30 cm)	20,4	0,89	0,17	0,21	21,6	19,8	100
Bw1 (30-50 cm)	16,4	0,34	0,15	0,15	17,0	16,2	100
Bw2 (50-80 cm)	15,0	0,20	0,40	0,09	15,6	14,2	100
2C1 (80-110 cm)	30,3	0,25	0,92	0,07	31,5	12,9	100
2C2 (110-150 cm)	20,5	0,37	0,42	0,09	21,3	11,6	100
3Ck (> 150 cm)	21,3	0,30	0,44	0,04	22,0	11,5	100

Granulometría							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah1 (0-10 cm)	13,2	34,8	8,2	22,6	21,2	Franca	16,7
Ah2 (10-30 cm)	13,5	32,8	10,0	21,4	22,3	Franca	35,7
Bw1 (30-50 cm)	14,0	29,3	8,6	21,7	26,4	Franca	48,5
Bw2 (50-80 cm)	13,7	32,0	9,5	20,2	24,6	Franca	40,1
2C1 (80-110 cm)	18,4	23,4	14,0	25,5	18,7	Franca	59,8
2C2 (110-150 cm)	24,9	23,8	13,0	22,3	18,0	Franca	76,7
3Ck (> 150 cm)	29,7	39,2	7,5	15,1	8,6	Franco-arenosa	73,2

Extracciones selectivas	Hierro (%)			Aluminio (%)			Al ox + 1/2Fe ox (%)
	DC	OxA	PNa	DC	OxA	PNa	
Horizontes (profundidad)							
Ah1 (0-10 cm)	1,651	0,237	0,159	0,176	0,094	0,117	0,212
Ah2 (10-30 cm)	1,920	0,227	0,145	0,218	0,111	0,139	0,225
Bw1 (30-50 cm)	2,330	0,204	0,284	0,262	0,108	0,140	0,210
Bw2 (50-80 cm)	2,112	0,177	0,201	0,227	0,092	0,144	0,180
2C1 (80-110 cm)	1,382	0,089	0,012	0,096	0,046	0,016	0,090
2C2 (110-150 cm)	0,941	0,065	0,015	0,067	0,031	0,010	0,063
3Ck (> 150 cm)	1,011	0,067	0,011	0,061	0,024	0,007	0,057

PERFIL SIERRA VIU

Situación: Sierra Viu. Término municipal de Torla. Comarca de Sobrarbe.

Coordenadas UTM: 30 T 733737-4721817. Mapa 178. Broto. E. 1 : 50 000.

Altitud: 1230 msnm.

Geomorfología: Ladera rectilínea, en cornisa morrénica. Pendiente 2% suroeste.

Material original: Depósito morrénico (*tills*).

Uso del suelo y vegetación: Quejigar con avellanos, pastado.

Profundidad efectiva: > 200 cm.

Pedregosidad superficial: Poco pedregoso (5% gravas). Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Baja.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: údico. Régimen de temperatura: méxico.

Autor descripción: David Badía. Fecha: 27/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Phaeozem háplico (calcárico, esquelético).

STS (SSS, 2008): Hapludoll éntico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

- Ah**
(0–25 cm)
- Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo amarillento oscuro (10YR 5/2) en seco y pardo (10YR 3/2) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (30% en volumen), areniscas (muy pocas descarbonatadas) y calizas, de tamaño grava a cantos, de forma subangular tabular y angular tabular, sin orientación definida, distribución regular. **Textura al tacto:** Franco-limosa. **Estructura:** Fuerte, granular, mediana. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante (6%). **Actividad biológica:** Micelios de hongos, pocos. **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De muy finas a gruesas, abundantes. **Test de campo:** Moderada reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto. **Horizonte de diagnóstico:** Epipedión mólico.
- 2C1**
(25–60 cm)
- Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo pálido (2,5Y 6/3) en seco y marrón verde oliva (2,5Y 4/3) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (80% en volumen), calizas y margas, de tamaño grava a bloques, de forma subangular esferoidal, subangular tabular y angular tabular, sin orientación definida e irregular distribución. **Textura al tacto:** Franco-limosa. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante (4%). **Actividad de la fauna:** Galerías de lombrices rellenas, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De muy finas a gruesas, frecuentes. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** De carbonato cálcico, pocas, en forma de cemento geopetal. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto.
- 2C2**
(60–90 cm)
- Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo pálido (2,5Y 6/3,5) en seco y amarillo gris oscuro (2,5Y 4/2,5) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (70% en volumen), calizas y margas, de tamaño grava a bloques, de forma subangular esferoidal, subangular tabular y angular tabular, sin orientación definida e irregular distribución. **Textura al tacto:** Arenosa. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Poca (2%). **Actividad de la fauna:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Finas y muy finas, frecuentes. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** De carbonato cálcico, en forma de pseudomicelios, pocos y en forma de cemento geopetal, poco. **Cementaciones:** Matriz cementada, de forma débil a moderada, discontinua. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto.
- 3C**
(90–150 cm)
- Estado de humedad:** Húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo claro (2,5Y 7/3) en seco y marrón amarillento (2,5Y 5/3) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (40% en volumen), fundamentalmente calizas con ocasionales areniscas carbonatadas, de tamaño grava a cantos (ocasionales bloques), de forma subredondeada tabular a subangular tabular, sin orientación definida, distribución regular. **Textura al tacto:** Limosa. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca (1%). **Actividad de la fauna:** Lombrices y sus galerías, rellenas y vacías, abundantes. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Finas y muy finas, pocas. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** De carbonato cálcico, pocas, en forma de cemento geopetal. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, gradual.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah (0-25 cm)	7,8	7,3	16,5	4,94	8,52	0,406	12,2	5,7
2C1 (25-60 cm)	8,5	7,7	34,2	1,03	1,77	0,094	10,9	3,6
2C2 (60-90 cm)	8,5	7,8	36,3	0,34	0,58	0,057	6,0	3,2
3C (90-150 cm)	8,5	7,7	31,5	0,43	0,74	0,060	7,1	2,7

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ah (0-25 cm)	42,2	0,99	0,21	0,75	44,1	27,4	100
2C1 (25-60 cm)	20,7	0,92	0,10	0,15	21,9	12,9	100
2C2 (60-90 cm)	18,1	0,56	0,08	0,11	18,8	12,5	100
3C (90-150 cm)	22,0	0,42	0,10	0,15	22,7	16,5	100

Extracciones selectivas	Hierro (%)			Aluminio (%)			Al ox + 1/2Fe ox (%)
	DC	OxA	PNa	DC	OxA	PNa	
Horizontes (profundidad)							
Ah (0-25 cm)	1,101	0,081	0,055	0,099	0,061	0,074	0,102
2C1 (25-60 cm)	0,966	0,048	0,033	0,070	0,033	0,033	0,056
2C2 (60-90 cm)	1,100	0,054	0,014	0,070	0,029	0,013	0,056
3C (90-150 cm)	0,909	0,052	0,025	0,074	0,025	0,018	0,051

Granulometría							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah (0-25 cm)	20,2	24,8	11,1	24,6	19,3	Franca	36,5
2C1 (25-60 cm)	31,8	20,4	9,6	21,8	16,4	Franco-arenosa	86,5
2C2 (60-90 cm)	49,7	16,9	5,4	12,9	15,1	Franco-arenosa	70,5
3C (90-150 cm)	37,2	36,0	1,1	9,3	16,5	Franco-arenosa	46,8

PERFIL CAMINO SOASO

Situación: Camino al Soaso de Linás de Broto. Término municipal de Torla. Comarca de Sobrarbe.

Coordenadas UTM: 30 T 732703-4722649. Mapa 178. Broto. E. 1 : 50000.

Altitud: 1193 msnm.

Geomorfología: Ladera rectilínea. Orientación sur. 45% pendiente. Erosión laminar, moderada.

Material original: Turbiditas eocénicas (alternancia de margas y calcarenitas).

Uso del suelo y vegetación: Quejigar con boj, tomillos, aliagas.

Profundidad efectiva: Entre 40 y 60 cm.

Pedregosidad superficial: Muy pedregoso (20% v/v). Poco rocoso (5% v/v).

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Muy baja.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: údico/xérico. Régimen de temperatura: méxico.

Autores descripción: José Antonio Cuchi, David Badía. **Fecha:** 18/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Regosol léptico (calcárico, húmico).

STS (SSS, 2008): Udorthent lítico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah1 (0-20 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo amarillento oscuro (10YR 5,5/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 4/2) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (40% en volumen), calcarenitas poco alteradas, de tamaño grava a cantos, de forma angular tabular, con orientación oblicua u horizontal y distribución regular. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, granular, fina. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante (4%). **Actividad de la fauna:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De muy finas a gruesas, abundantes. **Test de campo:** Moderada reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, neto.

Ah2 (20-40 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/3) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (60% en volumen), calcarenitas poco alteradas, de tamaño grava a cantos, de forma angular tabular, con orientación oblicua u horizontal y distribución regular. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, granular, mediana, que pasa a laminar, apedial en la base del horizonte (2 cm). **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Abundante (2%). **Actividad de la fauna:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De muy finas a gruesas, frecuentes. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** Plano, contacto lítico.

R (> 40 cm) Calcarenita, alternando con margas (turbiditas).

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah1 (0-20 cm)	8,1	7,1	6,85	4,53	7,81	0,372	12,2	9,41
Ah2 (20-40 cm)	8,1	7,1	12,44	1,36	2,34	0,137	9,9	4,92

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)/kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)/kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)/kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)/kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)/kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)/kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ah1 (0-20 cm)	42,6	0,91	0,10	0,80	44,4	26,5	100
Ah2 (20-40 cm)	35,1	0,57	0,08	0,39	36,1	15,5	100

Extracciones selectivas	Hierro (%)			Aluminio (%)			Al ox + 1/2Fe ox (%)
	DC	OxA	PNa	DC	OxA	PNa	
Horizontes (profundidad)							
Ah1 (0-20 cm)	1,101	0,089	0,025	0,081	0,078	0,062	0,122
Ah2 (20-40 cm)	0,966	0,073	0,035	0,048	0,073	0,054	0,109

Granulometría							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah1 (0-20 cm)	10,6	19,0	10,0	28,5	32,0	Franco-arcillosa	36,5
Ah2 (20-40 cm)	15,4	25,0	7,2	41,3	11,2	Franca	70,1

PERFIL ARRIPAS (ORDESA NORTE)

Situación: Arripas. Término municipal de Torla. Comarca de Sobrarbe. Coordenadas UTM: 30 T 743059-4725251. Mapa Alpina. Vignemale-Ordesa. E. 1 : 30000.

Altitud: 1380 msnm.

Geomorfología: Ladera rectilínea. Pendiente 45% norte.

Material original: Coluvio calizo.

Uso del suelo y vegetación: Hayedo musgoso, con abetos.

Profundidad efectiva: > 200 cm.

Erosión: Reptación y arroyada difusa, ligera.

Pedregosidad superficial: Extremadamente pedregoso (60% de gravas a grandes bloques). Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Muy baja.

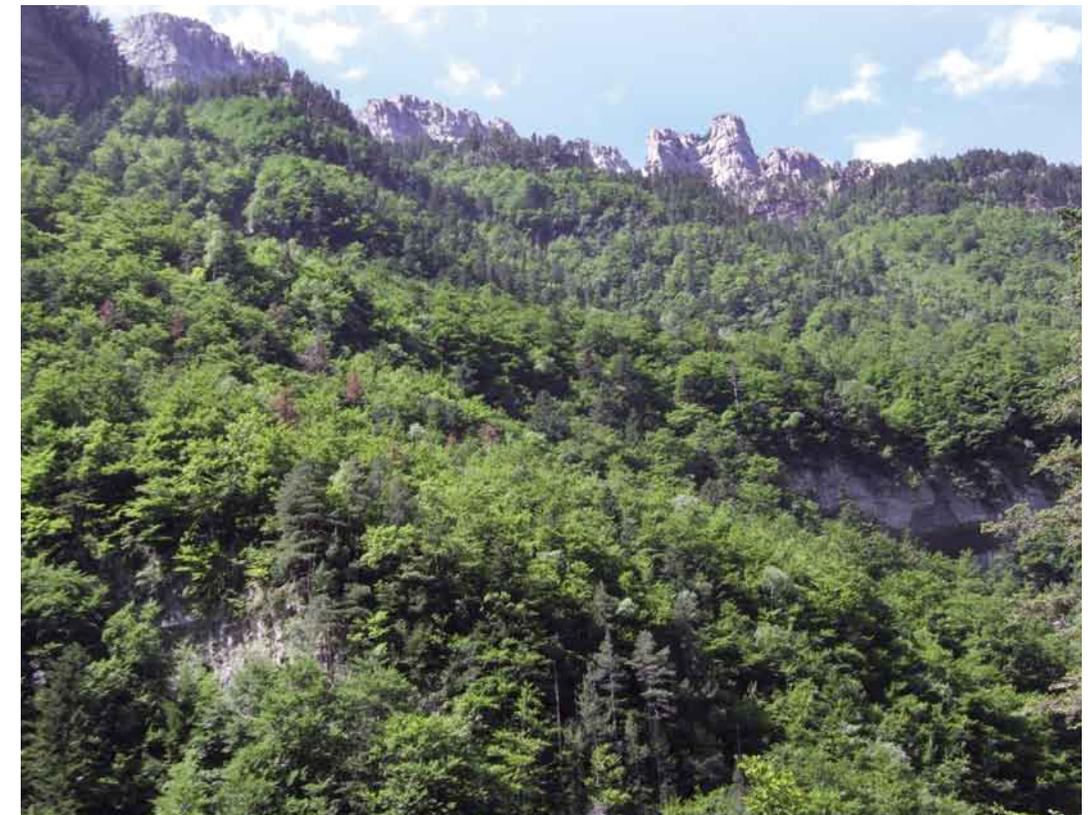
Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: údico. Régimen de temperatura: frígido.

Autores descripción: David Badía, Luis Marquina. Fecha: 07/08/08.

Clasificación tentativa:

IUSS (2007): Phaeozem háplico (calcárico, esquelético).

SSS (2008): Haploboroll údico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah (0–20 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 4/3) en seco y pardo (10YR 3/2) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (40% en volumen), calizas, de tamaño grava a bloques, de forma angular tabular y angular plano, sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franca. Estructura: Fuerte, granular, muy fina. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (8%). Actividad biológica: Micelios de hongos, pocos. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De muy finas a gruesas, abundantes. Test de campo: Nula reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, neto. Horizonte de diagnóstico: Epipedión mólico.

ABw (20–40 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en seco y marrón (10YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (50% en volumen), calizas, de tamaño grava a bloques, de forma angular tabular y angular plano, sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arenosa. Estructura: Fuerte, granular, mediana. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (3%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De muy finas a gruesas, abundantes. Test de campo: Nula reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, gradual. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cámbico.

Bw (40–90 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en seco y marrón (10YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (80% en volumen), calizas, de tamaño grava a bloques, de forma angular tabular y angular plana, sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arenosa. Estructura: Moderada, granular, fina. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca (2%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De muy finas a medianas, abundantes. Test de campo: Moderada reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, neto. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cámbico.

C1 (90–120 cm) Estado de humedad: Mojado. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 4,5/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (80% en volumen), calizas, de tamaño grava a bloques, de forma angular tabular y angular plana, sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arenosa. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, muy pocas. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, gradual.

C2 (120–150 cm) Estado de humedad: Mojado. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Amarillo parduzco (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (80% en volumen), calizas, de tamaño grava a bloques, de forma angular tabular y angular plana, sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arenosa. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, gradual.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah (0–20 cm)	7,2	6,4	0,00	4,80	8,27	0,308	15,6	5,12
ABw (20–40 cm)	7,7	7,0	0,00	1,22	2,10	0,118	10,3	3,44
Bw (40–90 cm)	8,0	7,4	17,10	0,96	1,66	0,103	9,3	3,50
C1 (90–120 cm)	8,1	7,6	18,79	0,84	1,45	0,094	8,9	2,78
C2 (120–150 cm)	8,2	7,8	44,91	0,52	0,90	0,055	9,4	1,92

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ah (0–20 cm)	29,0	4,22	0,09	0,16	33,4	27,4	100
ABw (20–40 cm)	24,1	2,11	0,07	0,06	26,3	14,5	100
Bw (40–90 cm)	23,5	1,71	0,09	0,04	25,3	13,3	100
C1 (90–120 cm)	20,5	1,01	0,13	0,03	21,6	13,1	100
C2 (120–150 cm)	19,8	0,78	0,25	0,03	20,9	12,5	100

Extracciones selectivas	Hierro (%)			Aluminio (%)			Al ox + 1/2Fe ox (%)
	DC	OxA	PNa	DC	OxA	PNa	
Horizontes (profundidad)							
Ah (0–20 cm)	1,36	0,25	0,29	0,16	0,10	0,13	0,228
ABw (20–40 cm)	1,57	0,22	0,28	0,19	0,10	0,09	0,208
Bw (40–90 cm)	1,18	0,28	0,29	0,14	0,13	0,12	0,268
C1 (90–120 cm)	0,99	0,18	0,07	0,08	0,06	0,04	0,153
C2 (120–150 cm)	0,75	0,16	0,05	0,04	0,05	0,03	0,128

Propiedades físicas							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah (0-20 cm)	12,1	61,6	2,3	7,0	17,0	Franco-arenosa	66,8
ABw (20-40 cm)	11,9	63,3	4,7	9,6	10,4	Franco-arenosa	68,3
Bw (40-90 cm)	11,9	62,0	6,8	12,0	7,3	Franco-Arenosa	76,6
C1 (90-120 cm)	16,9	63,0	8,0	8,4	3,7	Arenosa-franca	77,3
C2 (120-150 cm)	38,7	38,4	10,1	9,8	3,0	Arenosa-franca	80,4

PERFIL LA CUEVA (ORDESA SUR)

Situación: Esbarre a La Cueva. Término municipal de Torla. Comarca de Sobrarbe.

Coordenadas UTM: 30 T 743000-4725000. Mapa Alpina. Vignemale-Ordesa. E. 1 : 30000.

Altitud: 1420 msnm.

Geomorfología: Morrena de fondo. Pendiente 40% sur.

Material original: *Tills*.

Uso del suelo y vegetación: Hayedo con boj.

Profundidad efectiva: > 200 cm.

Erosión: Arroyada difusa, ligera.

Pedregosidad superficial: Extremadamente pedregoso (80% de gravas a grandes bloques). Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Muy bajo.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: údico. Régimen de temperatura: méxico.

Autores descripción: David Badía, Luis Marquina. Fecha: 07/08/08.

Clasificación tentativa:

IUSS (2007): Phaeozem réndzico (esquelético).

SSS (2008): Haploboroll údico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah1
(0–20 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 4/1,5) en seco y pardo grisáceo (10YR 3/1) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (40% en volumen), calizas con ocasionales cuarcitas, predominantemente de tamaño grava fina a gruesa, de forma angular esferoidal (pocas), angular tabular y angular plana, con orientación plana u oblicua, distribución regular. Textura al tacto: Franca. Estructura: Fuerte, granular, fina. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (8%). Actividad biológica: Micelios de hongos, pocos. Actividad antrópica: Carbón, poco. Raíces: De muy finas a gruesas, abundantes. Test de campo: Baja reacción de la matriz al HCl (no visible pero audible). Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, neto. Horizonte de diagnóstico: Epipedión mólico.

Ah2
(20–40/50 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 5/3) en seco y pardo (10YR 3/2) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (40% en volumen), calizas con ocasionales cuarcitas, predominantemente de tamaño grava fina a gruesa, de forma angular esferoidal (pocas), angular tabular y angular plana, con orientación plana u oblicua, distribución regular. Textura al tacto: Franca. Estructura: Fuerte, granular, mediana. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante (8%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De muy finas a gruesas, abundantes. Test de campo: Baja reacción de la matriz al HCl (no visible pero audible). Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Ondulado, gradual. Horizonte de diagnóstico: Epipedión mólico.

Bw1
(40–70 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 4/3) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (80% en volumen), calizas con ocasionales cuarcitas, de tamaño grava a bloques, de forma angular tabular, con orientación plana u oblicua, distribución irregular (en planos o lentejones). Textura al tacto: Franco-limosa. Estructura: Moderada, granular, gruesa. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca (2%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De muy finas a gruesas, frecuentes. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, neto. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cámbico.

Bw2
(70–115 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 4/3) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (80% en volumen), calizas con ocasionales cuarcitas, de tamaño grava a bloques, de forma angular tabular, con orientación plana u oblicua, distribución irregular (en planos o lentejones). Textura al tacto: Franco-limosa. Estructura: Débil, en bloques subangulares, finos. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, frecuentes. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, gradual. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cámbico.

C1
(115–150 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 6/2) en seco y en húmedo (10YR 5/2). Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (70% en volumen), calizas, fundamentalmente de tamaño grava a cantos, de forma subangular (esferoidal, tabular) y angular (esferoidal, tabular), sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-limosa. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Finas y muy finas, pocas. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Poco cemento geopetal muy fino (1 mm). Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, gradual.

C2
(150–200 cm) Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6,5/2) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5,5/2) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (60% en volumen), calizas y dolomías, fundamentalmente de tamaño grava a cantos, de forma subangular (esferoidal, tabular) y angular (esferoidal, tabular), sin orientación definida, distribución regular. Textura al tacto: Franco-arenosa. Estructura: Sin estructura. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Poco cemento geopetal fino (2 mm). Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, gradual.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxi (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah1 (0–20 cm)	7,8	7,1	3,7	4,92	8,48	0,333	14,7	6,0
Ah2 (20–40 cm)	7,9	7,2	6,0	3,36	5,80	0,272	12,4	5,8
Bw1 (40–70 cm)	8,1	7,5	51,2	1,32	2,28	0,105	12,5	5,3
Bw2 (70–115 cm)	8,1	7,5	53,8	1,12	1,93	0,090	12,4	4,9
C1 (115–150 cm)	8,3	7,9	72,1	0,72	1,24	0,073	9,9	3,4
C2 (150–200 cm)	8,4	8,0	69,0	0,48	0,83	0,049	9,8	1,7

Complejo de cambio (AcNH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ah1 (0–20 cm)	49,1	3,27	0,11	0,16	52,7	25,3	100
Ah2 (20–40 cm)	32,2	4,53	0,12	0,09	36,9	24,6	100
Bw1 (40–70 cm)	21,0	1,95	0,09	0,04	23,1	16,8	100
Bw2 (70–115 cm)	22,7	1,79	0,12	0,06	24,6	15,5	100
C1 (115–150 cm)	23,7	0,60	0,11	0,03	24,4	11,2	100
C2 (150–200 cm)	17,4	0,44	0,09	0,03	18,0	9,9	100

Extracciones selectivas	Hierro (%)			Aluminio (%)			Al ox + 1/2Fe ox (%)
	DC	OxA	PNa	DC	OxA	PNa	
Ah1 (0-20 cm)	1,350	0,257	0,203	0,192	0,158	0,114	0,286
Ah2 (20-40 cm)	1,306	0,302	0,233	0,173	0,183	0,120	0,333
Bw1 (40-70 cm)	0,678	0,131	0,095	0,064	0,075	0,070	0,140
Bw2 (70-115 cm)	0,640	0,131	0,063	0,051	0,065	0,060	0,130
C1 (115-150 cm)	0,410	0,056	0,017	0,029	0,023	0,023	0,051
C2 (150-200 cm)	0,435	0,056	0,022	0,029	0,022	0,022	0,050

Granulometría							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah1 (0-20 cm)	19,5	37,3	8,2	21,2	13,8	Franco-arenosa	63,9
Ah2 (20-40 cm)	15,0	37,1	5,4	38,7	3,9	Franco-arenosa	74,4
Bw1 (40-70 cm)	18,5	38,3	9,4	30,4	3,5	Franco-arenosa	78,9
Bw2 (70-115 cm)	12,9	39,1	11,1	35,2	1,8	Franco-arenosa	67,5
C1 (115-150 cm)	42,2	25,4	13,9	15,8	2,7	Franco-arenosa	80,1
C2 (150-200 cm)	43,1	20,4	14,1	19,8	2,6	Franco-arenosa	80,6

ITINERARIO EDÁFICO POR EL SOMONTANO DE BARBASTRO

Se propone un recorrido circular que partiendo de Huesca se dirige a Barbastro, ciudad que sobrepasaremos momentáneamente para acceder al anticlinal eocénico de núcleo yesífero. En este anticlinal, de suavizadas cumbres, nos sorprenden los suelos yesíferos cubiertos por viñedos en lineal geometría (Las Almunietas: Torre La Piedra, Torre Fierro...). La disposición y naturaleza de la litología, con delgadas capas alternantes de lutitas y margas yesíferas, con más o menos bolos alabastriños, en ocasiones cubiertas por depósitos cuaternarios detríticos, genera una cierta diversidad de suelos yesíferos. De regreso hacia el norte, siguiendo el curso del río Vero, alcanzamos el piedemonte, traducción literal de *somontano*. En este entorno se observan diversos glaciares (*sasos* o *coronas*); dispuestos a distintos niveles o alturas, y por tanto de distinta edad, los suelos muestran una evolución diferente. Así, en el joven glaciar de Salas Altas, al pie de la sierra de Salinas, los suelos están muy poco desarrollados; en Salas Bajas los suelos ya adquieren cierto desarrollo, mientras que al pie de la sierra de Guara, en el saso de Adahuesca, los suelos son más viejos, encostrados, e incluso descarbonatados, rojos en superficie. Seguimos ascendiendo para llegar a Alquézar, excepcional ciudad medieval situada en la entrada del Parque

Natural de la Sierra y Cañones de Guara; allí los conglomerados oligocénicos dan paso a las impresionantes calizas eocénicas de la formación Guara. Con fuertes pendientes, solo entre las grietas de las calizas karstificadas encuentran refugio los suelos esqueléticos.

Desnivel: 330 m desde Barbastro (330 m) a Alquézar (660 m)

Distancia recorrida: 157 km, ida y vuelta.

DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO

De Huesca nos dirigimos al este, hacia Barbastro, por la N-240. De esta forma dejaremos atrás la cuenca del Flumen-Isuela para atravesar de oeste a este las del Guatazalema (km 15,3) y del Alcanadre (km 30) y acceder a la del río Vero. La red fluvial ha ido quedando encajada entre los materiales detríticos terciarios, como podrá comprobar el viajero con los sucesivos descensos y ascensos de altitud. El encajamiento sobre los materiales blandos, especialmente margas, ha ido dejando terrazas y glaciares. Al norte nos acompañará prácticamente durante todo el recorrido el macizo calcáreo de la sierra de Guara, representante para esta zona de las Sierras Exteriores pirenaicas. La disposición transversal de esta potente alineación estructural caliza respecto a la red fluvial genera un impresionante modelado fluviokarstico (cañones, surgencias, galerías, poljes y dolinas).

La mayor parte del recorrido transcurre entre campos cerealistas, salpicados por almendros, olivo y vid. Entre estos campos distinguiremos algunas carrascas con coscojas, enebros y sabinas, componentes del bosque climácico del somontano. Son numerosas las poblaciones que se atraviesan o se quedan en las proximidades de nuestra ruta: Siétamo (km 13), Velillas (km 20,5), Angüés (km 25,5), Lascellas (km 32,7), Ponzano (km 35,3) y Barbuñales (km 36,3), localidad natal del naturalista Félix de Azara (siglo XVIII). En días despejados, ya desde Angüés podemos disfrutar de las vistas del Pirineo. A la altura de Peraltila (km 39,5) observaremos un cambio en el relieve, pues nos acercamos al anticlinal eocénico de Barbastro (fm. Barbastro-Balaguer). Nos llamarán la atención unos potentes y subverticales estratos de areniscas oligocénicas (fm. Peraltila) que disfrutaremos si disponemos de tiempo para desviarnos hacia Abiego por Azlor y Azara (Lomas de Peraltila, Punto de Interés Geológico). También, como antesala de los Yesos de Barbastro, es remarcable el relieve generado por las calizas de El Pueyo (km 47), excelente mirador sobre el somontano.

Sobre los Yesos de Barbastro fijaremos nuestra primera parada, pues, tras dejar la ciudad de Barbastro (km 52), ascendemos a la cumbre del anticlinal de núcleo yesífero (km 58,5), de unos 400 metros de altitud. Los yesos se alternan con margas de diversos colores en estratos de poco es-

pesor, blandos y replegados, con intercalaciones de bolos alabastrinos de grandes dimensiones y dureza. Las cumbres del anticlinal aparecen suavizadas y ocasionalmente recubiertas por delgados depósitos del Cuaternario antiguo.

Los Yesos de Barbastro son catalogados como LIC por albergar vegetación gipsófila endémica de la Península Ibérica o ibero-magrebí. A la altura de la partida de Las Almunietas tomaremos un desvío a la derecha por la carretera local a Selgua, donde observaremos los viñedos en armoniosa geometría y algunas bodegas vitivinícolas de nuevo cuño. Los suelos que se desarrollan en los Yesos de Barbastro, los Gipsisoles, son rarezas en el resto de Europa. Se propone observar en Torre La Piedra suelos formados sobre margas yesíferas dispuestas en estratos totalmente verticales (Gipsisoles háplicos que evolucionan a Gipsisoles hipergípsicos). En Torre Fierro una delgada cubierta detrítica cuaternaria se encuentra sobre grandes bolos alabastrinos, lo que permite el desarrollo de Gipsisoles cálcicos. Esta visita por Las Almunietas nos supondrá unos 5 km más, antes de regresar a la N-240 y retomar nuestra ruta principal. Volveremos sobre nuestros pasos para, una vez sobrepasada la ciudad de Barbastro, alcanzar el desvío por la A-1232 a Salas y Alquézar (km 70,7). Cruzaremos el río Vero (km 71,6) y nos desviamos a la derecha hacia Salas Altas y Salas Bajas (km 74,6), frente a diversas bodegas tradicionales de la

zona; en ese momento dejaremos el eje del Vero transitando por el barranco del Ariño (A-2208), y el cruce del canal del Cinca (km 78,6) nos conducirá, desviándonos a la izquierda, a la observación de Calcisoles sobre glacis (Cabañera, a unos 500 m). Merece la pena pasar por Salas Bajas, también con importante Bodega vitivinícola, y acceder, por Salas Altas, a la ermita de la Candelera, situada en la sierra de Salinas. La visita a esta ermita, que puede suponernos unos 10 km más de recorrido, nos permite situarnos en una atalaya (631 m) desde la que admirar el somontano, con su llamativo mosaico de campos de cereales, almendros, olivos y viñas. De vuelta a Salas Bajas (km 89), seguimos hasta el cruce que dejamos anteriormente para continuar ahora por el cauce del Vero (A-1232) en dirección norte. Dejamos atrás varias poblaciones (Castillazuelo, km 95,6; Pozán de Vero, km 98,7, y Huerta de Vero, km 103,7) hasta llegar a Alquézar (km 112). Nos encontramos en la zona periférica de protección del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara. Declarado como tal en 1990, este Parque Natural posee una belleza singular generada por la erosión fluvial, capaz de labrar un espectacular relieve kárstico (este Espacio Natural Protegido incluye LIC, ZEPa, PIG y

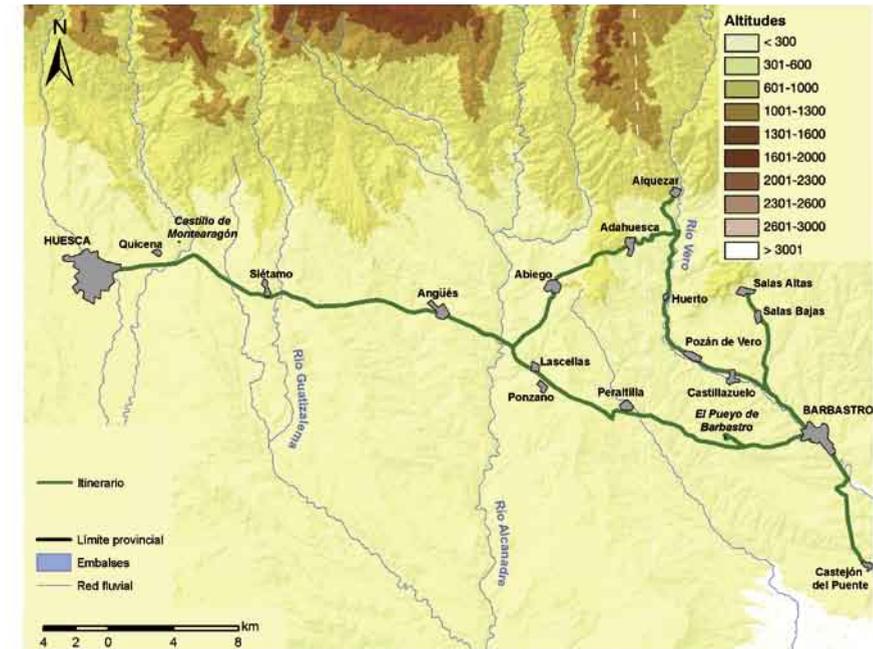
PIF). La llegada a la villa medieval de Alquézar, situada a 660 m de altitud, en la falda meridional de la sierra de Sevil, supone dar un salto de la cuenca terciaria del valle del Ebro a las Sierras Exteriores. En este entorno, los conglomerados oligocénicos dan paso a las impresionantes calizas eocénicas de la formación Guara. Con fuertes pendientes, solo entre las grietas de las calizas karstificadas encuentran refugio suelos esqueléticos (Leptosoles háplicos, calcáricos, esqueléticos). Los observaremos en los alrededores del propio *parking* de Alquézar, así como en el camino a San Gregorio. Desde este punto hay una magnífica vista sobre el recinto urbano, dispuesto escalonadamente a los pies de la colegiata, protegida no solo por su recinto amurallado, sino por el acantilado rocoso y cañón del río Vero. Tras esta visita volvemos sobre nuestros pasos y nos dirigimos a Adahuesca (km 120,6) para, en dirección Abiego, hacer nuestra última parada en un viejo glacis, junto a la cabañera Broto-Mequinzenza. La vieja superficie conserva perfiles evolucionados, con árgicos no carbonatados sobre compactos mallacanes o petrocálcicos (Luvisol pétrico). Será la última parada edafológica antes de acceder de nuevo a la N-240 (km 129) y regresar a Huesca (km 157).

Los factores formadores de suelos en el somontano de Barbastro

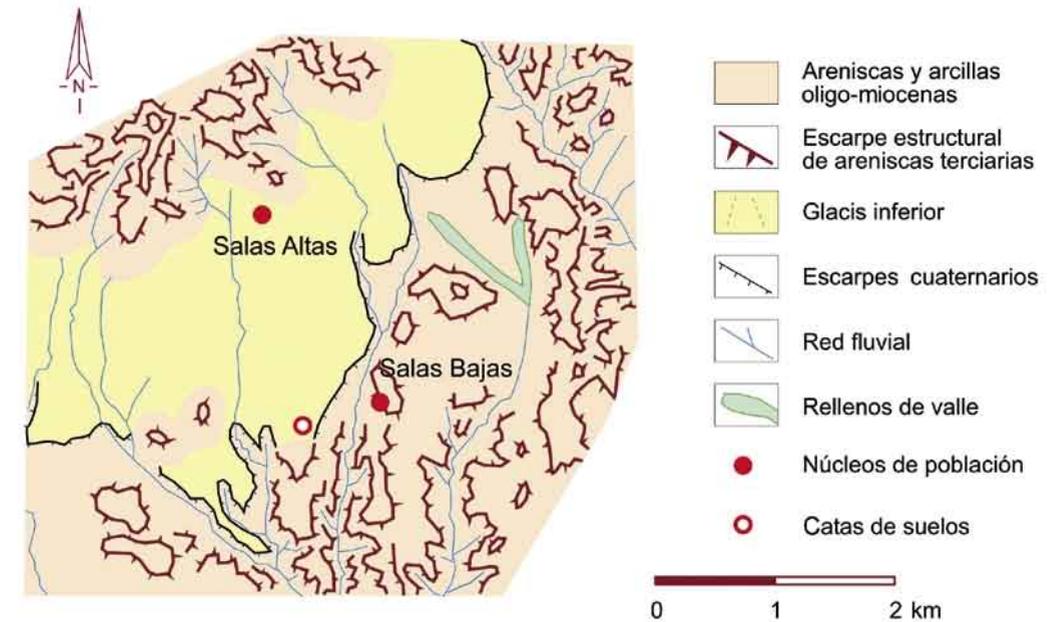
Entre los **materiales parentales** sobre los que se desarrollan los suelos de este itinerario destacan los Yesos de Barbastro, del Eoceno medio, donde alternan margas yesíferas con areniscas en estratos delgados y replegados que ocasionalmente incluyen grandes bolos alabastrinos. Un material parental también frecuente en el Somontano son los depósitos detríticos cuaternarios. Dada la escasa pendiente de los glacis y su similar composición, es la edad de los mismos lo que condiciona el desarrollo de los suelos. Así, entre Salas Altas y Salas Bajas, al pie de la sierra de Salinas, sobre un joven glacis se observan Calcisoles háplicos, mientras que sobre glacis más viejos, como el del saso de Adahuesca, se conservan Luvisoles pétricos. Ya en el tránsito del llano a la sierra de Guara observaremos los conglomerados del Oligoceno y las calizas eocenas sobre las que se asientan Alquézar y sus suelos esqueléticos.

La **vegetación** forestal se ve dominada por el carrascal o encinar continental, que da paso a cotas más altas al quejigar, bosque de transición entre la vegetación mediterránea del llano y la eurosiberiana del Pirineo. En los Yesos de Barbastro se encuentra vegetación gipsófila como el asnallo (*Ononis tridentata*) y la jara de escamillas (*Helianthemum squamatum*), ambos endemismos iberomagrebis, y la albada (*Gypsophila hispanica*), endemismo ibérico. El sector meridional del territorio somontanes ha sido profundamente transformado, y el uso del suelo es fundamentalmente agrícola (cebada, olivo, almendros, viñedo).

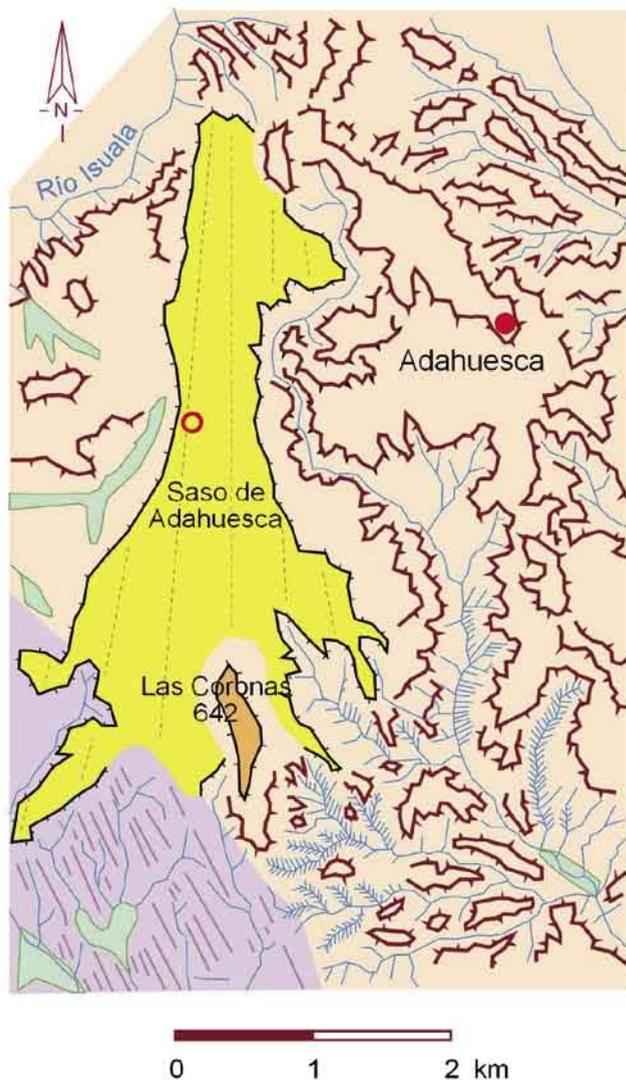
Respecto al **clima**, en Barbastro, situado a unos 350 m de altitud, la temperatura media atmosférica anual es de 15 °C (régimen de temperatura térmico), con una precipitación media de 500 mm y un régimen de humedad xérico. Ascendiendo hacia el norte, la temperatura desciende unos 0,5 °C por cada 100 m de altitud, mientras que la precipitación se incrementa proporcionalmente con la altura (así, en Abiego, sobre los 550 m de altitud, la precipitación es ya de 670 mm y la temperatura media es de 13,9 °C, o régimen méxico).



Recorrido edáfico por el Somontano de Barbastro.

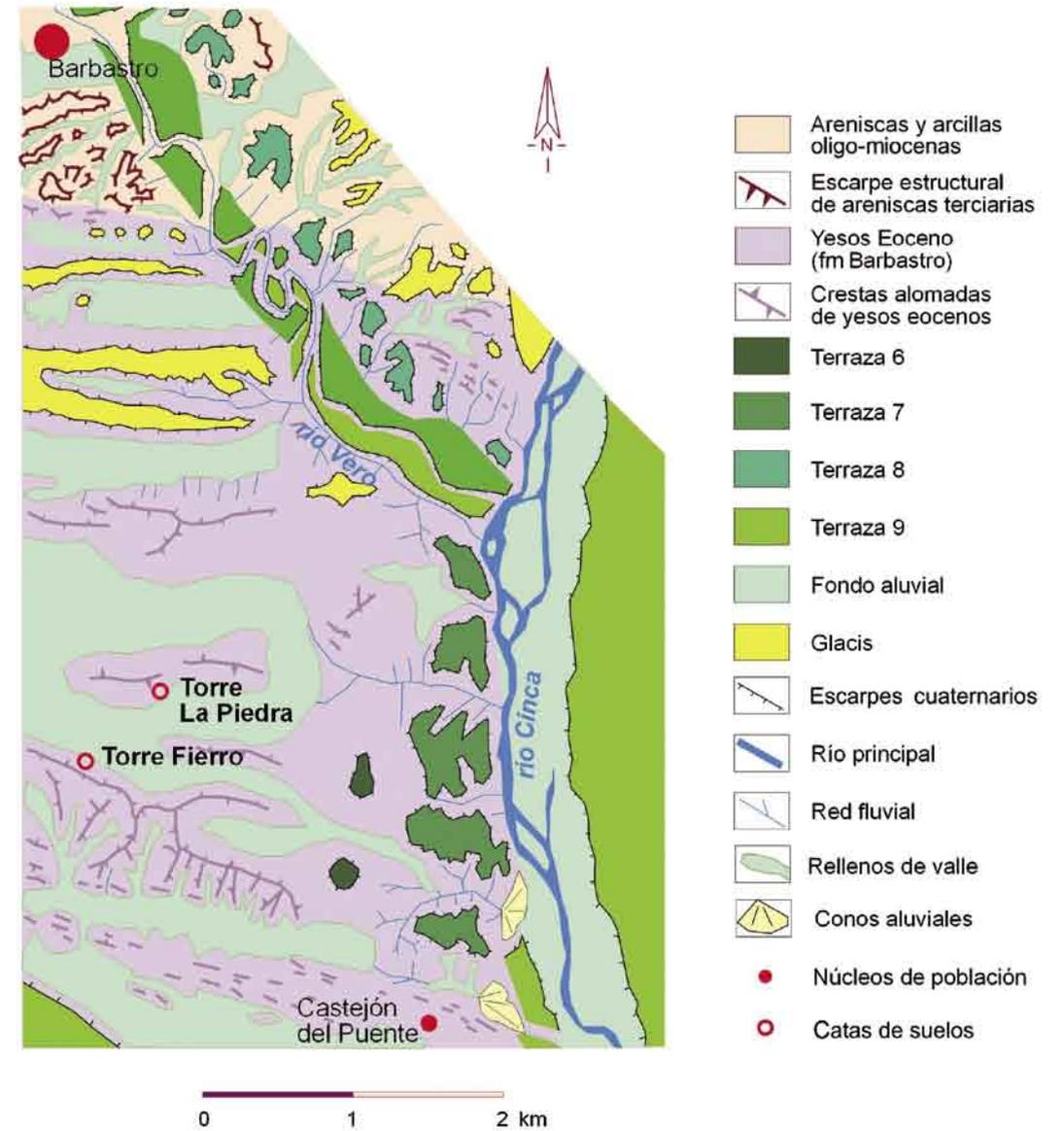


Mapa geomorfológico del entorno de Salas Bajas.



- Areniscas y arcillas oligo-miocenas
- Escarpe estructural de areniscas terciarias
- Yesos Eoceno (fm Barbastro)
- Crestas alomadas de yesos eocenos
- Glacis superior
- Glacis medio
- Escarpes cuaternarios
- Red fluvial
- Cárcavas
- Rellenos de valle
- Núcleos de población
- Catas de suelos

Mapa geomorfológico del entorno de Adahuesca.



- Areniscas y arcillas oligo-miocenas
- Escarpe estructural de areniscas terciarias
- Yesos Eoceno (fm Barbastro)
- Crestas alomadas de yesos eocenos
- Terraza 6
- Terraza 7
- Terraza 8
- Terraza 9
- Fondo aluvial
- Glacis
- Escarpes cuaternarios
- Río principal
- Red fluvial
- Rellenos de valle
- Conos aluviales
- Núcleos de población
- Catas de suelos

Mapa geomorfológico del entorno de Barbastro.

PERFIL TORRE LA PIEDRA

Situación: Torre La Piedra (Las Almunietas). Término municipal de Barbaastro. Comarca del Somontano.

Coordenadas UTM: 31 T 262975-4652688. Mapa 325. Peralta de Alcofea. E. 1 : 50.000.

Altitud: 395 msnm.

Geomorfología: Ladera rectilínea, tercio culminal. Orientación este. 1% pendiente. Dinámica de la forma: erosión laminar, leve.

Material original: Margas yesíferas; mioceno.

Uso del suelo y vegetación: Girasol (con almedros) en secano rodado por viñedo con riego localizado.

Profundidad efectiva: > 2 m.

Pedregosidad superficial: Moderadamente pedregoso (8% gravas). Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Alta.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

Autores descripción: José Antonio Cuchi, David Badía. **Fecha:** 15/09/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Gipsisol hipergípsico.

STS (SSS, 2006): Haploxerept gípsico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap1 (0-10 cm) Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/3) en húmedo. Elementos gruesos: Pocos (5% v/v), de grava media a gruesa, redondeado-esferoidales, de naturaleza yesosa. Compacidad: Moderadamente compacto. Estructura: Débilmente desarrollada, en bloques subangulares, medianos. Acumulaciones: Pocas, de yeso asociadas a las caras de los agregados. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Materia orgánica: Abundante. Raíces: Muy pocas, finas, muertas por fin de ciclo. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl, y positiva al Cl₂Ba. Grietas: No hay, por laboreo superficial. Límite inferior: Neto, plano.

Ap2 (10-30 cm) Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/3) en húmedo. Elementos gruesos: Pocos (5% v/v), de grava media a gruesa, redondeado-esferoidales, de naturaleza yesosa. Compacidad: Horizonte muy compacto. Estructura: Débilmente desarrollada en bloques subangulares, gruesos. Acumulaciones: De yeso, escasas y asociadas a las caras de los agregados. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Materia orgánica: Abundante; humus mull. Raíces: Muy pocas, finas, muertas por fin de ciclo. Actividad antrópica: Rastrojo enterrado. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl, y positiva al Cl₂Ba. Grietas: Medias (1-2 cm), próximas (0,2 a 0,5 m), profundas (20 cm). Límite inferior: Abrupto por laboreo, ondulado.

By (30-60 cm) Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Gris claro (10YR 8/2) en seco y amarillo claro (2,5Y 7/3) en húmedo. Elementos gruesos: Muy pocos (2% v/v), de forma angular tabular, grava fina, cristales de yeso. Compacidad: Horizonte moderadamente compacto. Estructura: Débilmente desarrollada, en bloques subangulares. Acumulaciones: De yeso, en forma de pseudomicelios, muy abundantes y distribuidas por todo el horizonte. Textura al tacto: Limosa. Materia orgánica: Escasa. Test de campo: Reacción de la matriz al HCl, media, y positiva al Cl₂Ba. Límite inferior: Abrupto, ondulado. Horizonte de diagnóstico: Endopedión (hiper)gípsico.

Cy1 (60-100 cm) Capa de calcilitita gris, de orientación vertical, con acumulación secundaria de yeso. Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Claramente diferenciado para cada calcilitita; calcilitita gris: color gris claro (5Y 8/1) en seco y verde oliva grisáceo (5Y 6/2) en húmedo. Elementos gruesos: Pocos (5% v/v), angular tabular, grava fina, cristales de yeso. Compacidad: Muy compacto. Estructura: Apedial, heredada del material original. Acumulaciones: Muy abundantes, de yeso en forma de pseudomicelios, asociados al contacto entre lutitas. Textura al tacto: Arcillosa. Test de campo: Reacción de la matriz al HCl, media, y positiva al Cl₂Ba. Límite inferior: Difuso pero abrupto entre capas de calcilititas. Horizonte de diagnóstico: Endopedión gípsico.

Cy2 (100-160 cm) Capas de calcilitita rojiza, de orientación vertical, con acumulación secundaria de yeso. Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Claramente diferenciado para cada calcilitita; calcilitita rojiza: marrón grisáceo (7,5 YR 5/2) en seco y en húmedo (7,5YR 4/2). Elementos gruesos: Pocos (5% v/v), angular tabular, grava fina, cristales de yeso. Compacidad: Muy compacto. Estructura: Apedial, heredada del material original. Acumulaciones: Abundantes, de yeso en forma de pseudomicelios, asociados al contacto entre lutitas. Textura al tacto: Arcillosa. Test de campo: Reacción de la matriz al HCl, media, y positiva al Cl₂Ba. Límite inferior: Difuso pero abrupto entre capas de calcilititas. Horizonte de diagnóstico: Endopedión gípsico.

Datos analíticos

Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	Yeso (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N
Ap1 (0-10 cm)	7,7	7,0	27,3	2,1	1,75	3,02	0,159	11,0
Ap2 (10-30 cm)	7,8	7,2	26,5	5,6	1,63	2,81	0,138	11,8
By (30-60 cm)	8,1	7,6	8,0	61,4	0,57	0,98	0,057	10,0
Cy1 (60-100 cm)	7,9	7,3	24,7	26,6	0,45	0,77	0,051	8,8
Cy2 (100-160 cm)	7,7	7,1	25,5	11,4	0,34	0,58	0,041	8,3

Extracto de pasta saturada: salinidad y cationes

Horizontes (profundidad)	CEs (dS m ⁻¹)	pH (pasta)	Ca ²⁺ (mmol(+)L ⁻¹)	Mg ²⁺ (mmol(+)L ⁻¹)	Na ⁺ (mmol(+)L ⁻¹)	SAR (mmol L ⁻¹) ^{-1/2}
Ap1 (0-10 cm)	2,14	7,6	30,7	2,1	1,4	0,3
Ap2 (10-30 cm)	2,30	7,8	29,1	2,2	1,2	0,3
By (30-60 cm)	4,13	8,1	28,0	55,2	32,2	5,0
Cy1 (60-100 cm)	2,41	7,8	28,0	27,1	17,0	3,2
Cy2 (100-160 cm)	2,74	7,7	26,9	46,1	13,5	2,2

Extracto de pasta saturada: aniones

Horizontes (profundidad)	SO ₄ ²⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	Cl ⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	P-Olsen (mg Kg ⁻¹)
Ap1 (0-10 cm)	26,3	1,8	26,5	1,3	8,3
Ap2 (10-30 cm)	37,1	2,1	26,5	1,7	3,4
By (30-60 cm)	127,8	18,2	6,6	3,2	0,9
Cy1 (60-100 cm)	91,0	7,2	19,9	0,8	0,8
Cy2 (100-160 cm)	29,4	6,4	19,8	0,7	2,5

Complejo de cambio (AcONH₄)

Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ap1 (0-10 cm)	120,4	1,51	0,17	1,10	123,2	34,4	100
Ap2 (10-30 cm)	162,7	1,75	0,26	0,67	165,4	32,1	100
By (30-60 cm)	198,4	12,32	2,98	0,15	213,8	22,3	100
Cy1 (60-100 cm)	128,7	12,07	2,57	0,34	143,6	20,2	100
Cy2 (100-160 cm)	110,8	17,10	2,32	0,49	130,7	18,8	100

Análisis granulométrico

Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap1 (0-10 cm)	0,8	7,8	10,1	38,4	43,0	Arcillo-limosa	5,6
Ap2 (10-30 cm)	0,8	6,2	11,9	39,1	42,0	Arcillo-limosa	5,2
By (30-60 cm)	7,7	34,7	5,4	38,1	14,1	Franca	4,1
Cy1 (60-100 cm)	6,1	8,8	3,2	74,5	7,4	Franco-limosa	6,2
Cy2 (100-160 cm)	4,3	2,1	5,1	70,5	6,0	Franco-limosa	7,0

PERFIL TORRE FIERRO

Situación: Torre Fierro (Las Almuietas). Término municipal de Barbastro. Comarca del Somontano.

Coordenadas UTM: 31 T 261400-4652225. Mapa 325. Peralta de Alcofea. E. 1 : 50000.

Altitud: 405 msnm.

Geomorfología: Ladera rectilínea. Orientación noreste. 4% pendiente. Dinámica de la forma: erosión laminar, leve.

Material original: Yeso mioceno.

Uso del suelo y vegetación: Viñedo con riego localizado.

Profundidad efectiva: 120 cm (bolos a irregular profundidad).

Pedregosidad superficial: Moderadamente pedregoso (6% gravas). Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Alta.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

Autor descripción: David Badía. Fecha: 15/09/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Gipsisol cálcico.

STS (SSS, 2008): Calcixerept típico (gipsico).



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap (0-30 cm)
Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10 YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 4/3) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Pocos (5% v/v), de grava media, redondeado-esferoidales, sin orientación definida. Acumulaciones: Inexistentes. Textura al tacto: Franca. Estructura: Moderada, en bloques subangulares gruesos. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Abundante (2-10%), integrada con la materia mineral. Actividad de la fauna: Muy abundante (> 20%), constituida por coprolitos y hormigueros hipógeos. Actividad antrópica: Laboreo superficial. Raíces: Condicionadas por la compacidad del horizonte, distribuidas preferentemente por caras de agregados, de muy finas a medianas, abundantes, vivas (vid) y muertas por fin de ciclo (flora arvense). Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl, y baja al Cl₂Ba. Límite inferior: Abrupto y plano.

ABk (30-50 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en seco y marrón (10YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Pocos (5% v/v), de grava media, redondeado-esferoidales, sin orientación definida. Textura al tacto: Franca. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, gruesos. Compacidad: Muy compacto. Materia orgánica: Poca (1-2%), integrada con la materia mineral. Actividad de la fauna: Abundante (5-20%), constituida por hormigueros hipógeos y en forma de galerías de lombrices rellenas. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Condicionadas por la compacidad del horizonte, distribuidas preferentemente por caras de agregados, de muy finas a medianas, abundantes, vivas y muertas por fin de ciclo (flora arvense); las que llegan a contactar con el horizonte inferior adoptan orientación horizontal. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl, y baja al Cl₂Ba. Acumulaciones: De carbonato cálcico en forma de nódulos, pocos, finos; pseudomicelios, pocos. Límite inferior: Muy abrupto, ondulado, con incisiones en el horizonte inferior generadas por laboreo y con profundidad variable lateralmente (40-60 cm). Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Bwkc (50-90 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Amarillo claro (2,5Y 7/4) en seco y amarillo pálido (2,5Y 5,5/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: No hay. Acumulaciones: Nódulos de carbonato cálcico, frecuentes. Textura al tacto: Limosa. Estructura: Moderada, en bloques subangulares, gruesos. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Muy poca (0,2-1%). Actividad de la fauna: Abundante, en forma de galerías de lombrices rellenas. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De aspecto normal, finas, muy pocas, muertas. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl, y baja al Cl₂Ba. Acumulaciones: Nódulos abundantes, finos, de carbonato cálcico. Límite inferior: Abrupto, ondulado. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Cy (90-120 cm)
Estado de humedad: Húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Amarillo pálido (2,5Y 6/4) en seco y amarillo claro (2,5Y 7/3) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Horizonte que se intercala entre bloques de yeso alabastrino (60% v/v), más abundantes en profundidad. Textura: Franco-arenosa. Estructura: Muy fuerte, en bloques subangulares. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Inapreciable (< 0,2%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: No hay. Test de campo: Moderada reacción de la matriz al HCl, y alta al Cl₂Ba. Acumulaciones: Abundantes, de yeso farináceo y lenticular. Límite inferior: Irregular, contacto lítico con bolos de yeso alabastrino (capa R). Horizonte de diagnóstico: Endopedión gipsico.

R (> 120 cm)
Bolos de yeso alabastrino.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	Yeso (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N
Ap (0-30 cm)	7,8	7,2	16,3	trazas	2,56	4,41	0,249	10,3
ABk (30-50 cm)	7,9	7,3	24,6	trazas	1,43	2,46	0,117	12,2
Bwkc (50-90 cm)	8,0	7,3	31,1	trazas	0,82	1,41	0,087	9,4
Cy (90-120 cm)	7,7	7,2	3,4	47,9	0,36	0,62	0,040	9,0

Extracto de pasta saturada: salinidad y cationes						
Horizontes (profundidad)	CEes (dS m ⁻¹)	pH (pasta)	Ca ²⁺ (mmol(+)L ⁻¹)	Mg ²⁺ (mmol(+)L ⁻¹)	Na ⁺ (mmol(+)L ⁻¹)	SAR (mmol L ⁻¹) ^{-1/2}
Ap (0-30 cm)	1,70	7,6	25,8	3,4	4,8	1,3
ABk (30-50 cm)	2,40	7,7	23,6	2,9	3,5	1,0
Bwkc (50-90 cm)	2,66	7,7	39,5	3,4	4,4	0,9
Cy (90-120 cm)	2,00	7,7	32,5	2,4	4,8	1,1

Extracto de pasta saturada: aniones				
Horizontes (profundidad)	SO ₄ ²⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	Cl ⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mmol(+)L ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mmol(+)L ⁻¹)
Ap (0-30 cm)	25,4	5,1	13,3	8,5
ABk (30-50 cm)	14,9	8,1	13,3	9,3
Bwkc (50-90 cm)	33,3	4,5	26,5	15,8
Cy (90-120 cm)	42,9	3,5	2,0	5,9

P-Olsen (mg Kg ⁻¹)
38,0
5,7
2,0
0,3

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ap (0-30 cm)	54,8	2,15	0,63	4,24	61,8	29,7	100
ABk (30-50 cm)	58,8	1,13	0,29	0,67	60,8	25,8	100
Bwkc (50-90 cm)	199,5	1,25	0,51	0,19	201,4	24,2	100
Cy (90-120 cm)	201,6	1,10	0,40	0,10	203,2	23,1	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap (0-30 cm)	2,5	14,0	18,2	41,0	24,3	Franco-limosa	14,6
ABk (30-50 cm)	1,7	14,5	16,4	38,1	29,2	Franco-arcillo-limosa	7,2
Bwkc (50-90 cm)	4,4	3,7	4,2	68,7	19,0	Franco-limosa	< 1
Cy (90-120 cm)	15,5	22,4	2,2	45,1	14,9	Franca	< 1

PERFIL CABAÑERA – SALAS BAJAS

Situación: Cabañera. Camino de Salas Bajas a Barbastro. Término municipal de Salas Bajas. Comarca del Somontano.

Coordenadas UTM: 31 T 259034-4664184. Mapa IGN 287-II. Salas Altas. E. 1 : 25000.

Altitud: 450 msnm.

Geomorfología: Glacis. Orientación sur. 2% pendiente. Erosión laminar, leve.

Material original: Depósito detrítico fino sobre margas miocenas (salagón).

Uso del suelo y vegetación: Olivar y viñedo.

Profundidad efectiva: > 2 m.

Pedregosidad superficial: Poco pedregoso (5% gravas).

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Alta.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

Autores descripción: David Badía. Fecha: 22/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Calcisol háplico.

STS (SSS, 2008): Calcixerept típico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap (0-40 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Marrón pálido (7,5YR 5/4) en seco y marrón (7,5YR 4/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Pocos (5% en volumen), nódulos y fragmentos de rizoconcreciones, de tamaño grava media a gruesa, de forma subangular esferoidal, sin orientación definida y distribución regular. **Textura al tacto:** Arcillosa. **Estructura:** Fuerte, en bloques subangulares, fina. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante (2%). **Actividad biológica:** Abundante, en forma de galerías de lombrices. **Actividad antrópica:** Restos de carbón, pocos. **Raíces:** De muy finas a medianas, frecuentes. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** plano, neto.

Bw (40-80 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Marrón pálido (7,5YR 5,5/4) en seco y marrón (7,5YR 4,5/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Pocos (5% en volumen), nódulos, de tamaño grava media, de forma subangular esferoidal, sin orientación definida y aumentando en profundidad. **Textura al tacto:** Arcillosa. **Estructura:** Fuerte, en bloques subangulares, mediana. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca (1%). **Actividad biológica:** Abundante, en forma de galerías de lombrices. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De finas a gruesas, frecuentes. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Pocos nódulos de carbonato cálcico, centimétricos. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** plano, neto. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cámbico.

Bkc (80-100 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Naranja pálido (7,5YR 6/4) en seco y naranja (7,5YR 6/6) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Muy abundantes (80% en volumen), rizoconcreciones, de tamaño grava a cantos, de forma subredondeada tabular y esferoidal, con orientación vertical y distribuidas en un plano, disminuyendo en profundidad. **Textura al tacto:** Franco-arcillosa. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:** Muy compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad biológica:** Poca, en forma de galerías de lombrices. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De finas a medianas, pocas. **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Muy abundantes rizoconcreciones de carbonato cálcico, decimétricas. **Cementaciones:** Matriz moderadamente cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** plano, neto. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.

Ck (100-140 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 7/4) en seco y amarillo parduzco (10YR 6/6) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (20% en volumen), rizoconcreciones, de tamaño grava, de forma subredondeada tabular y esferoidal, con orientación vertical y distribuidas en un plano en la parte superior del horizonte. **Textura al tacto:** Limosa. **Estructura:** Sin estructura. **Compacidad:** Muy compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad biológica:** Poca, en forma de galerías de lombrices. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** De finas a medianas, muy pocas. **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Pocas rizoconcreciones, de carbonato cálcico, centimétricas. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes. **Límite inferior:** plano, neto. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.

2C (> 140 cm)
Estado de humedad: Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 7/5) en seco y amarillo parduzco (10YR 6/6) en húmedo. **Manchas:** Litocromas, de gris a pardo rojizo. **Elementos gruesos:** Inexistentes. **Textura al tacto:** Limosa. **Estructura:** Apedial. **Compacidad:** Muy compacto. **Materia orgánica:** Muy poca (< 1%). **Actividad biológica:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** No hay. **Test de campo:** Alta reacción de la matriz al HCl. **Acumulaciones:** Inexistentes. **Cementaciones:** Matriz no cementada. **Revestimientos:** Inexistentes.



Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ap (0-40 cm)	8,2	7,5	15,61	1,54	2,65	0,164	9,4	49,3
Bw (40-80 cm)	8,0	7,3	14,27	0,90	1,55	0,106	8,5	8,2
Bkc (80-100 cm)	8,6	7,4	20,55	0,63	1,08	0,075	8,4	5,3
Ck (100-140 cm)	8,7	7,5	49,83	0,34	0,58	0,050	6,8	4,0
2C (140-200 cm)	8,4	7,4	33,75	0,46	0,79	0,069	6,7	2,3

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ap (0-40 cm)	39,7	1,32	0,46	4,30	45,7	24,5	100
Bw (40-80 cm)	30,0	1,29	0,24	7,66	39,2	25,3	100
Bkc (80-100 cm)	35,8	0,66	0,24	5,60	42,3	24,5	100
Ck (100-140 cm)	39,8	0,46	0,18	0,14	40,6	24,8	100
2C (140-200 cm)	44,6	3,51	0,22	0,12	48,5	23,2	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap (0-40 cm)	15,2	27,9	13,4	27,4	16,1	Franca	14,8
Bw (40-80 cm)	14,9	21,1	17,4	16,1	30,6	Franco-arcillosa	10,9
Bkc (80-100 cm)	17,1	23,9	14,0	17,3	27,8	Franco-arcillosa	79,3
Ck (100-140 cm)	12,9	21,8	12,6	24,9	27,8	Franco-arcillosa	26,2
2C (> 140 cm)	0,7	8,2	2,1	67,7	21,3	Franco-limosa	Inap.

PERFIL ALQUÉZAR

Situación: Camino de la ermita de San Gregorio. Término municipal de Alquézar. Comarca del Somontano.

Coordenadas UTM: 30 T 254166-4673161. Mapa 249. Alquézar.

E. 1 : 50 000.

Altitud: 670 msnm.

Geomorfología: Ladera rectilínea. Orientación este. 60% pendiente.

Erosión laminar, severa.

Material original: Calizas.

Uso del suelo y vegetación: Carrascal con boj.

Profundidad efectiva: Entre 10 y 40 cm.

Pedregosidad superficial: Extremadamente pedregoso (40% gravas y cantos). Excesivamente rocoso (40%).

Drenaje: Rápido.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

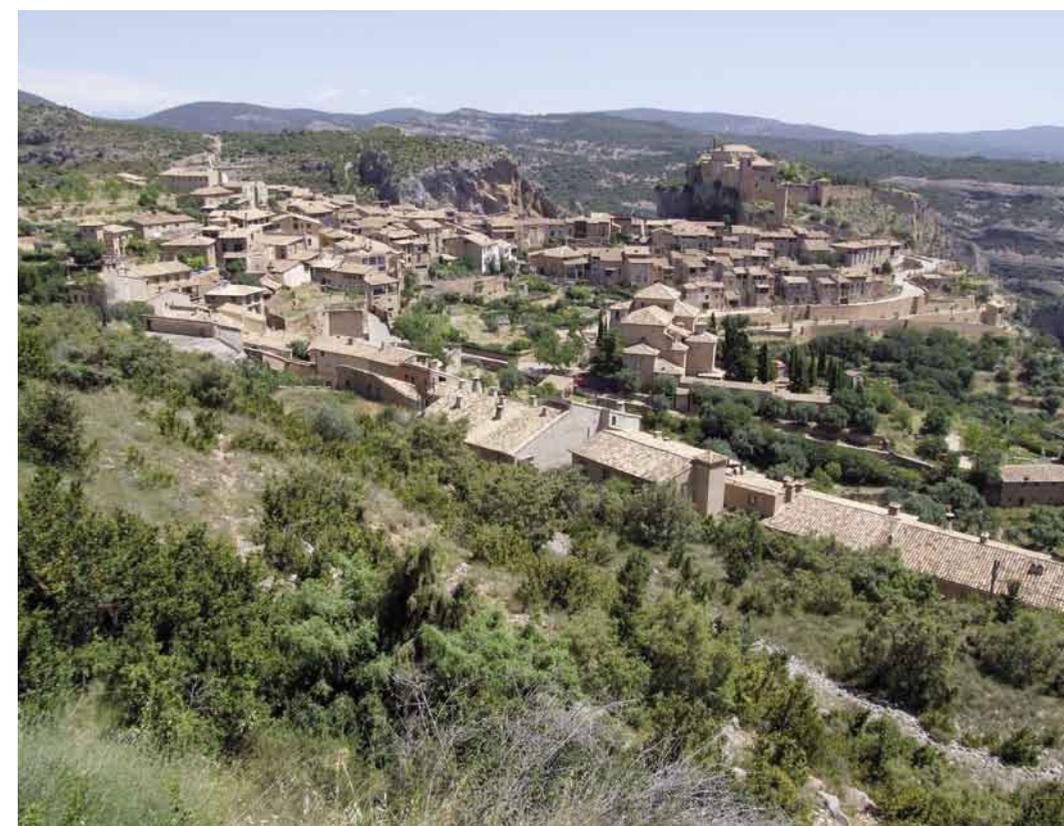
CRAD (USDA, 1980): Muy baja.

Autor descripción: David Badía. Fecha: 22/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Leptosol háplico (calcárico).

STS (SSS, 2008): Xerorthent lítico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah (0-20 cm) Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo rojizo pálido (5YR 4/4) en seco y pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Abundantes (60% en volumen), calizas, de tamaño grava a cantos, de forma angular tabular, sin orientación definida y distribución regular. Textura al tacto: Arcillosa. Estructura: Fuerte, granular, fina. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Abundante (2%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De muy finas a medianas, abundantes. Test de campo: Baja reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Plano, gradual.

C/R (20-40 cm) Estado de humedad: Ligeramente húmedo. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Rojo amarillento (5YR 4/6) en seco y pardo rojizo pálido (5YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Muy abundantes (90% en volumen), calizas, de tamaño grava a bloques, de forma angular tabular, con orientación oblicua y aumentando en profundidad. Textura al tacto: Arcillosa. Estructura: Fuerte, granular, mediana. Compacidad: Moderadamente compacto. Materia orgánica: Poca (1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: De muy finas a medianas, frecuentes. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl. Acumulaciones: Inexistentes. Cementaciones: Matriz no cementada. Revestimientos: Inexistentes. Límite inferior: Irregular, contacto lítico.

R (> 40 cm) Calizas.

Datos analíticos

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ah (0-20 cm)	7,3	6,8	2,0	3,20	5,52	0,224	14,3	4,0
C/R (20-40 cm)	7,5	6,9	10,7	1,25	2,16	0,126	9,9	3,7

Complejo de cambio (AcNH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ah (0-20 cm)	28,6	0,58	0,09	0,64	29,9	23,2	100
C/R (20-40 cm)	49,3	0,32	0,14	0,37	50,1	16,8	100

Extracciones selectivas	Hierro (%)			Aluminio (%)			Al ox + 1/2Fe ox (%)
	DC	OxA	PNa	DC	OxA	PNa	
Ah (0-20 cm)	2,074	0,072	0,008	0,147	0,159	0,006	0,195
C/R (20-40 cm)	1,830	0,074	0,010	0,131	0,176	0,030	0,213

Propiedades físicas							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah (0-20 cm)	20,1	18,6	10,2	19,6	31,5	Franco-arcillosa	60
C/R (20-40 cm)	19,9	16,4	7,8	21,3	34,6	Franco-arcillosa	90

PERFIL SASO DE ADAHUESCA

Situación: El saso de Adahuesca. Término municipal de Adahuesca. Junto al tramo somontanes (Sevil – Las Tenas) de la cabañera Broto-Mequinenza. Ref. 29.

Coordenadas UTM: 30 T 745075-4669875.

Altitud: 615 m.

Geomorfología: Glacis pleistoceno. Pendiente 2%, sur.

Material original: Material detrítico, rubefactado.

Vegetación o uso: Viñedo en secano.

Pedregosidad: 4% de gravas y cantos, básicamente cuarcíticos, con ocasionales fragmentos de costra.

Drenaje: Moderado.

CRAD (USDA, 1980): Bajo.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: méxico.

Autor descripción: David Badía. **Fecha:** 24/07/08.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Luvisol pétrico, cutánico (crómico, abrupto).

STS (SSS, 2006): Palixeralf petrocálcico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap (0–20 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo fuerte (7,5YR 5/6) en seco y marrón (7,5 YR 4/6) en húmedo. Elementos gruesos: Frecuentes (10% v/v), heterométricos, subredondeado-esferoidales, de naturaleza cuarcítica. Compacidad: Horizonte compacto. Estructura: Fuertemente desarrollada en bloques subangulares, medianos. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Materia orgánica: Poca. Actividad de la fauna: Presencia de hormigas. Raíces: Finas y muy finas, vivas y muertas. Test de campo: Nula reacción de la matriz al HCl. Límite inferior: Abrupto por laboreo, plano.
Bw (20–45 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Rojo amarillento (5YR 5/6) en seco y rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo. Elementos gruesos: Frecuentes (10% v/v), heterométricos, redondeado esferoidales. Compacidad: Horizonte compacto. Estructura: Moderada en bloques subangulares, medianos. Textura al tacto: Franco-arcillosa. Materia orgánica: Poca. Raíces: Pocas, medias y finas. Test de campo: Nula reacción de la matriz al HCl. Límite inferior: Neto, plano. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cámbico.
Bt (45–70 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo rojizo pálido (2,5YR 4/4) en seco y pardo rojizo pálido (2,5YR 4/4) en húmedo. Manchas: Pequeñas (2–5 mm), frecuentes (10%), negras, con límite neto, redondeadas, de hierro y manganeso. Elementos gruesos: Muy frecuentes (20% v/v), heterométricos, redondeado-esferoidales. Compacidad: Horizonte muy compacto. Estructura: Fuertemente desarrollada, en bloques angulares, medianos. Textura al tacto: Arcillosa. Materia orgánica: Muy poca cantidad. Superficies: Presenta muy abundantes revestimientos de arcilla orientada a lo largo de poros (argilanes o cutanes arcillosos) y cutanes de presión (<i>slikensides</i>), en las caras de agregados. Raíces: Pocas, medias y finas. Test de campo: Nula reacción de la matriz al HCl. Límite inferior: Muy abrupto por contacto con mallacán, anguloso. Horizonte de diagnóstico: Endopedión árgico.
Bkm (70–170 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Blanco. Cementaciones: Horizonte fuertemente cementado, por las acumulaciones continuas de carbonatos que incluyen elementos gruesos, muy abundantes (95%), heterométricos redondeado-esferoidales. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Horizonte de diagnóstico: Endopedión petrocálcico (mallacán).
Ck (170–250 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Blanco. Cementaciones: Horizonte parcialmente cementado, por carbonatos que incluyen cemento geopetal en los elementos gruesos, muy abundantes (80%), heterométricos redondeado-esferoidales. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cálcico.

Propiedades químicas								
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	Nt (%)	C/N	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ap (0-20 cm)	6,8	5,7	trazas	0,85	1,47	0,105	8,1	11,9
Bw (20-45 cm)	7,3	6,0	trazas	0,63	1,09	0,094	6,7	6,5
Bt (45-70 cm)	7,3	6,0	trazas	0,46	0,79	0,081	5,7	1,8

Complejo de cambio (AcONH ₄)							
Horizontes (profundidad)	Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	Suma cationes (cmol(+)kg ⁻¹)	CIC (cmol(+)kg ⁻¹)	Cationes basificantes (%)
Ap (0-20 cm)	19,3	1,51	0,11	0,46	21,3	20,3	100
Bw (20-45 cm)	22,7	1,45	0,12	0,37	24,6	20,3	100
Bt (45-70 cm)	32,3	1,75	0,15	0,61	34,8	26,5	100

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap (0-20 cm)	25,3	9,1	14,0	24,2	27,5	Franco-arcillosa	10,5
Bw (20-45 cm)	20,4	6,9	16,2	24,3	32,3	Franco-arcillosa	10,2
Bt (45-70 cm)	9,8	8,6	8,4	25,2	48,0	Arcillosa	8,5

ITINERARIO EDÁFICO POR EL BAJO CINCA

Se trata de un recorrido circular de unos 40 km, con muy poco desnivel, que tiene como protagonista la confluencia de los ríos Cinca, Segre y Ebro (Aiguabarreig). Parte de Fraga en dirección a Torrente de Cinca, transitando por el margen derecho de la ribera del Cinca, primero, y del Segre, después, hasta llegar a su confluencia con el Ebro en Mequinenza. La ruta transcurre entre frutales y frescos sotos teniendo como telón de fondo las solanas de las ermitas de Sant Simó, Sant Salvador y Riols. El regreso se plantea por el margen izquierdo de la ribera, a los pies de la Serra de Picarda, Els Costers de Sant Jaume y Montllober. El contacto de llanas terrazas aluviales, holocenas y pleistocenas, con los materiales oligocenos en las laderas de fuerte pendiente (especialmente calizas y margas) permite el estudio y observación de una gran diversidad edáfica. Así, junto a suelos agrícolas formados sobre las diferentes terrazas de los ríos Cinca y Segre, que constituyen interesantes cronosecuencias, podemos encontrar suelos forestales muy desarrollados para el árido entorno que nos envuelve. Además, la zona posee varias figuras de protección dentro de la Red Ecológica Europea Natura 2000 (LIC, ZEPA), por la flora y la fauna que lo integran, fácilmente observables desde las plataformas de madera y torretas de avistamiento disponibles a lo largo de la ruta propuesta.

DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO

Iniciamos el recorrido en la estación de autobuses de Fraga, en la avenida de Aragón, para dirigirnos, en dirección oeste, a la búsqueda del cruce con la N-211, hacia Torrente de Cinca y Mequinenza. El primer kilómetro transcurre por el casco urbano de Fraga, desarrollado sobre una amplia terraza holocena de matriz limo-arenosa, poco pedregosa, la cual da paso a un par de terrazas pleistocenas que el Cinca depositó hace entre 11 000 y 50 000 años; estas quedan delimitadas en muchos tramos por las acequias Vieja y Nueva. La terraza más vieja está parcial e irregularmente recubierta por depósitos de ladera muy recientes. Sobre estos depósitos coluviales tan recientes no llegan a desarrollarse más que suelos jóvenes con perfil A-C (**Regosoles háplicos, calcáricos**). A lo largo de los 7 km siguientes que separan Fraga de Torrente de Cinca, transitaremos sobre las viejas terrazas aluviales y a nuestra derecha quedarán las erosionadas laderas que dejan al descubierto las calizas y margas con algunos niveles de yesos decimétricos, oligocenos (Serra de les Geseres). A nuestra izquierda estarán las terrazas holocenas y el propio cauce del río, que van a ser nuestro próximo objetivo. Así, en el km 9,0, desviándonos hacia Torrauba, por el Camí de Fora podremos observar un suelo desarrollado sobre las terrazas jóvenes (**Fluvisol háplico, calcárico**) y que no muestra más que una escasa diferenciación en horizontes (A-C-2C). Desde esta zona, una

barca de paso (*pontó*) unía las poblaciones de Torrente y Massalcoreig. Volviendo a la ruta principal, en el km 11,7 podemos desviarnos a poniente por el Barranc del Negre (Maset de Carlets) para acceder, en pocos metros, al glacis de la Serra de la Pedra, donde el suelo desarrollado sobre coluvios pedregosos, con matriz limo-arcillosa, muestra cierto desarrollo (**Calcisol hipercálcico**). En esta parte del recorrido empieza a ser patente la antigua actividad minera de la zona, especialmente la relacionada con el lignito; así, el paisaje va siendo salpicado de bocaminas, malacates, túneles o escombreras (hay inventariadas más de un centenar de explotaciones mineras entre los términos municipales de Torrente y Mequinenza). Más adelante, en el km 14 confluyen los ríos Cinca y Segre, que se convierten rápidamente en la cola del embalse de Riba-roja. En el km 20, ya en Mequinenza, buscaremos el desvío al Castell dels Montcada, frente al Pont del Segre, para acceder a la partida de La Plana, relieve originalmente fluvial y posteriormente recubierto de depósitos de ladera. En esta partida, junto a viejas terrazas del Segre, podemos observar los suelos desarrollados sobre depósitos margosos (**Kastanozem cálcico**) y yesosos (**Gipsisol hipergípsico**) estabilizados por un denso matorral. Tras su observación se propone acceder al Castell dels Montcada, desde el cual se puede divisar la confluencia del Segre con el Ebro.

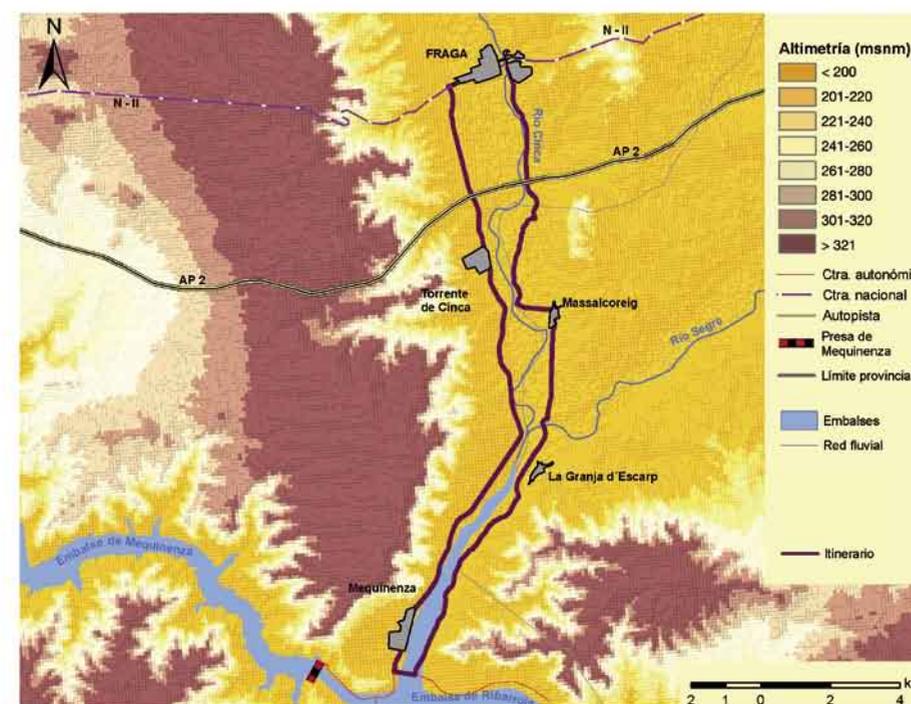
Cruzando el Segre, regresaremos por la carretera CP-14 hacia el norte, por la margen

izquierda del río. Ya en el término municipal de La Granja d'Escarp, destacarán los restos de una antigua cementera (inaugurada en julio de 1876): una fábrica de cemento (para manipulación) con cuatro hornos verticales para la calcinación de piedra caliza que usaba el lignito local como combustible (km 24,3). En ese mismo punto tenemos el acceso al mirador de la Illa dels Martinets, donde es posible identificar multitud de martinets, garzas y garcillas sobre los sauces que colonizan las isletas (Les Mitjanes).

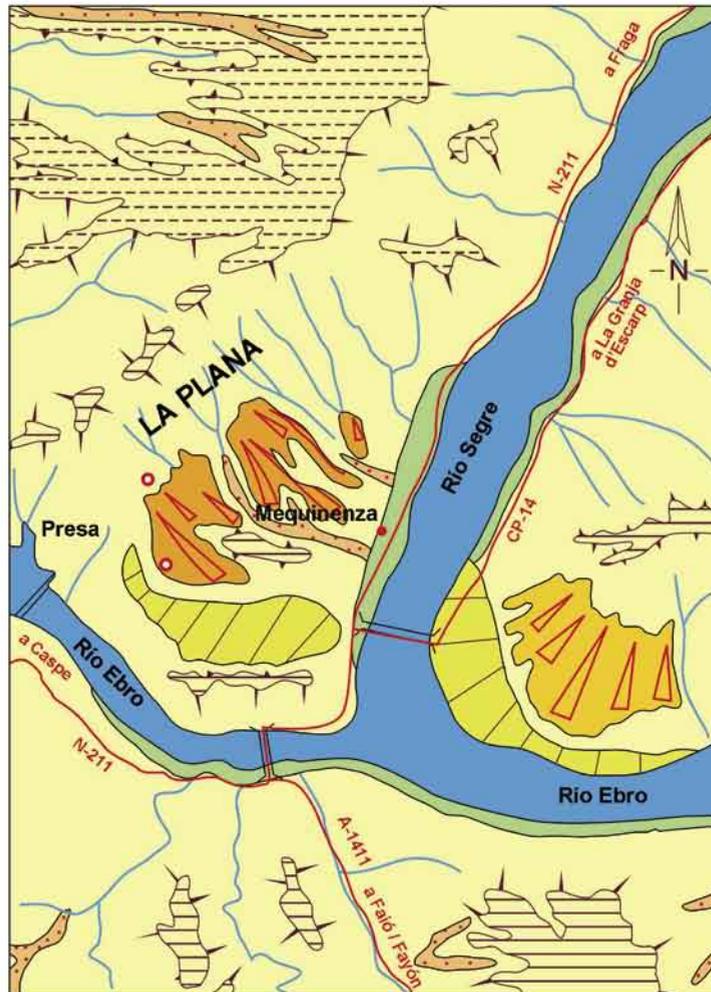
En las laderas se observa cómo los pinares y matorrales, quemados en el verano del año 2003, se recuperan con lentitud. A la derecha, en Els Costers de Sant Jaume (km 25,5), las escombreras se ven salpicadas por plantas endémicas (*Aizoon hispanica*, *Boleum asperum*). Una senda nos permite acceder a las ruinas de la ermita de Sant Jaume, mirador sobre el amplísimo cauce del Cinca-Segre y su magnífico bosque de ribera. De vuelta a la carretera podemos adentrarnos cómodamente en este bosque a través de una plataforma de madera, en el itinerario señalado del Bosc de Sant Jaume (km 26,7). Tras ese paseo volvemos a la ruta principal, dejando a nuestra derecha La Granja d'Escarp (km 27) para, en dirección a Massalcoreig, cruzar el Segre frente a la ermita de Santa María d'Escarp. Podemos tomar la carretera que cruza las terrazas altas (Pla d'Escarp) o las bajas, próximas al cauce (Sot dels Caps dels Moros). En el primer caso no será raro encontrar alguna modesta gravera sin restaurar

que deje al descubierto los suelos (Calcisoles háplicos). Si descendemos a la terraza inferior, seguiremos por la escollera del río entre amplios campos de frutales y una estrecha franja de árboles de ribera durante varios kilómetros, hasta que, en las proximidades de Massalcoreig, el camino nos obliga a ganar altura. Superada esta población (km 31,7), accedemos de nuevo al cauce por el Camí de la Barca, situado junto al centro de interpretación del Aiguabarreig. Allí encontraremos una torreta de avistamiento y el itinerario de La Badina (km 33,2), frecuentada por anátidas; enfrente nos quedará la partida de Torrauba, al sur de Torrente de Cinca, visitada previamente. Podemos seguir cerca del cauce

o volver a Massalcoreig para regresar a Fraga por la pista asfaltada que transita en el contacto de las terrazas y el glacis del cerro de Montllober. Ya en las proximidades de Fraga, en el camino del Sotet, podremos observar los depósitos de arenas y gravas correspondientes a viejas terrazas aluviales expuestas por la propia erosión del río Cinca. Diferentes especies de aves excavan las capas de arena para nidificar, como el avión zapador, el abejaruco o el martín pescador. Llegaremos a una rotonda y transitaremos por la avenida de los Reyes Católicos hasta alcanzar el puente de Abajo para, girando a la izquierda, cruzar el Cinca y regresar a nuestro punto de partida.



Recorrido edáfico por el Bajo Cinca.



Geomorfología en la confluencia de los ríos Segre y Ebro.

PERFIL SANT SIMÓ

Situación: Laderas de Sant Simó. Término municipal de Fraga. Comarca del Bajo Cinca / Baix Cinca.

Coordenadas UTM: 31T 0276000-459910. Mapa 387-IV Fraga. E. 1 : 25000.

Altitud: 170 msnm.

Geomorfología: Ladera sur. Pendiente general 60%. Erosión severa, arroyada en cárcavas.

Material original: Calizas y margas. Oligoceno.

Uso del suelo y vegetación: Pastoreo. Albardinar con romeros y ontinas.

Profundidad efectiva: > 150 cm.

Pedregosidad superficial: Extremadamente pedregoso (60%), de grava a bloques. Muy pocos afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Moderada

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: térmico.

Autor descripción: David Badía. **Fecha:** 20/01/09.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Regosol háplico (calcárico).

STS (SSS, 2008): Xerorthent típico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah
(0-25 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (20% v/v), tamaño de grava fina a cantos, de forma angular-tabular a angular-esferoidal, con orientación horizontal y distribución irregular. **Litología:** Calizas. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, granular, mediana. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante. **Actividad de la fauna:** Coprolitos y galerías de lombrices, frecuentes. **Actividad antrópica:** No hay. **Raíces:** Aspecto normal, finas y muy finas, abundantes (25-200 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al BaCl₂ y al AgSO₄. **Acumulaciones:** No hay. **Límite inferior:** Gradual y plano.

C
(25-65 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Frecuentes (15% v/v), tamaño de grava fina a cantos, de forma angular-tabular a angular-esferoidal, con orientación horizontal y distribución irregular. **Litología:** Calizas. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Débil, bloques subangulares, gruesos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca. **Actividad de la fauna:** presencia de galerías de lombrices, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Aspecto normal, finas y muy finas, frecuentes (10-25 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** May alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al BaCl₂ y al AgSO₄. **Acumulaciones:** No hay. **Límite inferior:** Abrupto y plano (a 2C).

Datos analíticos

Propiedades químicas							
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	C oxid. (%)	MO (%)	Caliza total (%)	Caliza activa (%)	CEes (dS m ⁻¹)
Ap (0-25 cm)	8,4	7,7	1,61	2,78	35,4	12,4	1,68
C (25-65 cm)	8,5	7,8	0,55	0,94	38,6	13,6	2,14

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap (0-25 cm)	8,4	17,2	12,8	33,9	27,7	Franco-arcillosa	38
C (25-65 cm)	11,9	14,4	16,1	30,5	27,1	Franco-arcillosa	24

Capacidad de retención de agua					
Horizontes (profundidad)	Humedad a saturación (%) 0 kPa	Humedad a CC (%) 33 kPa	Humedad a PMP (%) 1500 kPa	Agua útil (%)	Agua útil (mm)
Ap (0-25 cm)	47,4	24,4	11,5	12,9	22,0
C (25-65 cm)	51,6	23,7	12,1	11,6	42,3

PERFIL CARLETS

Situación: Mas de Carlets. Vall del Negre. Término municipal de Torrente de Cinca. Comarca del Bajo Cinca / Baix Cinca.

Coordenadas UTM: 31T 0277755-459165.

Altitud: 140 msnm.

Geomorfología: Cono de deyección. Pendiente general 8%. Erosión ligera por arroyada en surcos.

Material original: Material detrítico fino. Pleistoceno superior (Cuaternario).

Uso del suelo y vegetación: Almendral en secano, bordeado de romeral.

Profundidad efectiva: > 150 cm.

Pedregosidad superficial: Muy pedregoso (30% v/v). Sin alforamientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Moderada.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: térmico.

Autores descripción: David Badía. Fecha: 03/04/07.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Calcisol hipercálcico (endoesquelético).

STS (SSS, 2008): Calcixerept típico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap
(0–20 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y marrón (10YR 4/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (30% v/v), tamaño de grava fina a gruesa, de forma subangular-tabular a angular-plana, sin orientación definida y disminuyendo en profundidad. **Litología:** Calizas y sílex. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, granular, mediana. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Poca. **Actividad de la fauna:** coprolitos y galerías de lombrices, frecuentes. **Actividad antrópica:** No hay. **Raíces:** Aspecto normal, finas y muy finas, abundantes (25–200 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** Muya alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al BaCl₂ y al AgSO₄. **Acumulaciones:** No hay. **Límite inferior:** Neto y plano.

Bkc1
(20–40 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco y pardo amarillento (10YR 5/8) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Frecuentes (10% v/v), tamaño de grava fina a media, de forma subangular-tabular, sin orientación definida y distribución regular. **Litología:** Calizas. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, bloques subangulares, gruesos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca. **Actividad de la fauna:** Presencia de galerías de lombrices, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Aspecto normal, finas y muy finas, frecuentes (10–25 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al BaCl₂ y al AgSO₄. **Acumulaciones:** Nódulos blandos, redondeados, frecuentes. **Límite inferior:** Gradual y plano. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.

Bkc2
(40–65 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco y pardo amarillento (10YR 5/8) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Frecuentes (10% v/v), tamaño de grava fina a media, de forma subangular-tabular, sin orientación definida y distribución regular. **Litología:** Calizas. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, bloques subangulares, medianos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca. **Actividad de la fauna:** Presencia de galerías de lombrices, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Aspecto normal, finas y muy finas, frecuentes (10–25 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al BaCl₂ y al AgSO₄. **Acumulaciones:** Nódulos blandos alargados (vermiconecciones), frecuentes. **Límite inferior:** Neto y plano. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.

Ckc
(65–90 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco y pardo amarillento (10YR 5/8) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (60% v/v), tamaño de grava fina a gruesa, de forma subangular-tabular, oblicuas y planas y de distribución regular. **Litología:** Calizas. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Débil, bloques subangulares, medianos. **Compacidad:** Muy compacto. **Materia orgánica:** Poca. **Actividad de la fauna:** Presencia de galerías de lombrices, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Aspecto normal, finas y muy finas, muy pocas (1–10 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al BaCl₂ y al AgSO₄. **Acumulaciones:** Nódulos blandos, pocos, y cemento geopetal, frecuente. **Límite inferior:** Abrupto y plano. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.

2Ck
(90–150 cm) **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco y pardo amarillento (10YR 5/8) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (70% v/v), tamaño de grava fina, de forma subangular-tabular a angular-esferoidal, sin orientación definida y aumentando en profundidad. **Litología:** Calizas y sílex. **Textura al tacto:** Arenosa. **Estructura:** Débil, bloques subangulares, medianos. **Compacidad:** Muy compacto. **Materia orgánica:** Poca. **Actividad de la fauna:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Aspecto normal, medianas, muy pocas (1–10 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al BaCl₂ y al AgSO₄. **Acumulaciones:** Pseudomicelios frecuentes, disminuyendo en profundidad. **Límite inferior:** Abrupto y plano. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.

Datos analíticos

Propiedades químicas							
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	Caliza total (%)	C oxid. (%)	MO (%)	CEes (dS m ⁻¹)	P-Olsen (mg kg ⁻¹)
Ap (0–20)	8,4	7,7	52,4	1,09	1,88	0,68	5,1
Bkc1 (20–40)	8,5	7,8	58,6	0,52	0,90	0,46	3,2
Bkc2 (40–65)	8,2	7,7	57,1	0,40	0,68	0,41	2,2
Ckc (65–90 cm)	7,9	7,8	58,2	0,32	0,56	2,26	2,1
2Ck (90–150 cm)	7,8	7,8	69,7	0,30	0,51	2,68	2,3

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap (0–20)	14,4	27,2	16,8	20,8	20,7	Franca	44
Bkc1 (20–40)	3,9	20,4	17,6	31,7	26,4	Franca	18
Bkc2 (40–65)	3,7	22,4	15,8	31,3	26,7	Franca	14
Ckc (65–90 cm)	10,2	22,3	12,4	29,0	26,1	Franca	78
2Ck (90–150 cm)	46,2	25,4	5,0	15,1	8,3	Franco-arenosa	53

Capacidad de retención de agua					
Horizontes (profundidad)	Humedad a saturación (%) 0 kPa	Humedad a CC (%) 33 kPa	Humedad a PMP (%) 1500 kPa	Agua útil (%)	Agua útil (mm)
Ap (0–20)	33,4	20,2	9,1	11,0	12,4
Bkc1 (20–40)	32,5	21,3	8,6	12,8	29,3
Bkc2 (40–65)	35,7	22,4	8,5	13,9	38,8
Ckc (65–90 cm)	38,1	22,4	8,1	14,3	10,2
2Ck (90–150 cm)	25,3	16,5	7,6	9,0	35,3

PERFIL TORRAUBA

Situación: Torrauba. Término municipal de Torrente de Cinca Término municipal de Torrente de Cinca. Comarca del Bajo Cinca / Baix Cinca. Ref. 43.

Coordenadas UTM: 31 T 278693-4592095.

Altitud: 81 msnm.

Geomorfología: Terraza aluvial del Cinca. Holoceno (Tg, según ITGE, 1997). Pendiente < 1%.

Material original: Material detrítico fino.

Uso del suelo y vegetación: Explotación agrícola (albaricoque en regadío).

Profundidad efectiva: > 150 cm. Muy profundo.

Pedregosidad superficial: Muy poco pedregoso (< 2% v/v). Sin afloramientos rocosos.

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Muy alta.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: térmico.

Autores descripción: David Badía, Isaac Montull. **Fecha:** 05/03/05.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Fluvisol háplico (calcárico).

STS (SSS, 2008): Xerofluent típico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ap1 (0-20 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y marrón (10YR 4/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Muy pocos, calizos. Acumulaciones: Inexistentes. Textura al tacto: Franca. Estructura: Granular fina, con un desarrollo moderado. Compacidad: poco compacto. Materia orgánica: Abundante (2%). Actividad de la fauna: Galerías de lombrices. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Abundantes, gruesas. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al AgSO_4 y al BaCl_2 . Límite inferior: Plano y gradual o difuso.
Ap2 (20-40 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y en húmedo (10YR 3/6). Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Muy pocos, calizos. Acumulaciones: Inexistentes. Textura al tacto: Franca. Estructura: Granular fina, con desarrollo moderado. Compacidad: Moderada. Materia orgánica: Baja (1%). Actividad biológica: No aparente. Actividad antrópica: Presencia abundante de fragmentos de ladrillos. Raíces: Abundantes medianas y gruesas. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al AgSO_4 y al BaCl_2 . Límite inferior: Plano.
C (40-70 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color de la matriz del suelo: Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y marrón (10YR 4/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Inexistentes. Acumulaciones: Inexistentes. Textura al tacto: Arenosa. Estructura: Granular gruesa con desarrollo débil. Compacidad: Horizonte poco compacto. Materia orgánica: Muy baja (< 1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Abundantes, finas y muy finas. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al AgSO_4 y al BaCl_2 . Límite inferior: Plano.
2C (70-95 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y marrón (10YR 4/4) en húmedo. Manchas: Algunas, de oxidación-reducción, poco contrastadas. Elementos gruesos: Inexistentes. Acumulaciones: Inexistentes. Textura al tacto: Arenosa. Estructura: Bloques subangulares con desarrollo moderado. Compacidad: Horizonte moderadamente compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Abundantes, finas y muy finas. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al AgSO_4 y al BaCl_2 . Límite inferior: Plano.
3C (95-120 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 6/4) en seco y en húmedo (10YR 3/6). Manchas: Pocas, poco contrastadas, dispuestas en bandas horizontales. Elementos gruesos: Inexistentes. Acumulaciones: Inexistentes. Textura al tacto: Franco-arenosa. Estructura: Bloques subangulares con desarrollo moderado. Compacidad: Horizonte poco compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Abundantes, finas y muy finas. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al AgSO_4 y al BaCl_2 . Límite inferior: Plano.
4C (120-150 cm)	Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo pálido (10YR 7/3) en seco y en húmedo (10YR 3/6). Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Inexistentes. Acumulaciones: Inexistentes. Textura al tacto: Franco-arenosa. Estructura: Bloques subangulares con desarrollo moderado. Compacidad: Horizonte moderadamente compacto. Materia orgánica: Muy poca (< 1%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Abundantes, finas y muy finas. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al AgSO_4 y al BaCl_2 . Límite inferior: Plano.

<i>Propiedades químicas</i>						
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	C oxid. (%)	MO (%)	Caliza total (%)	CEes (dS m ⁻¹)
Ap1 (0-20 cm)	8,4	1,28	1,28	2,22	39,6	1,17
Ap2 (20-40 cm)	8,5	0,64	0,64	1,11	41,1	1,11
C (40-70 cm)	8,5	0,39	0,39	0,68	39,7	2,45
2C (70-95 cm)	8,3	0,27	0,27	0,46	42,4	3,10
3C (95-120 cm)	8,5	0,41	0,41	0,71	41,5	3,17
4C (120-150 cm)	8,5	0,88	0,88	0,51	43,4	2,68

<i>Análisis granulométrico</i>							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ap1 (0-20 cm)	13,1	25,0	20,1	27,8	12,4	Franca	0,7
Ap2 (20-40 cm)	1,6	25,0	19,8	33,8	19,8	Franco-limosa	4,3
C (40-70 cm)	0,4	29,4	24,1	28,4	17,7	Franco-limosa	0
2C (70-95 cm)	0,4	44,6	29,3	17,6	8,2	Franca	0
3C (95-120 cm)	1,2	64,2	18,6	13,5	2,4	Franco-arenosa	0
4C (120-150 cm)	0,1	48,1	23,1	21,5	7,1	Franca	0

<i>Capacidad de retención de agua</i>					
Horizontes (profundidad)	Humedad a saturación (%) 0 kPa	Humedad a CC (%) 33 kPa	Humedad a PMP (%) 1500 kPa	Agua útil (%)	Agua útil (mm)
Ap1 (0-20 cm)	38,5	25,6	10,1	15,9	31,6
Ap2 (20-40 cm)	39,7	22,1	7,9	14,2	32,9
C (40-70 cm)	34,6	15,7	5,0	10,7	41,8
2C (70-95 cm)	35,8	17,9	4,3	13,7	47,9
3C (95-120 cm)	31,0	11,4	3,1	8,3	29,1
4C (120-150 cm)	37,3	21,1	4,1	16,9	71,1

PERFIL LA PLANA YESOSA

Situación: La Plana. Término municipal de Mequinenza. Comarca del Bajo Cinca / Baix Cinca.

Coordenadas UTM: 31 T 0272753-4583871.

Altitud: 183 msnm.

Geomorfología: Ladera rectilínea. Pendiente general 20%. Erosión ligera por arroyada en surcos.

Material original: Yesos, calizas y margas (Oligoceno).

Uso del suelo y vegetación: Ladera con matorral (romero, tomillo, lastón, dactilo, lino blanco, aliaga, helicriso, coronilla de fraile, sabina, enebro, lentisco) en contacto con cultivos agrícolas.

Profundidad efectiva: > 150 cm.

Pedregosidad superficial: Muy pedregoso (30% v/v). Muy pocos afloramientos rocosos (< 2%).

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Muy alta.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: térmico.

Autores descripción: David Badía, Silvia Samper. **Fecha:** 03/04/07.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Gipsisol hipergipsico, cálcico (siltico).

STS (SSS, 2008): Haploxerept gipsico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

Ah
(0-40 cm) Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 3,5/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Frecuentes (15%), de grava media a gruesa, angular-esferoidales y angular planos; estos últimos con orientación horizontal, distribución regular, de litología caliza. Acumulaciones: Inexistentes. Textura al tacto: Franco-limosa. Estructura: Muy fuerte, granular, de tamaño mediano. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Abundante. Actividad de la fauna: Abundantes galerías de lombrices y hormigueros. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Aspecto normal, de finas a medianas, frecuentes (10-25 raíces / 100 cm²), vivas. Test de campo: Alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al BaCl₂ y al AgSO₄. Límite inferior: Difuso con forma plana. Horizonte de diagnóstico: Epipedión ócrico.

Bw
(40-58 cm) Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR 4/6) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Pocos (1%), de tamaño gravilla a grava media, con forma angular-tabular, sin orientación definida, con distribución irregular y litología caliza. Acumulaciones: Presencia de pocos pseudomicelios de carbonatos, especialmente en el límite entre este horizonte y el suprayacente. Textura al tacto: Limosa. Estructura: Muy débil, granular, de tamaño muy fino. Compacidad: Poco compacto. Materia orgánica: Poca. Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Muy finas, pocas. Test de campo: Muy alta reacción de la matriz al HCl; baja al BaCl₂ y sin reacción al AgSO₄. Límite inferior: Abrupto y plano. Horizonte de diagnóstico: Endopedión cámbico.

By1
(58-100 cm) Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Blanco (2,5Y 8/2) en seco y en húmedo (2,5Y 7/3). Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Inexistentes. Acumulaciones: Masiva, de yeso. Compacidad: Compacto. Materia orgánica: Inapreciable (< 0,2%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Muy pocas y muy finas. Test de campo: Baja reacción de la matriz al HCl; alta al BaCl₂ y baja al AgSO₄. Límite inferior: Difuso. Horizonte de diagnóstico: Endopedión hipergipsico.

By2
(100-130 cm) Estado de humedad: Seco. Estado redox: Oxidado. Color (de la matriz del suelo): Blanco (2,5Y 8/3) en seco y (2,5Y 8/4) en húmedo. Manchas: Inexistentes. Elementos gruesos: Pocos (5%), calizos, angulares-planos. Acumulaciones: Masiva, de yeso. Compacidad: Compacto. Materia orgánica: Inapreciable (< 0,2%). Actividad de la fauna: No aparente. Actividad antrópica: No aparente. Raíces: Muy pocas y muy finas. Test de campo: Baja reacción de la matriz al HCl; alta al BaCl₂ y baja al AgSO₄. Límite inferior: Difuso. Horizonte de diagnóstico: Endopedión hipergipsico.

Datos analíticos

Propiedades químicas							
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	C oxid. (%)	MO (%)	Caliza total (%)	Yeso (%)	CEes (dS m ⁻¹)
Ah (0-30 cm)	8,2	7,9	1,42	2,45	57,1	Trazas	1,01
Bw (30-50 cm)	8,6	8,5	1,12	1,94	68,6	Trazas	3,68
By1 (50-100 cm)	8,3	8,2	0,35	0,61	3,4	93,74	3,11
By2 (100-130 cm)	8,4	8,3	0,21	0,36	4,9	90,32	6,55

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah (0-30 cm)	4,1	26,1	16,7	34,1	19,1	Franco-limosa	25,5
Bw (30-50 cm)	3,11	26,43	22,1	37,2	11,2	Franco-limosa	5,0
By1 (50-100 cm)	12,4	10,82	16,4	32,0	28,4	Franca	Inap.
By2 (100-130 cm)	14,5	17,3	16,7	28,2	23,4	Franca	16,2

Capacidad de retención de agua					
Horizontes (profundidad)	Humedad a saturación (%) 0 kPa	Humedad a CC (%) 33 kPa	Humedad a MP (%) 1500 kPa	Agua útil (%)	Agua útil (mm)
Ah (0-30 cm)	36,1	29,1	11,6	17,5	39,2
Bw (30-50 cm)	46,8	24,7	9,7	15,1	37,0
By1 (50-100 cm)	44,3	33,5	14,2	19,2	130,0
By2 (100-130 cm)	41,7	34,0	12,6	21,3	65,5

PERFIL LA PLANA CALIZA

Situación: Vall de La Plana. Finca Serveto. Término municipal de Mequinenza. Comarca del Bajo Cinca / Baix Cinca.

Coordenadas UTM: 31T 272850-4583750.

Altitud: 165 msnm.

Geomorfología: Ladera cóncava. Pendiente general 20%. Erosión ligera por arroyada en surcos.

Material original: Material detrítico fino. Pleistoceno (Cuaternario).

Uso del suelo y vegetación: Ladera con matorral bajo (romero, lastón, aliagas, siemprevivas) en contacto con cultivo agrícola (antiguo olivar en bancales, en seco, transformado a frutal en goteo).

Profundidad efectiva: > 150 cm.

Pedregosidad superficial: Muy pedregoso (30%). Muy pocos afloramientos rocosos (< 2%).

Drenaje: Bien drenado.

CRAD (USDA, 1980): Moderada.

Clima del suelo (STS): Régimen de humedad: xérico. Régimen de temperatura: térmico.

Autor descripción: David Badía. **Fecha:** 03/05/07.

Clasificación tentativa:

WRB (IUSS, 2007): Kastanozem cálcico (epiesquelético).

STS (SSS, 2008): Calcixeroll típico.



Descripción macromorfológica de los horizontes (FAO, 2006)

- Ah1 (0-30 cm)** **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Marrón pálido (10YR 5,5/3) en seco y marrón oscuro (10YR 4/2) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Abundantes (40% v/v), tamaño de grava fina a cantos, de forma angular-tabular y angular-esferoidal, sin orientación definida y disminuyendo en profundidad. **Litología:** Calizas. **Acumulaciones:** No hay. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Muy fuerte, granular, gruesa. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante. **Actividad de la fauna:** Presencia de galerías de lombrices, pocas. **Actividad antrópica:** No hay. **Raíces:** Aspecto normal, finas y muy finas, abundantes (25-200 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl; sin reacción al BaCl₂ y al AgSO₄. **Límite inferior:** Gradual y plano. **Horizonte de diagnóstico:** Epipedión móllico.
- Ah2 (30-70 cm)** **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Marrón claro amarillento (10YR 6/3) en seco y marrón oscuro amarillento (10YR 4/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Muy frecuentes (20% v/v), de grava fina a media, de forma angular-tabular y angular-esferoidal. Sin orientación definida, distribución regular. **Litología:** Caliza. **Acumulaciones:** No hay. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Fuerte, granular, mediana. **Compacidad:** Poco compacto. **Materia orgánica:** Abundante. **Actividad de la fauna:** Presencia de galerías de lombrices, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Aspecto normal, muy finas, frecuentes (10-25 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl; baja al BaCl₂ y muy baja al AgSO₄. **Límite inferior:** Neto y plano.
- Bwk (70-120 cm)** **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado. **Color (de la matriz del suelo):** Marrón muy pálido (10YR 7,5/3) en seco y marrón claro amarillento (10YR 6/4) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Frecuentes (10% v/v), de grava fina a cantos, subangulares-tabulares, orientación horizontal, distribución regular. **Litología:** Caliza. **Acumulaciones:** Pseudomicelios, pocos, asociados a los elementos de la estructura; de carbonato cálcico. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Moderada, en bloques subangulares, finos. **Compacidad:** Moderadamente compacto. **Materia orgánica:** Poca. **Actividad de la fauna:** presencia de galerías de lombrices, pocas. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** Aspecto normal, muy finas, muy pocas (1-10 raíces / 100 cm²). **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl; baja al BaCl₂ y nula al AgSO₄. **Límite inferior:** Neto y plano. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.
- Ck (120-170 cm)** **Estado de humedad:** Ligeramente húmedo. **Estado redox:** Oxidado (poco). **Color (de la matriz del suelo):** Blanco rosado (10YR 8/2) en seco y marrón muy pálido (10YR 7/3) en húmedo. **Manchas:** Inexistentes. **Elementos gruesos:** Frecuentes (15% v/v), de grava fina a media, angulares-esferoidales, orientación oblicua u horizontal, distribución regular. **Litología:** Caliza. **Acumulaciones:** Abundantes, en forma de revestimientos de carbonato cálcico alrededor de los elementos gruesos, de tamaño fino; matriz parcialmente cementada. **Textura al tacto:** Franca. **Estructura:** Maciza. **Compacidad:** Muy compacto. **Materia orgánica:** Muy poca. **Actividad de la fauna:** No aparente. **Actividad antrópica:** No aparente. **Raíces:** No aparente. **Test de campo:** Muy alta reacción de la matriz al HCl; baja al BaCl₂ y muy baja al AgSO₄. **Límite inferior:** Muy abrupto y plano. **Horizonte de diagnóstico:** Endopedión cálcico.

Propiedades químicas							
Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	C oxid. (%)	MO (%)	Caliza total (%)	Caliza activa (%)	CEes (dS m ⁻¹)
Ah ₁ (0-30 cm)	8,0	7,8	2,67	4,6	43,5	12,1	2,17
Ah ₂ (30-70 cm)	8,1	7,8	1,74	3,0	45,0	13,5	1,84
Bwk (70-120 cm)	8,3	8,1	0,64	1,1	51,3	14,5	1,08
Ck (120-170 cm)	8,4	8,2	0,36	0,6	74,3	15,0	6,74

Análisis granulométrico							
Horizontes (profundidad)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah ₁ (0-30 cm)	2,4	28,3	19,1	26,2	24,0	Franca	53
Ah ₂ (30-70 cm)	1,0	35,0	21,7	22,1	20,2	Franca	52
Bwk (70-120 cm)	2,3	46,7	18,6	14,9	17,5	Franca	23
Ck (120-170 cm)	5,7	35,6	19,0	17,9	21,8	Franca	26

Capacidad de retención de agua					
Horizontes (profundidad)	Humedad a saturación (%) 0 kPa	Humedad a CC (%) 33 kPa	Humedad a PMP (%) 1500 kPa	Agua útil (%)	Agua útil (mm)
Ah ₁ (0-30 cm)	45,46	27,30	13,79	13,51	20,95
Ah ₂ (30-70 cm)	44,76	27,87	14,84	13,05	27,56
Bwk (70-120 cm)	32,60	14,95	5,74	9,21	46,08
Ck (120-170 cm)	40,05	22,86	9,53	13,33	64,12

ANEXO: METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA DESCRIPCIÓN, EL ANÁLISIS Y LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Las calicatas se han abierto hasta 2 m de profundidad siempre que el material parental lo ha permitido. Para cada perfil se ofrece una caracterización morfológica siguiendo los criterios estándar (CBD-SA, 1983; FAO, 2006). Los horizontes de diagnóstico y los suelos se han clasificado según la Base Referencial Mundial para Recursos de Suelos (WRB, World Reference Base for Soil Resources) propuesta por la FAO, el International Soil Reference and Information Centre y la International Union of Soil Science (IUSS, 2007). Las unidades taxonómicas se han formado añadiendo los calificadores pertinentes a los grupos de suelos de referencia. Se aporta también la sinonimia con la taxonomía norteamericana (SSS, 2006).

Se presentan los parámetros físicos y químicos más relevantes para cada perfil. Estas determinaciones se realizaron en el Laboratorio de Edafología de la Universidad de Santiago de Compostela. Los méto-

dos utilizados fueron los habituales (MAPA, 1994), adecuándolos a los suelos estudiados y a los objetivos que se perseguían (clasificación). Se describen sucintamente a continuación.

Granulometría

Se determina con el uso de los correspondientes tamices y el método de la pipeta (sin destrucción de carbonatos pero con destrucción de la materia orgánica). Las clases texturales se establecieron según el sistema USDA (Porta et ál., 1986).

Capacidad de retención de agua disponible (CRAD)

La determinación de la capacidad de retención de agua disponible (% vol) de un perfil se ha determinado a partir de la capacidad de retención de humedad, entre 33 kPa y 1500 kPa (cajón de arena y muestra tamizada a 2 mm), la densidad aparente (Da) y el grueso (p) de todos y cada uno de los horizontes. Este resultado se ha corregido teniendo en cuenta los elementos gruesos, EG (tierra fina = 1 - EG), según la expresión que incluimos bajo estas líneas.

$$CRAD(mm) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{CC(p/p) - PMP(p/p)}{100} \right)_i * \left(\frac{100 - EG(\%)}{100} \right)_i * Dap_1 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * P_i(m)$$

En dicha expresión,

CC (%*p*, p/p) = humedad a capacidad de campo

PMP (%*p*, p/p) = humedad en el punto de marchitez permanente

EG (%) = elementos gruesos

Dap (kg/m³) = densidad aparente

P (m) = profundidad del horizonte

i = horizonte, hasta que se alcance una profundidad de 1,5 m

a = litros de agua en 100 kg de tierra fina

b = kilogramos de tierra fina en 100 kg de suelo

La densidad aparente para horizontes profundos se ha estimado según la textura del suelo (Saña et ál., 1996). Se ha obtenido la CRAD en mm (l/m²), además de para cada horizonte, para el conjunto del perfil hasta 1,5 metros de profundidad efectiva de suelo, si se alcanza. Para cada perfil se indica, al menos, la calificación que recibe su CRAD (USDA, 1980).

Reacción del suelo o pH

El pH se ha determinado potenciométricamente mediante un pH-metro Beckman, con una suspensión 1 : 2,5 de suelo-agua (pH actual) y 1 : 2,5 de suelo-KCl 1N (pH potencial).

Caliza total

Se ha determinado el carbonato cálcico equivalente mediante un calcímetro de Bernard.

Carbono orgánico oxidable (Coxi) y materia orgánica (MO)

Se ha obtenido el C orgánico oxidable por digestión, vía húmeda, con dicromato potásico, usando el factor de Van Bemmelen (1,724) para la determinación de la materia orgánica.

Nitrógeno total (N)

Se ha determinado por combustión a más de 1000 °C en analizadores elementales LECO.

Fósforo disponible (P-Olsen)

Se ha averiguado por el método Olsen (ex-tracción con bicarbonato sódico 0,5 M a pH 8,5).

Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y cationes de cambio

Se han establecido por extracción con una solución neutra de acetato amónico 1N. Los iones intercambiados (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺) se obtuvieron del primer extracto de la CIC, y se expresan en cmol(+)kg suelo⁻¹ (= meq/100g). Hay que advertir que el valor del calcio cambiante es sobrevalorado por el método usado en los suelos calizos, lo que explica que la suma de cationes sea mayor que la CIT total.

Salinidad y sodicidad

Se ha determinado la salinidad como CE del extracto saturado (CEe), en dS/m, así como los iones en solución, a partir de los cuales se ha obtenido la relación de adsorción de sodio (SAR), en (mmol L⁻¹)^{0.5}.

Yeso

Se ha determinado el yeso a partir del S total, por análisis por combustión a más de 1000 °C en analizadores elementales LECO.

Determinaciones de Al y Fe en pirofosfato sódico (PNa)

Método de Bascomb (1968).

Determinaciones de Al y Fe en oxalato amónico tamponado

Método de Blakemore et ál. (1981).

Determinaciones de Al y Fe en ditonito-citrato-bicarbonato (DC)

Método de Holmgren (1967), modificado.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberto, F., J. Machín, J. A. Cuchí y R. Poza, 1979. *Memoria y guía científica de la VIII Reunión Nacional de suelos*. Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza.
- Alberto, F., M. Gutiérrez, M. J. Ibáñez, J. Machín, J. L. Peña, A. Pocióvi y J. Rodríguez, 1984. *El Cuaternario de la depresión media del Ebro en la región aragonesa: cartografía y síntesis de los conocimientos existentes*. Universidad de Zaragoza – Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza.
- Antoñanzas, A., 2002. *Identificación y distribución de lombrices de tierra en prados pirenaicos: factores ecológicos y de gestión*. Trabajo fin de carrera de ITA. EPS. Huesca.
- Artieda, O., 1996. *Génesis y distribución de suelos en un medio semiárido*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Quinto de Ebro (Zaragoza) / Madrid.
- Atlas climático de Aragón <http://portal.aragon.es/portal/page/portal/MEDIO-AMBIENTE/CALIDAD_AMBIENTAL/CCLIMA/ATLAS>.
- Badía, D., 1989. *Los suelos de Fraga: cartografía y evaluación*. IEA (“Colección de Estudios Altoaragoneses”, 30). Huesca.
- Badía, D., y C. Martí (eds.), 1999. *Suelos del Pirineo central: Fragen*. INIA. Huesca.
- Badía, D., R. García-González y C. Martí, 2002. Clasificación de suelos en pastos alpinos de Aisa y Ordesa (Pirineo Central). *Edafología*, 9: 11-22.
- Badía, D., B. Lalueza, L. Vadillo, C. Martí y R. García-González, 2002. Caracterización edáfica de cinco comunidades pascícolas en los puertos de Aisa y Ordesa (Pirineo central). En C. Chocarro, F. Santiveri, R. Fanlo, I. Bovet y J. Lloveras (eds.). *Producción de pastos, forrajes y céspedes*. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP (ETSEA Lleida, 6 al 10 de mayo)*: 147-152. Universidad de Lleida.
- Badía, D., J. A. Cuchí, C. Martí y J. Casanova, 2006. *Los suelos en los viñedos de la DO Somontano*. PUZ (“Ciencias”, 8). Zaragoza.
- Badía, D., y F. Fillat, 2008. Geología, clima y suelos: descripción del marco físico. En F. Fillat, R. García, D. Gómez y R. Reiné (eds.). *Pastos del Pirineo*: 37-59. CSIC – DPH. Madrid.
- Badía, D., R. Valero, A. Gracia, C. Martí y F. Molina, 2007. Ten year growth of woody species planted in reclaimed mined banks with different slopes. *Arid Land Research and Management*, 21: 67-79.
- Badía, D., F. Fillat, J. Aguirre, D. Gómez, J. R. Sánchez y C. Martí, 2008. Variation of soil chemistry and plant composition through a livestock resting area in the Spanish Pyrenees. *Agrochimica*, 52 (3): 189-199.
- Badía, D., P. Ibarra, C. Martí, L. A. Longares y Á. Belmonte, 2008. *El Aiguabarreig: suelos y paisajes*. Consejo de Protección de la Naturaleza (“Serie Investigación”, 53). Zaragoza.
- Badía, D., C. Martí, E. Palacios, C. Sancho-Marcén y R. M^a Poch, 2009. Soil evolution over the Quaternary period in a semiarid climate (Segre river terraces, northeast Spain). *Catena*, 77: 165-174.
- Bascomb, C. L., 1968. Distribution of pyrophosphate iron and organic carbon in soils of various groups. *Journal of Soil Science*, 19: 251-256.
- Belmonte, Á., 2003. *Guía geológica del Pirineo*. Pirineo. Huesca.
- Belmonte, Á., 2005. *El paisaje altoaragonés: una aproximación desde la geología*. IEA (“Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo”, 26). Huesca.
- Benito, G., 1989. *Geomorfología de la cuenca baja del río Gállego*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Zaragoza.
- Blakemore, L. C., P. L. Searle y B. K. Daly, 1981. *Soil Bureau laboratory methods: methods for chemical analysis of soils*. New Zealand Soil Bureau Scientific Report, 10. Department of Scientific and Industrial Research. Lower Hutt.
- Casas, A. M., y G. Pardo, 2004. Estructura pirenaica y evolución de las cuencas sedimentarias en la transversal Huesca-Olorón. En *Itinerarios geológicos por Aragón*: 63-96. Sociedad Geológica de España (“Geo-Guías”, 1). Madrid.
- Chueca, J., J. L. Peña, F. Lampre, J. M. García-Ruiz y C. Martí-Bono, 1998. *Los glaciares del Pirineo aragonés: estudio de su evolución y extensión actual*. Universidad de Zaragoza.
- Cuchí, J. A., 1989. *Aportaciones al conocimiento de los suelos salinos de Aragón*. INIA (“Serie Monográfica de Tesis Doctorales”, 79). Madrid.
- Departamento de Edafología de la Estación Experimental de Aula Dei. *Cartografía de suelos de Aragón*. E. 1 : 200 000. Inédito. Zaragoza.
- FAO, 2006. *Guidelines for soil description*. Roma. 4^a ed.
- Geoal-Geoambiente, 2008. *Ruta geológica transpirenaica Aspe – Alto Aragón* <<http://www.routetranspyreneenne.com>> [fecha de consulta: 15 de abril de 2009]
- Gisbert, J. M., y S. Ibáñez, 2002. *Génesis de suelos*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Gutiérrez, M., y J. L. Peña, 1994. Depresión del Ebro. En M. Gutiérrez-Elorza (ed.). *Geomorfología de España*: 305-349. Rueda, Madrid.
- Guerra, A., y F. Monturiol, 1970. *Mapas de suelos de las provincias de Zaragoza, Huesca y Logroño*. CSIC. Madrid.
- Herrero Isern, J., 1991. *Morfología y génesis de suelos sobre yesos*. INIA (“Colección monografías”, 77). Madrid.
- Herrero Isern, J., 2008. Salinidad edáfica en varios salobres de Aragón. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 4: 1-164.
- Herrero Isern, J., R. Rodríguez y J. Porta Casanelles, 1989. *Colmatación de drenes en suelos afectados por salinidad*. IFC. Zaragoza.

- Holmgren, G. G. S. 1967. A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. *Soil Science Society of America Journal Proceedings*, 31: 210-211.
- Ibarra, P. 1998. Mapa de suelos de Aragón (escala 1 : 300 000). En *Atlas multimedia de Aragón*. CAI – IFC. Zaragoza.
- Ibarra, P. 2004. La diversidad edáfica del territorio aragonés. En J. L. Peña, L. A. Longares y M. Sánchez (eds.). *Geografía física de Aragón*. Universidad de Zaragoza– IFC. Zaragoza.
- Instituto Geográfico Nacional, 2006. *Atlas nacional de España: geología, geomorfología y edafología*. Centro Nacional de Información Geográfica. Madrid.
- IUSS, Grupo de trabajo WRB, 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización, 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos, 103. FAO, Roma.
- Julián, A., J. L. Peña, J. Chueca, J. Zabalza, A. Lapeña e I. López, 2000. Cartografía de zonas probables de aludes en el Pirineo aragonés: metodología y resultados. *Boletín de la AGE*, 30: 119-131.
- Lewis, C. J., E. V. McDonald, C. Sancho, J. L. Peña y E. Rhodes, 2009. *Climatic implications of correlated Upper Pleistocene glacial and fluvial deposits on the Cinca and Gállego Rivers (NE Spain) based on OSL dating and soil stratigraphy*. *Global and Planetary Change*, 67: 141-152.
- MAPA, 1994. *Métodos oficiales de análisis*, vol. 3: *Plantas, suelos y aguas para riegos, fertilizantes orgánicos e inorgánicos*. MAPA. Madrid.
- Marín, J. M., J. L. Peña, M. T. Echeverría, F. Pellicer, J. M. Cuadrat y L. M. Yetano, 1987. El marco natural aragonés. En L. M. Frutos (ed.) *Atlas temático de Aragón*, t. 5: *Geografía*: 27-145. Moncayo. Zaragoza.
- Nogués Navarro, J., 2002. *Mapa de suelos de Barbués y Torres de Barbués: aplicaciones para la modernización de regadíos*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón (“Serie Investigación”, 36). Zaragoza.
- Pedrocchi, C. (ed), 1997. *Guía del naturalista de los Pirineos*. Planeta. Barcelona.
- Pellicer, F., y M^a T. Echevarría, 1989. *Formas de relieve del centro de la depresión del Ebro*. IFC. Zaragoza.
- Peña, J. L., 1994. Cordillera pirenaica. En M. Gutiérrez-Elorza (ed.). *Geomorfología de España*: 159-225. Rueda, Madrid.
- Peña, J. L., 1995a. Mapa litológico. En S. Escolano (ed.). *Atlas de geografía de Aragón*. IFC – CAI – DPZ. Zaragoza.
- Peña, J. L., 1995b. Mapa geológico. En S. Escolano (ed.). *Atlas de geografía de Aragón*. IFC – CAI – DPZ. Zaragoza.
- Peña, J. L. 1995c. Unidades morfoestructurales. En S. Escolano (ed.). *Atlas de geografía de Aragón*. IFC – CAI – DPZ. Zaragoza.
- Peña, J. L., F. Pellicer, A. Julián, J. Chueca, M. T. Echeverría, M. V. Lozano, M. Sánchez, 2002. *Mapa geomorfológico de Aragón*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón (“Serie Investigación”, 34). Zaragoza.
- Peña, J. L., C. Sancho, C. Lewis, E. McDonald y E. Rhodes, 2003. Las morrenas terminales de los valles glaciares del Gállego y Cinca (Pirineo de Huesca). Datos cronológicos. *Boletín Glaciológico Aragonés*, 4: 91-109.
- Porta, J., M. Acevedo y R. Rodríguez, 1986. *Técnicas y experimentos en edafología*. Col·legi Oficial d'Enginyers Agrònoms de Catalunya. Barcelona.
- Porta, J. (comp.), 1983. *Sinedares, sistema de información edafológica y agronómica de España: manual para la descripción codificada de suelos en el campo*. Revisado por la CBDSA. MAPA. Madrid.
- Porta, J., M. López-Acevedo y C. Roquero, 2003. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Mundi-Prensa. Madrid. 3^a ed.
- Qadir, M., S. Schubert, D. Badía, B. R. Sharma, A. S. Qureshi y G. Murtaza, 2007. Amelioration and nutrient management strategies for sodic and alkali soils. *CAB reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 21: 1-13 <<http://www.cababstractsplus.org/cabreviews/Index.asp>> [fecha de consulta: 15 de abril de 2009].
- Rodríguez Vidal, J., 1986. *Geomorfología de las Sierras Exteriores oscenses y su piedemonte*. IEA (“Colección de Estudios Altoaragoneses”, 4). Huesca.
- Sancho, C., 1991. *Geomorfología de la cuenca baja del río Cinca*. Microficha. IEA. Huesca.
- Saña, J., J. C. Moré y A. Cohí, 1996. *La gestión de la fertilidad de los suelos*. MAPA. Madrid.
- Serrano, E., 1998. *Geomorfología del Alto Gállego*. IFC. Zaragoza.
- Serrano, E., y J. A. Cuchí, 2005. Glacial landforms and evolution in the Pyrenees (The Gállego river valley, Central Pyrenees). Field Trip Guide. En *Sixth International Conference on Geomorphology*: 255-309. Kronos. Zaragoza.
- SSS (Soil Survey Staff), 2006. *Claves para la taxonomía de suelos*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Washington. 10^a ed.
- USDA, 1980. *National Soils Handbook*. Soil Conservation Service. Washington.
- Vidal, M., 1993. Los suelos rojos de la Canal de Berdún (Huesca). *Lucas Mallada*, 5: 149-166.
- Vidal, M., I. Sánchez-Carpintero, A. Pinilla, C. Roquero y A. López, 1997. Análisis de una secuencia de suelos rojos en la cuenca alta del río Aragón (Huesca, España) con especial referencia a la componente mineralógica. *Lucas Mallada*, 9: 183-195.

OTROS TÍTULOS DE LA COLECCIÓN

1. El monasterio dúplice de Sigüenza
2. Nuestros árboles
3. La Laguna de Sariñena, lugar de encuentro
4. Los museos altoaragoneses
5. Guía monumental y artística de Serrablo
6. Las aves acuáticas del Altoaragón
7. ¿Por qué fue importante Costa?
8. Roda de Isábena, ex sede y catedral ribagorzana
9. Guara, aula de la naturaleza
10. Fiestas tradicionales del Altoaragón
11. El Altoaragón antes de la Historia (Edad de Piedra)
12. El Altoaragón antes de la Historia (Edades de los Metales)
13. Fósiles del Altoaragón
14. La arquitectura megalítica
15. La casa tradicional altoaragonesa (una perspectiva antropológico-social)
16. Artesanos de hoy
17. Los insectos del Altoaragón
18. Historia geológica del Altoaragón (cuatro momentos de millones de años)
19. Tierras oscenses en la narrativa de Ramón J. Sender
20. El museo etnológico de Ansó: reflejo de la historia y cultura de un pueblo
21. Los glaciares altoaragoneses
22. Las libélulas del Altoaragón
23. Los anfibios del Alto Aragón
24. Fauna vertebrada amenazada y extinguida del Alto Aragón
25. Las arañas del Alto Aragón
26. El paisaje altoaragonés: una aproximación desde la geología
27. La aventura científica de Ramón y Cajal