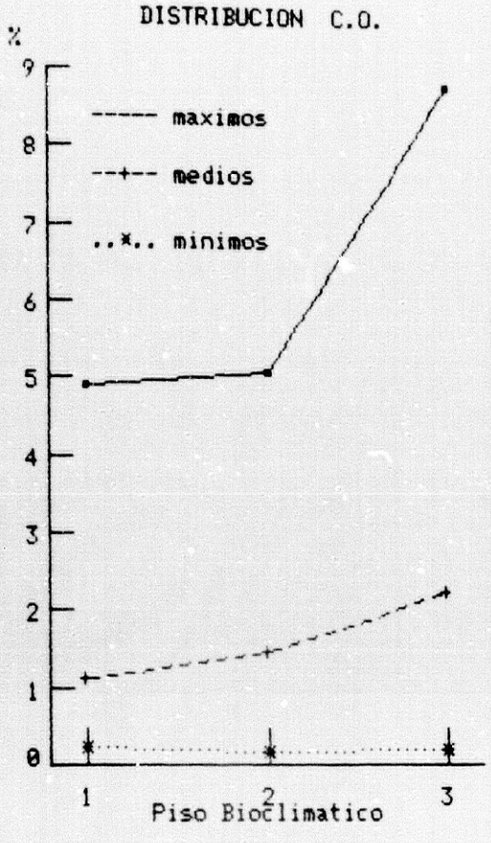


Fig.7.32.- Distribución del contenido en C.O. de los suelos en función del piso bioclimático.

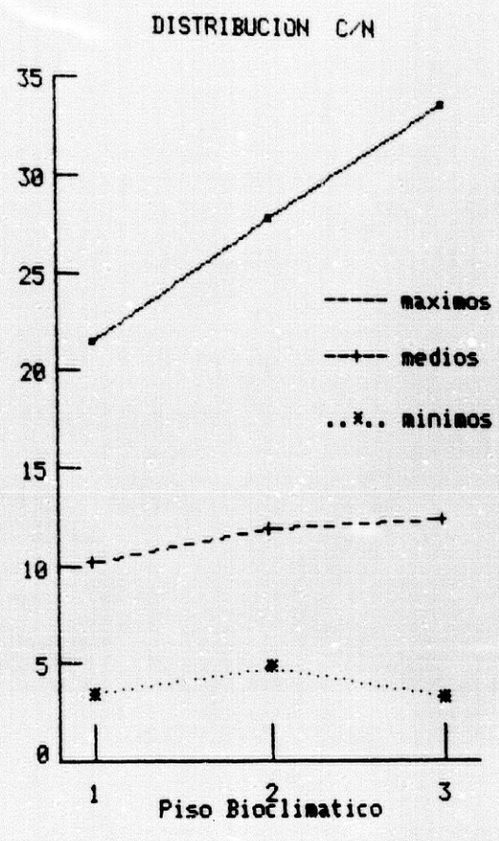


Fig.7.33.- Distribución de la relación C/N de los suelos en función del piso bioclimático.

La capacidad de cambio (T) es un parámetro que depende fundamentalmente de la fracción arcilla y de la cantidad y calidad de la materia orgánica, dado que en ellas se concentran la mayoría de las cargas negativas del suelo; no obstante, arcilla y materia orgánica tienen comportamientos opuestos con la altitud, de forma que mientras que la primera decrece la segunda se incrementa. Este comportamiento opuesto hace que los valores de capacidad de cambio no muestren una distribución regular con la altura, alcanzándose el máximo valor medio en el piso mesomediterráneo debido a sus mayores contenidos en arcilla. En el piso supramediterráneo, el incremento de la materia orgánica no compensa la disminución de las cargas negativas que se produce a consecuencia de la disminución del contenido en arcilla en relación con el piso mesomediterráneo, por lo que se alcanzan menores valores medios de capacidad de cambio; mientras que, si comparamos los pisos supra y oromediterráneo, la disminución en el contenido medio en arcilla de este último sí que se ve compensada por el incremento en ...te-

ria orgànica y el valor medio de capacidad de cambio vuelve a incrementarse (fig.7.34).

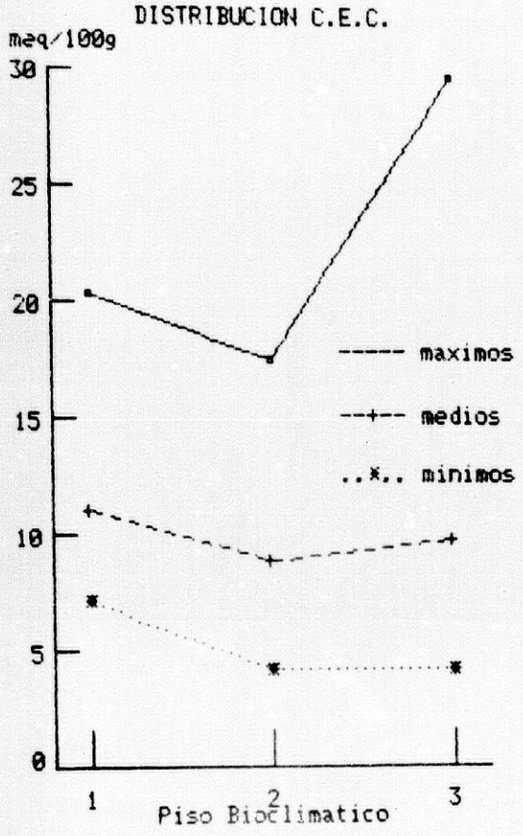


Fig.7.34.-Distribución de la T de los suelos en función del piso bioclimático.

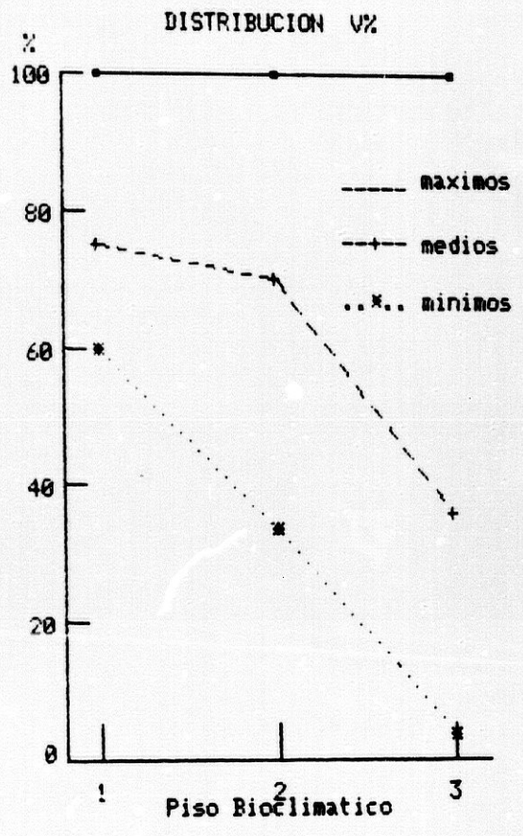


Fig.7.35.-Distribución del V de los suelos en función del piso bioclimático

Respecto al grado de saturación, al depender fundamentalmente de la intensidad del proceso de meteorización química, responsable de la liberación de bases al medio, y del lavado, responsable de la extracción y eliminación de las mismas, es lógico que disminuya con la altitud tal y como podemos ver en la fig.7.35, disminución que es particularmente acusada entre los pisos oro y supramediterráneo.

Todas estas diferencias, que se producen entre los distintos parámetros de los suelos en función del piso bioclimático en que se presenten, conducen a un grado de diferenciación entre los mismos que, de acuerdo con el análisis de similaridad, es máximo entre el piso oromediterráneo y los pisos supra y mesomediterráneo y mínimo entre estos dos últimos.

Con objeto de comprobar si las diferencias observadas entre los valores medios de los distintos parámetros de los tres grupos de suelos (oromediterráneo, supramediterráneo y mesomediterráneo) eran reales y respondían a la actuación diferencial de los factores formadores que rigen en cada piso o se debían más bien al azar o a problemas de muestreo, llevamos a cabo un análisis de la varianza general en el que usamos como criterio ensayos de la t de "Student" y cuyos resultados se pueden ver en la tabla 7.1.

Tabla 7.1

ENSAYOS DE LA "t DE STUDENT" DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LOS DISTINTOS PARAMETROS EDAFICOS

			$\bar{X}$					
VARIABLE	B	W	ORO	SUPRA	MESO	NIVEL DE	SIGNIFICACION	
pH	8,948	0,329	5,90	6,50	6,60	O-S=###	O-M=###	S-M= -
C.O.	16,182	1,943	2,21	1,49	1,21	O-S=##	O-M=##	S-M= -
N	0,060	0,009	0,17	0,12	0,11	O-S=##	O-M=##	S-M= -
C'N	45,410	19,558	12,40	11,90	10,20	O-S= -	O-M=#	S-M= -
ARCILLA	288,489	45,349	13,50	14,20	19,10	O-S= -	O-M=###	S-M=##
LIMO	331,349	66,327	31,70	28,40	26,90	O-S=#	O-M=#	S-M= -
ARENA	160,909	135,66	54,80	57,40	54,00	O-S= -	O-M= -	S-M= -
T	39,965	13,09	9,74	8,86	11,00	O-S= -	O-M= -	S-M=#
S	339,114	24,43	3,63	7,10	8,31	O-S=###	O-M=###	S-M= -
Ca**	154,816	4,40	2,62	4,57	6,30	O-S=###	O-M=###	S-M=##
Mg*	13,025	0,87	0,87	1,39	1,79	O-S=###	O-M=###	S-M= -
K*	0,108	0,04	0,20	0,26	0,16	O-S=#	O-M= -	S-M= -
Na*	0,010	0,01	0,03	0,05	0,01	O-S=##	O-M=#	S-M= -
V%	27072,370	443,96	36,90	69,70	75,20	O-S=###	O-M=###	S-M= -
Fed/Fet	0,117	0,020	0,36	0,36	0,47	O-S= -	O-M=##	S-M=##

NIVEL DE SIGNIFICACION.-

altamente significativo (0,1%; ## muy significativo (1%; # significativo (5%; - no significativo)5%
"B"= Suma de cuadrados "entre grupos". "W"= Suma de cuadrados "dentro de los grupos.
"O"= Oromediterráneo. "S"= Supramediterráneo. "M"= Mesomediterráno.

Como se puede deducir de los resultados obtenidos, el nivel de significación de las diferencias entre las medias de la mayoría de los parámetros de los tres grupos de suelos estudiados, es alto o muy alto entre los pisos oro y supramediterráneo o entre oro y mesomediterráneo, mientras que no es significativo entre los pisos supra y mesomediterráneo. Estos hechos, de alguna forma, vienen a corroborar los resultados obtenidos en el análisis de

similaridad, ya que nos confirman que los factores que imperan en el piso oromediterràneo imponen a sus suelos unas caracteristicas claramente diferenciadas de las de los suelos de los pisos supra y mesomediterràneo, mientras que entre estos dos últimos la variabilidad de los factores no impone tan clara diferenciación.

Si analizamos la variación de los valores medios de cada uno de los parámetros, tanto el pH como los cationes de cambio y, en especial, el grado de saturación, disminuyen con la altitud; disminución que es muy acusada cuando se sobrepasan los 2.000 m., que, por término medio, es el límite inferior del piso oromediterràneo; de forma que los suelos pasan de tener un carácter eútrico a un carácter districo con fuerte reducción en el contenido en cationes, sobre todo Ca^{++} y Mg^{++}, que no se ve acompañada de una disminución de la capacidad de cambio de los suelos. Por el contrario, tanto el carbono orgánico como el nitrógeno aumentan con la altitud, al igual que lo hace la relación C/N; no obstante, mientras que el nivel de significación entre las medias de los dos primeros parámetros es muy alto entre los pisos oro-supramediterràneo y oro-mesomediterràneo, en el tercero es únicamente significativa entre los pisos oro-mesomediterràneo.

Con respecto al resto de los parámetros, o bien sus valores medios no presentan diferencias significativas entre los distintos pisos bioclimáticos o bien la significación no sigue las pautas vistas hasta ahora. Dentro de éstos cabe destacar la textura, capacidad de cambio y relación Fed/Fet.

En relación con la textura, arcilla y limo muestran un comportamiento opuesto con respecto a la cota altitudinal, de forma que, mientras que la arcilla disminuye conforme se asciende en el macizo, el limo se incrementa; no obstante, el nivel de significación entre las medias de ambos parámetros en función del piso bioclimático, no mantiene un comportamiento uniforme; así, mientras que la variación de la arcilla es altamente significativa o muy significativa entre los pisos oro-supramediterràneo y supramesomediterràneo y no significativa entre los pisos oro-mesomediterràneo, la diferencia entre los contenidos medios de limo es significativa entre los pisos oro-supramediterràneo y oro-mesomediterràneo y no significativa entre los pisos supra-mesomediterràneo. La arena no presenta una distribución lineal con la altitud, incrementándose en el piso supramediterràneo y disminuyendo en los pisos oro y mesomediterràneo, de forma que la diferencia entre los contenidos medios no es significativa entre ninguno de los pisos bioclimáticos.

La capacidad de cambio, al igual que la arena, no muestra un comportamiento uniforme con la cota altitudinal; alcanza el máximo valor medio en el piso mesomediterràneo, desciende en el supramediterràneo y vuelve a aumentar en el oromediterràneo, al

tiempo que la diferencia entre las medias únicamente es significativa al nivel del 5%, entre los pisos supra-mesomediterràneo.

Por último, la relación Fed/Fet también muestra un comportamiento anómalo con la altitud y, al igual que la capacidad de cambio y la arena, alcanza el valor medio más alto en el piso mesomediterràneo, desciende en el supramediterràneo y vuelve a aumentar ligeramente en el oromediterràneo, al tiempo que la diferencia entre medias es muy significativa entre los pisos oro-mesomediterràneo y supra-mesomediterràneo, y no significativa entre los pisos oro-supramediterràneo.

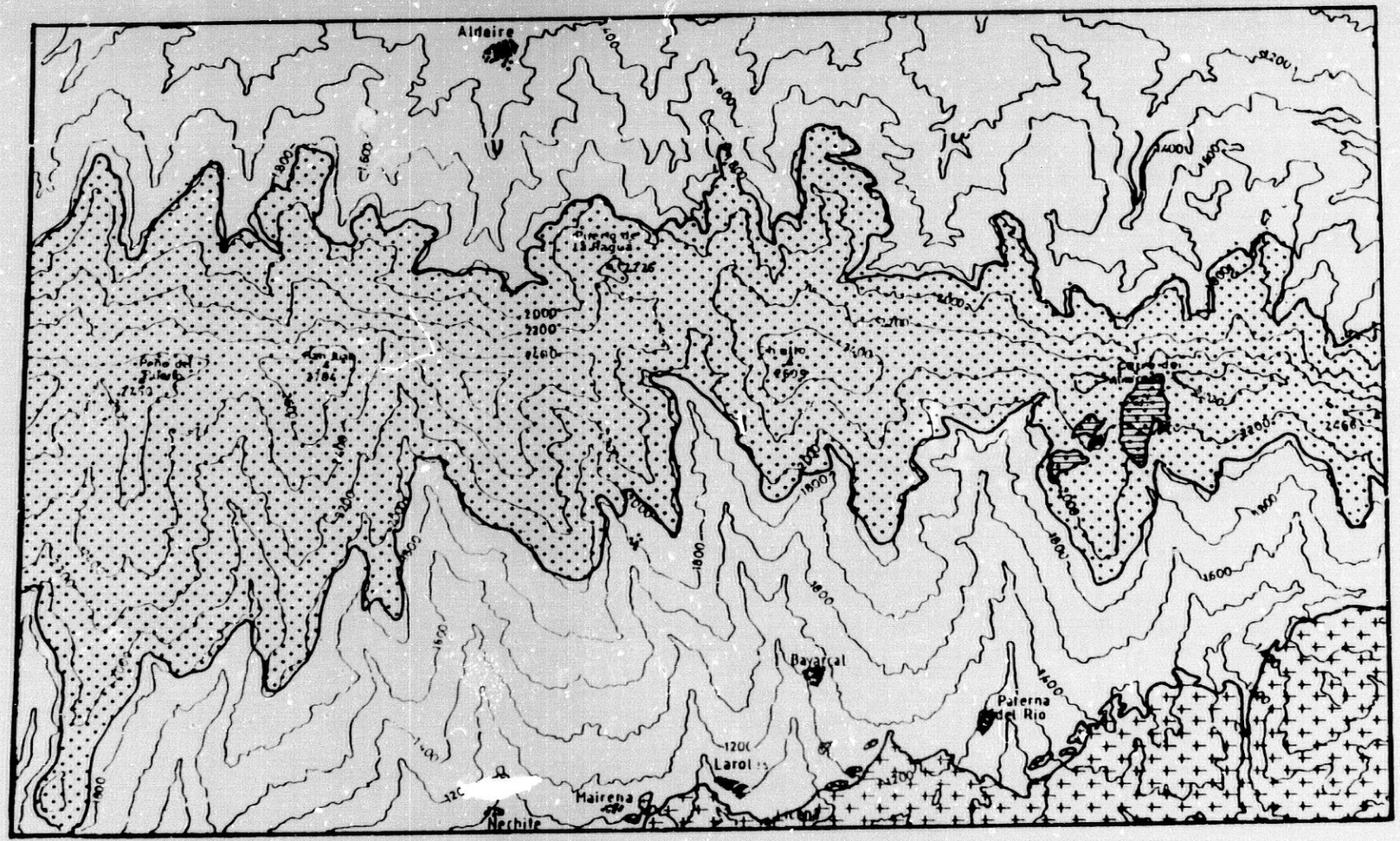
Todos estos hechos parecen indicar que, si bien la variabilidad de algunos parámetros de los suelos presentes en el litosistema ácido, como pH, C.O., N, bases de cambio y grado de saturación, se deben fundamentalmente a las variaciones climáticas que se producen entre las cotas superiores e inferiores a 2.000 m., existen en ellos otros parámetros como textura, capacidad de cambio y relación Fed/Fet, en los que esta dinámica se ha visto alterada por alguna causa que parece haber afectado, fundamentalmente, al piso supramediterràneo, en el que se observa un comportamiento anómalo de los valores medios de dichos parámetros en relación con los pisos superior e inferior a él.

Si analizamos la naturaleza de los dos grupos de parámetros, se puede observar cómo en el primero se incluyen aquéllos de evolución más o menos rápida en el tiempo, mientras que los del segundo son de evolución más lenta; este hecho parece indicar que la causa que alteró la dinámica de los parámetros de los suelos en relación con el clima de cada intervalo de cotas altitudinales, debió de actuar en un pasado más o menos lejano en el tiempo y que, desde el momento en que dejó de actuar hasta el presente, los suelos han evolucionado en función de las características reinantes, de forma que aquellos parámetros de evolución rápida se encuentran hoy día perfectamente relacionados con la climatología actual, mientras que en los de evolución más lenta esa correlación no se ha alcanzado aún. Es probable que la dinámica impuesta por el periglaciarismo, con formación de grandes coluvios de solifluxión que debieron provocar un rejuvenecimiento de los suelos, sea la causa que, en su día, alteró la relación existente entre los parámetros de los suelos y las características climáticas.

Todos estos resultados vienen a confirmar la clara diferenciación que la altitud, a través de los cambios climáticos que condiciona, impone en las características de los suelos situados por encima o por debajo de la cota 1.900-2.000 m., que suele coincidir con la cota de división de los pisos oro y supramediterràneo; hecho que nos ha inducido a distinguir, dentro

del LITOSISTEMA ACIDO, dos climofacies claramente diferenciadas: CLIMOFACIES ACIDA OROMEDITERRANEA y CLIMOFACIES ACIDA SUPRA-MESO-MEDITERRANEA; cuya distribución se puede ver en el mapa de la página siguiente, en el que aparecen representadas todas las climofacies presentes en el territorio estudiado.

MAPA DE DISTRIBUCION DE CLIMOFACIES



ACIDA OROMEDITERRANEA

ACIDA SUPRA MESOMEDITERRANEA

ULTRABASICA SUPRA MESOMEDITERRANEA

CARBONATADA SUPRA MESOMEDITERRANEA

7.1.1.1. CLIMOFACIES ACIDA OROMEDITERRANEA.

En términos generales, se sitúa por encima de la cota de 1.900-2.000 m. y ocupa una extensión de 20.001 Has. aproximadamente, lo que representa el 36,5% del total del área de estudio y el 39% del litosistema ácido.

Los principales procesos que rigen el desarrollo de los suelos de esta climofacies en particular y de los de la zona de estudio en general, son la meteorización y la acumulación de materia orgánica; por lo tanto, el clima que reina a estas elevadas cotas altitudinales, con inviernos muy fríos y húmedos y veranos cálidos y muy secos, es, a través de la regulación de ambos procesos, el principal condicionante de la mayor parte de las características, propiedades y grado de evolución de los suelos.

Con respecto a los procesos de meteorización, cabe hacer una distinción entre meteorización química y física. La meteorización química, responsable de la formación de la fracción más fina del suelo y de la liberación de hierro y bases en general y, por consiguiente, del desarrollo de propiedades tan importantes como la estructura entre otras, se ve favorecida por unas condiciones de humedad y temperaturas elevadas; de ahí que en esta climofacies las bajas temperaturas invernales y fuerte desecación estival reduzcan la intensidad del proceso que actúa, con cierta intensidad, únicamente en los periodos de primavera y otoño en los que se dan conjuntamente las suficientes condiciones de humedad y temperatura. La meteorización física, por el contrario, se ve favorecida por los procesos alternantes de hielo-deshielo que son particularmente intensos en estas elevadas cotas altitudinales y dan lugar a la desagregación del material original con formación de partículas minerales que pueden llegar a alcanzar hasta el tamaño limo.

Por lo tanto, dentro de esta Climofacies y de acuerdo con la dinámica de ambos tipos de meteorización, cabe esperar, en términos generales, un predominio de los procesos de meteorización física sobre la química; predominio que, si tenemos en cuenta la gradación de ambos procesos en función de la cota altitudinal, se incrementará con la altitud.

Este predominio de la meteorización física es el principal responsable de la gruesa textura de los suelos de esta climofacies, con un fuerte predominio de las fracciones arena y limo en detrimento de la fracción arcilla. Por otra parte, la baja intensidad del proceso de meteorización química, responsable de la liberación de bases a la solución del suelo, unido al mayor lavado que se produce como consecuencia de la intensificación de las precipitaciones en estas zonas elevadas, dan lugar a una fuerte desaturación de los suelos que adquieren así un carácter dístrico.

En cuanto al proceso de acumulación de materia orgánica, éste viene condicionado por la vegetación típica de esta climofacies ácida oromediterránea. Se trata de un "piornal" con un denso y relativamente profundo enraizamiento que aporta una elevada cantidad de materia orgánica al suelo, tanto en superficie como en profundidad, de forma que el contenido medio en carbono orgánico de sus suelos supera el 2,2% y es el más alto de las distintas climofacies; no obstante, los mismos factores que ralentizan el proceso de meteorización química, así como las consecuencias que de ella se derivan, limitan también el proceso de descomposición de los restos vegetales y de ahí que el valor medio de la relación C/N sea también el más alto de todas las climofacies ácidas. En general, este proceso de acumulación es lo suficientemente intenso como para que en los suelos se desarrolle un epipedón que reúne las características del úmbrico, aunque, en ocasiones, no se puede clasificar como tal, debido a condicionamientos de color que, en sí, son ajenos al proceso de acumulación de materia orgánica y están relacionados con el color oscuro del material original, micasquisto grafitoso, y que hace que, sobre todo en húmedo, el color del epipedón no sea, al menos, una unidad de value menor que el del horizonte subyacente.

Por otra parte, si bien es cierto que el proceso de meteorización química que afecta a los suelos de esta climofacies es relativamente débil por las razones que ya hemos expuesto, no es menos cierto que en las zonas más bajas de la misma, entre 1.900-2000 m. y 2.300-2.400 m. aproximadamente, este proceso muestra la suficiente intensidad como para que en los suelos se pueda desarrollar un horizonte Bw de meteorización que reúne las características del cámbico y cuyos rasgos más destacados son un mayor desarrollo estructural, mayor contenido en arcilla, croma más elevado y superior relación Fed/Fet que el horizonte C subyacente. No obstante, este proceso de meteorización química diferencial suele presentarse a una profundidad máxima de 30-35 cm., profundidad a la que también tiene lugar una fuerte acumulación de materia orgánica procedente, fundamentalmente, de las raíces del piorno y que oscurece la totalidad del perfil hasta esa profundidad y hace que cumpla las características del úmbrico; el cual, al presentar una profundidad superior a 25 cm., da al suelo la categoría de Cambisol úmbrico. Los perfiles 14 y 52 de nuestro estudio representan a este tipo de suelo.

En ocasiones, o bien porque el croma del horizonte Bw es superior a 3,5 o bien porque el horizonte u horizontes superficiales no oscurecen en al menos una unidad con respecto al horizonte C subyacente, lo cierto es que el epipedón no cumple las características del úmbrico, aunque el cámbico sigue existiendo y el suelo se clasifica como Cambisol dístrico. Los perfiles 1 y 2 representan a los Cambisoles dístricos con cromas superiores a 3,5, mientras que los perfiles 45 y 68 representan a aquellos

otros que, de hecho, muestran un epipedòn úmbrico, pero que no se puede clasificar como tal por falta de oscurecimiento con respecto al horizonte C.

Otros tipos especiales de Cambisoles úmbricos, en los que no se observa de forma tan clara el desarrollo de un horizonte Bw de meteorizaciòn, son los perfiles 8 y 46. El perfil 8 se localiza en zona de vaguada, en la que parece producirse un rejuvenecimiento del suelo por aportes laterales; tanto el horizonte Ah como el AC de transiciòn no muestran una estructura bien desarrollada y la relaciòn Fel/Fet es menor que en el horizonte C, aunque ambos cumplen las caracteristicas del úmbrico. El perfil 46 està situado bajo una repoblaciòn de pinos mediarte el sistema de aterrazamiento que, en su dia, hace aproximadamente 20 años, provocò una alteraciòn del suelo original de forma que los horizontes organominerales se desmantelaron de unos sitios y fueron a engrosar otros. Estas zonas de sobreengrosamiento del horizonte organomineral estàn representadas por el perfil 46, en el que el epipedòn úmbrico llega a alcanzar los 50 cm. de profundidad y, de ahi, el caràcter pàchico que presenta en la clasificaciòn USDA.

Si se sigue ascendiendo dentro de esta climofacies, la ralentizaciòn cada vez mayor del proceso de meteorizaciòn quimica, sobre todo en zonas con una cierta pendiente, inhibe el desarrollo de un horizonte Bw, aunque el proceso de acumulaciòn de materia orgànica se sigue produciendo; no obstante, sobre estos suelos menos desarrollados, la vegetaciòn presenta una menor cobertura y la incorporaciòn de materia orgànica no es tan profunda, de forma que el epipedòn úmbrico no suele superar los 25 cm. de profundidad y el suelo se tiene que encuadrar en la categoria de Leptosol úmbrico, aunque, como a continuaciòn veremos, no siempre cumplen todos los requisitos de Leptosoles. Estàn caracterizados por el perfil 7.

La nueva clasificaciòn de la FAO de 1985 encuadra, dentro de Leptosoles, aquellos suelos que o bien presentan un contacto lìtico o paralìtico dentro de los primeros 25 cm. o bien, si se desarrollan sobre materiales no consolidados, muestran, dentro de una profundidad de 75 cm., un contenido en tierra fina inferior al 20%. Dentro de ellos, aquèllos que presenten un epipedòn úmbrico se encuadran en la categoria de Leptosoles úmbricos. Por otra parte, no existe ningùn otro orden dentro de esta clasificaciòn en el que se puedan encuadrar suelos que, no cumpliendo las caracteristicas de Leptosoles, presenten como ùnico horizonte de diagnòstico un epipedòn úmbrico de menos de 25 cm. de espesor, que es lo que en realidad le ocurre al perfil 7 en el que la meteorizaciòn fisica determina la fragmentaciòn de los esquistos y da lugar a un horizonte C, que alcanza los 50 cm. de profundidad. Es por ello que a estos suelos se les ha añadido el signo de interrogaciòn tras el nombre (Leptosol úmbrico ?) y creemos que pa-

a ellos se deberia mantener la denominación de Ranker utilizada en la clasificación de la FAO de 1974.

El perfil 15 representa también a estos Leptosoles úmbricos?, aunque su menor pendiente, en relación con el perfil 7, y mayor cobertura vegetal hacen que el epipedón úmbrico alcance los 25 cm. de profundidad, lo que lo convierte en un suelo puente entre estos Leptosoles y los Cambisoles úmbricos.

Este tipo de Leptosol se puede localizar también a menores cotas altitudinales y desarrollado sobre un coluvio de solifluxión con más del 20% de tierra fina a la profundidad de 75 cm., como es el caso del perfil 9, en el que la implantación de un pinar de repoblación ha reducido la vegetación de sotobosque y el epipedón úmbrico no supera los 25 cm. de espesor. En los casos en que esta repoblación es antigua y desaparece gran parte de la vegetación autóctona de piornal, el horizonte orgánico mineral no oscurece lo suficiente como para poder catalogarlo como úmbrico, caso del perfil 21, por lo que el suelo presenta un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico y se encuadra en la categoría de Regosoles districos; no obstante, en ocasiones es difícil discernir si el horizonte subsuperficial cumple o no las características del cámbico, ya que sus propiedades se encuentran en el límite, de ahí que en estos casos la diferenciación entre Regosol districo y Cambisol districo sea, hasta cierto punto, un tanto subjetiva. El perfil 6 representa a un suelo desarrollado bajo un denso y antiguo pinar de repoblación en el que se ha estimado la existencia de un horizonte Bw de meteorización que no cumple las características del cámbico por falta de espesor, por lo que se sigue clasificando como Regosol districo.

Por otra parte, existen también auténticos Leptosoles úmbricos repartidos por toda esta climofacies; es el caso de los perfiles 4 y 37. El perfil 4 se desarrolla sobre un coluvio muy grueso que contiene menos del 20% de tierra fina y sobre el que se desarrolla un epipedón úmbrico de menos de 25 cm. de espesor; en este tipo de suelo, su escasa potencia, junto a todas las propiedades que ella conlleva, condicionan la substitución del piornal por un tomillar. El perfil 37 representa al Leptosol con un contacto lítico dentro de los primeros 25 cm. y en el que el límite ondulado del horizonte Ah hace que, en ocasiones, el epipedón no pueda clasificarse como úmbrico por falta de espesor, por lo que su clasificación se encuentra entre Leptosol districo y Leptosol úmbrico.

Otros tipos de Leptosoles están representados por los perfiles 5, 30 y 69. El perfil 5 representa a suelos fuertemente erosionados, muy comunes en aquellas áreas en que los esquistos buzan a favor de la pendiente y en las que el suelo no llega a alcanzar los 10 cm. de profundidad; en las condiciones más extre-

mas de erosión (perfil 69), la roca esquistosa aparece totalmente desnuda quedando el material edáfico restringido a las grietas entre las lajas. En el caso del perfil 5, la vegetación la constituye un pastizal de Festuca indigesta y, dado su carácter dístrico, se clasifica como Leptosol dístrico; mientras que en el perfil 69, el escaso lavado a que está sometido el suelo confinado en las grietas, condiciona un grado de saturación superior al 50%, con lo que el suelo adquiere la categoría de Leptosol éutrico.

El perfil 30 caracteriza al Leptosol desarrollado sobre un coluvio de solifluxión muy grosero, en el que el material fino, dentro de los primeros 75 cm., representa menos del 20%. Sería semejante al perfil 4 visto anteriormente, del que se diferencia fundamentalmente por la ausencia de un epipedón úmbrico por falta de oscurecimiento con respecto al horizonte C subyacente, por lo que en este caso se clasificaría como Leptosol dístrico.

Finalmente, los perfiles 10 y 44 representan a otros suelos muy típicos de esta climofacies, como son los Regosoles dísticos desarrollados tanto sobre material "in situ" como sobre coluvios de solifluxión en los que el material fino representa más del 20%. En ambos casos se trata de suelos poco evolucionados, en ellos el proceso de meteorización química no ha llegado a desarrollar un horizonte cámbico y la acumulación de materia orgánica no es lo suficientemente intensa como para que el epipedón cumpla todas las características del úmbrico, en especial, su oscurecimiento con respecto al horizonte C subyacente, problema ya tratado anteriormente. El perfil 10 caracteriza a suelos en los que, si bien el desarrollo es incipiente, el proceso de meteorización física del material es lo suficientemente profundo como para que el contacto lítico se presente por debajo de los primeros 25 cm., lo que condiciona su inclusión en Regosoles, pero dentro de los primeros 50 cm., y de ahí su carácter lépticO. El perfil 44 es típico de los coluvios de solifluxión poco evolucionados, bien por condicionamientos climáticos o bien por procesos de erosión más o menos intensos que, en cualquier caso, limitan el desarrollo del perfil e inhiben la formación de un horizonte de diagnóstico distinto del ócrico, especialmente en aquellas zonas donde el material original es de tonos oscuros.

Un esquema de la dinámica de los suelos de esta climofacies ácida oromediterránea, así como de las posibles relaciones entre ellos, la podemos ver en la fig.7.36. En ella hemos partido de tres formas diferentes de presentarse el material original que, como ya hemos mencionado, se trata de los distintos tipos de micasquistos y cuarcitas del Complejo Nevado-Filábride: A)Coluvio de solifluxión grosero, en el que el material fino representa menos del 20%, B) Roca "in situ" y C) Coluvio de solifluxión con más del 20% de tierra fina.

Sobre los coluvios de solifluxión groseros, el suelo menos desarrollado sería el Leptosol dístrico, el cual, durante el proceso evolutivo, podría formar un epipedón úmbrico e incluso, un cámbico subsuperficial, pero en cualquier caso seguiría cumpliendo las características de los Leptosoles y en su máximo desarrollo se clasificarían como Leptosoles úmbricos.

Cuando los suelos se desarrollan sobre la roca "in situ", su variabilidad es mayor. Así, el estadio menos evolucionado sería el de Leptosol dístrico, que se formaría cuando la roca sin meteorizar se presentase dentro de los primeros 25 cm. y el suelo no presentase más horizonte de diagnóstico que un ócrico. Conforme progresa el proceso de evolución, éste se puede encaminar o bien hacia una meteorización física y química más intensa o bien hacia una mayor incorporación de materia orgánica o bien hacia ambos procesos conjuntamente. En el caso de que se intensifique la metorización física, el límite superior de la roca puede descender por debajo de los primeros 25 cm. y el suelo, en este caso, tendría que clasificarse como Regosol dístrico; cuando es el proceso de acumulación de materia orgánica el que tiene lugar, el suelo desarrolla un epipedón úmbrico y la roca sigue presentandose dentro de los primeros 25 cm., por lo que se clasifica como Leptosol úmbrico; si son los dos procesos los que actúan conjuntamente, el límite superior de la roca descendería por debajo de los primeros 25 cm. y el epipedón úmbrico superaría esta profundidad, con lo que el suelo se clasificaría como Cambisol úmbrico; finalmente, nos quedaría el caso en el que el proceso evolutivo estuviese dirigido por una intensificación de los procesos de meteorización física y química con formación de un cámbico subsuperficial, mientras que el proceso de acumulación de materia orgánica no es lo suficientemente intenso como para formar un epipedón úmbrico de más de 25 cm. de profundidad, lo que daría lugar a un Cambisol dístrico.

Sobre coluvios de solifluxión con más del 20% de tierra fina, el estadio inicial sería un Regosol dístrico y, al igual que en los casos anteriores, su evolución vendría condicionada por un proceso de acumulación de materia orgánica en superficie y por la intensificación de los procesos de meteorización física y química. En el momento en que la acumulación de materia orgánica diese lugar a la formación de un epipedón úmbrico, el suelo, como ya mencionamos, sería de difícil inclusión en la nueva taxonomía de la FAO (1985), ya que, fuera de Leptosoles, no existe ningún orden en el que se puedan incluir, de forma que, si bien lo hemos clasificado como Leptosoles úmbricos?, creemos más apropiado seguir conservando para ellos la terminología de Ranker; a este mismo tipo de suelo se puede llegar a partir de la roca "in situ" siempre que la meteorización física sitúe la presencia de la roca por debajo de los primeros 25 cm., la meteorización química no sea lo suficientemente intensa como para dar lugar a la formación

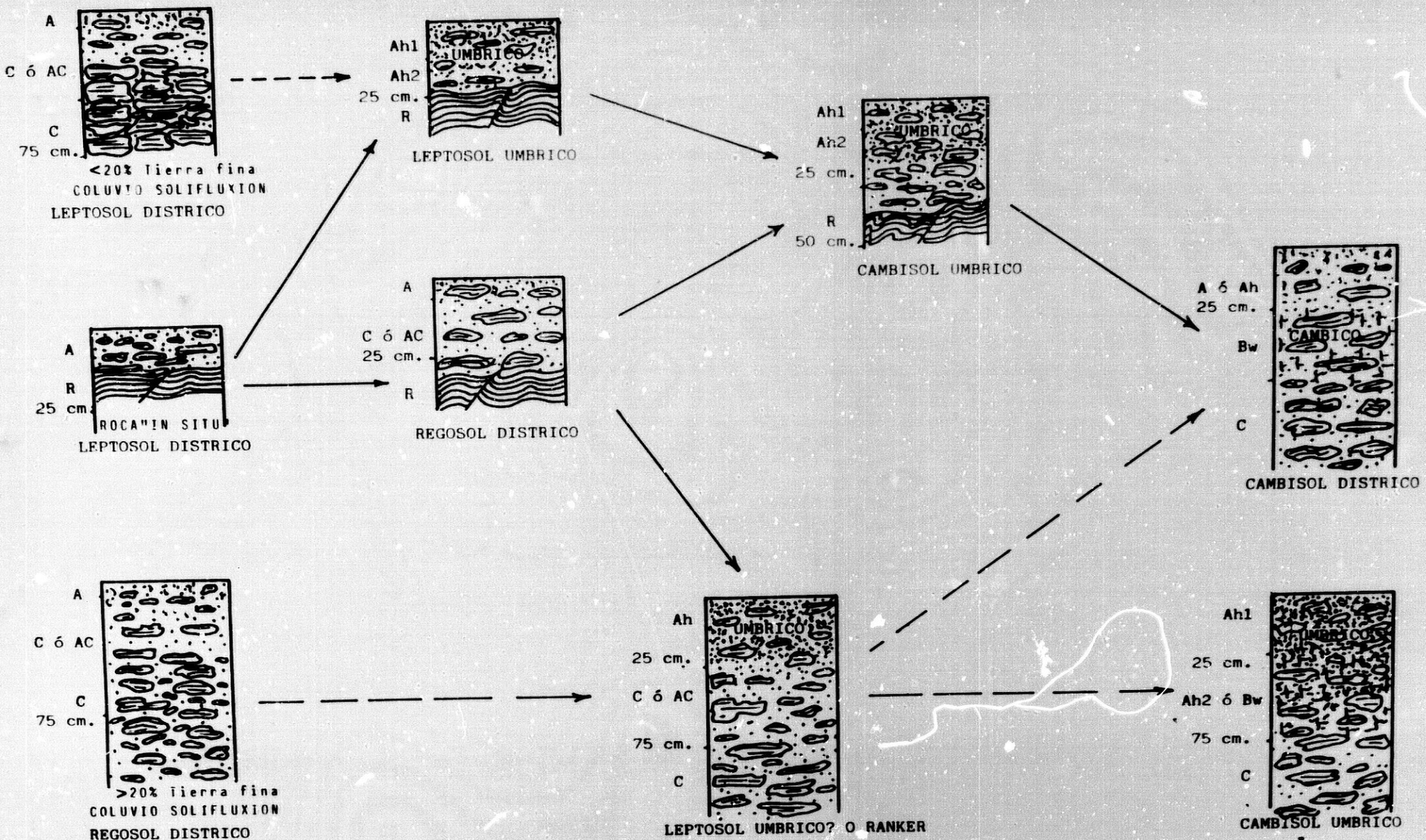


Fig. 7.36.- DINAMICA DE LOS SUELOS EN LA CLIMOFACIES ACIDA OROMEDITERRANEA.

de un cámbico y el epipedón úmbrico tenga menos de 25 cm. de profundidad. Si el proceso de acumulación de materia orgánica sigue progresando en profundidad y el epipedón úmbrico supera los 25 cm. de espesor , el suelo pasaría a ser un Cambisol úmbrico; en este caso, junto al proceso de acumulación de materia orgánica se suele intensificar también el proceso de meteorización física y química, con lo que el suelo desarrolla un horizonte cámbico de meteorización que, cuando cumple los requisitos del úmbrico, hace que el suelo se siga clasificando como Cambisol úmbrico, pero que cuando esto no ocurre, bien porque tiene un croma muy elevado o bien porque el epipedón no oscurece con respecto al horizonte C subyacente, el suelo presenta una secuencia de horizontes ócrico - cámbico o úmbrico menor de 25 cm. - cámbico que hace que se encuadre en la categoría de Cambisol dístrico.

Por otra parte, la actuación diferencial de estos procesos de meteorización y acumulación de materia orgánica no solamente provoca, en función de la intensidad de actuación de cada uno de ellos, toda la diversidad de suelos vista anteriormente, sino que además, dentro de cada suelo induce a una variación de los valores de los distintos parámetros en función del tipo de horizonte formado. Con objeto de analizar dicha variación y ver si las diferencias entre los valores medios de los parámetros de los horizontes A, Bw y C eran significativas o no, llevamos a cabo un análisis de la varianza general en la que usamos como criterio ensayos de la t de "Student" y cuyos resultados se pueden ver en la tabla 7.2.

En base a los resultados que aparecen en la citada tabla, podemos deducir como hecho más relevante el escaso nivel de significación existente entre las diferencias de las medias de los distintos parámetros de los tres tipos de horizontes, lo que viene a indicar que la variación impuesta por la actuación de dichos procesos no es, en la mayoría de las variables, significativa al nivel del 5%; únicamente el proceso de acumulación de materia orgánica impone, en los distintos horizontes, variaciones muy significativas en aquellos parámetros íntimamente relacionados con dicha acumulación.

Tanto el contenido medio en carbono orgánico como en nitrógeno descienden en función de la profundidad del perfil, alcanzándose los máximos valores medios en los horizontes A debido a que el aporte de materia orgánica tiene lugar, fundamentalmente, en los primeros centímetros del suelo ,para pasar posteriormente, de forma paulatina, a incorporarse en profundidad a consecuencia de la actividad biológica; la mayor descomposición de los restos orgánicos conforme se profundiza en el perfil es la que justifica que también disminuya su relación C/N. El hecho de que las diferencias entre las medias de estos parámetros, al menos entre los

TABLA 7.2.

ENSALLOS DE LA "t de STUDENT" DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LOS DIFERENTES PARAMETROS DE LOS HORIZONTES (A, Bw y C) EN LOS SUELOS DE LA CLIMOFACIES ACIDA OROMEDITERRANEA

VARIABLE	F	V	$\bar{X}$ A	$\bar{X}$ Bw	$\bar{X}$ C	Nivel de significación
pH	1,928	0,289	6,00	5,90	5,70	A - Bw = -; A - C = -; Bw - C = -
C.O.	18,389	1,014	3,33	1,62	0,96	A - Bw = ###; A - C = ###; Bw - C = -
N	0,063	0.006	0,22	0,14	0,10	A - Bw = ##; A - C = ###; Bw - C = -
C/N	102,047	15,235	15,50	11,40	9,60	A - Bw = ##; A - C = ###; Bw - C = -
ARCILLA	353,943	27,223	12,50	14,40	13,10	A - Bw = -; A - C = -; Bw - C = -
LIMO	359,715	49,415	28,00	30,10	33,60	A - Bw = -; A - C = ##; Bw - C = -
ARENA	860,118	86,483	59,50	55,50	53,30	A - Bw = -; A - C = #; Bw - C = -
T	69,831	9,939	11,63	9,14	6,87	A - Bw = #; A - C = ###; Bw - C = -
S	91,307	25,527	4,83	3,10	2,09	A - Bw = -; A - C = #; Bw - C = -
Ca**	35,648	3,996	3,67	2,40	1,53	A - Bw = -; A - C = ###; Bw - C = -
Mg**	3,080	0,337	0,83	0,50	0,42	A - Bw = -; A - C = #; Bw - C = -
K*	0,188	0,028	0,30	0,16	0,11	A - Bw = #; A - C = ###; Bw - C = -
Na*	0,003	0,002	0,04	0,03	0,03	A - Bw = -; A - C = -; Bw - C = -
V	4876,448	379,627	42,70	31,30	29,90	A - Bw = -; A - C = #; Bw - C = -
Fel/Fet	0,068	0,018	0,36	0,39	0,34	A - Bw = -; A - C = -; Bw - C = -

NIVEL DE SIGNIFICACION: ### altamente significativo (0,1%; ## muy significativo (1%; # significativo (5% - no significativo)5%

horizontes A y el resto de horizontes, sean altamente significativas o muy significativas, nos pone de manifiesto la clara intervención de este proceso de acumulación de materia orgánica, el cual impone, además, diferencias significativas en otros parámetros directamente relacionados con él, como son la capacidad de cambio y el contenido en potasio de cambio; el primero, debido a que los compuestos orgánicos procedentes de la descomposición de los restos vegetales aportan gran parte de las cargas negativas del suelo y el segundo, debido a que su distribución en el suelo se debe, fundamentalmente, al ciclo biogeoquímico, como ya hemos puesto de manifiesto a lo largo de esta memoria.

Con respecto a los procesos de meteorización física y química, si bien imponen diferencias entre los parámetros más íntimamente relacionados con ellos, como son la textura y la relación Fel/Fet, dichas diferencias no son generalmente significativas.

Dado que el proceso de meteorización química está directamente relacionado con la humedad, será en la capa superficial del suelo, que comúnmente se humedece con la lluvia en donde dicho proceso sea más intenso; esta capa viene a coincidir con el espacio comprendido entre la superficie y el límite inferior del ho-

rizonte Bw y, por tanto, ya que dicho proceso es el principal responsable de la fracción más fina del suelo, será en ella donde cabrá esperar los mayores contenidos en arcilla y menores contenidos en arena. No obstante, de acuerdo con nuestros resultados, el horizonte A es el que presenta los menores valores medios de arcilla y máximos de arena, por lo que la explicación podría estar en la intervención de un proceso de erosión que afectaría, fundamentalmente, a la fracción fina y cuya actuación sería más o menos intensa en la superficie del suelo e iría disminuyendo en razón de la profundidad. Esta erosión afecta también al contenido en hierro libre del horizonte superficial, disminuyendo los valores medios de la relación Fel/Fet de los horizontes A en comparación con los Bw, al igual que lo hacía la arcilla, por lo que, como ya hemos expuesto, pensamos que ambos constituyentes se presentan ligados y se arrastran conjuntamente.

El resto de los parámetros, como el contenido cuali y cuantitativo en cationes de cambio y el grado de saturación, también están íntimamente relacionados con el proceso de meteorización química, responsable de la liberación de dichos cationes a la solución del suelo, y el arrastre lateral por lavado; pero también lo están con el proceso de acumulación de materia orgánica, ya que de él depende la intensidad del ciclo biogeoquímico y, en parte, la capacidad de cambio del suelo. En cualquier caso, estos parámetos decrecen paulatinamente con la profundidad, debido a que los procesos que tienden a incrementar sus valores en la superficie del suelo, como meteorización química y acumulación de materia orgánica, actúan más intensamente que aquellos otros que tienden a disminuirlos, como serían la erosión y el lavado; este comportamiento lo presenta también el pH por su relación, más o menos directa, con el grado de saturación.

El hecho de que todo este conjunto de parámetros esté influenciado por un gan número de procesos, de los que unos actúan positivamente y otros negativamente, podría justificar la escasa significación que existe entre las diferencias de las medias de los tres tipos de horizontes; diferencias que únicamente son significativas entre los horizontes A y C, que representan extremos opuestos en la actuación de todos estos procesos.

Por otra parte, si bien la ralentización del proceso de meteorización química e intensificación de la precipitación con la cota altitudinal condicionan, como carácter general de esta climofacies, una fuerte desaturación de sus suelos, existen determinadas zonas en las que esta dinámica se ve alterada como consecuencia de determinados cambios microclimáticos. Se trata de las zonas de cumbres fuertemente venteadas, en las que el régimen de vientos elimina rápidamente la nieve de su superficie, con lo que el lavado, que se produce fundamentalmente durante el período de deshielo, es muy escaso; por otra parte, otro efecto de la circu-

lación del viento a ras de la superficie del suelo podría ser la formación de una depresión en dicha superficie que tendría como consecuencia un movimiento ascensional de la solución del suelo. Todo ello se traduce en una falta de lavado, con la consiguiente acumulación de bases que hacen que el suelo eleve su pH y adquiera un carácter eútrico; esto a su vez, tiene como consecuencia un cambio drástico en la comunidad vegetal que se asienta sobre estas zonas venteadas en las que desaparecen las especies típicas del piornal ácido, como Genista versicolor y Cytisus oromediterraneus y pasan a dominar otras de mayores apetencias basófilas como Astragalus granatensis , Jurinea humilis Vitaliana primuliflora , Poa ligulata , etc.

Este carácter eútrico condiciona un cambio en la clasificación de los suelos de estas cumbres en relación con el contexto general de la climofacies; los cuales, si tenemos en cuenta que el proceso de meteorización química está tan fuertemente ralentizado que no da lugar en ningún momento a la formación de un horizonte cámbico y que el proceso de acumulación de materia orgánica no es suficiente como para que se forme un epipedón mólico, se encuadran en Leptosoles eútricos (perfil 73) y Regosoles eútricos (perfil 62), pasando por el estadio intermedio de Regosoles eútrico lépticos (perfiles 60, 64 y 65), todo ello en función de la profundidad a que se presenta la roca.

Otro hecho fundamental que creemos de interés en el análisis de estas zonas de cumbres es su régimen de humedad; éste, por la propia dinámica que hemos expuesto, pensamos que será arídico en todos los casos, a pesar de que, basándonos en el régimen general de precipitación y temperatura, en algunos casos lo hayamos tenido que clasificar como xérico.

Además de estos cambios climáticos que se producen en las zonas de cumbres, el estudio climatológico nos puso también de manifiesto claras variaciones en las condiciones de humedad y temperatura que rigen en las vertientes norte y sur del macizo de Sierra Nevada; de forma que, si bien no condicionan cambios tan drásticos como en el caso de las cumbres, sí pueden modificar cuantitativamente los distintos parámetros de los suelos. Con objeto de comprobar el alcance de todo este conjunto de variaciones climáticas, es por lo que llevamos a cabo un análisis de la varianza general de los valores medios de los distintos parámetros de los suelos en función de su localización en zonas de cumbres venteadas, vertiente norte o vertiente sur; al igual que en casos anteriores, usamos como criterio ensayos de la t de "Student" y sus resultados se pueden ver en la tabla 7.3.

En base a estos resultados, los mayores regímenes de precipitación y temperatura de la ladera sur en relación con la norte dan lugar a diferencias en los valores medios de los distintos

parámetros de los suelos, que, si bien no son significativas, sí nos pueden informar acerca de la intensidad de actuación de los distintos procesos edafogenéticos.

Tabla 7.3.

ENSAYOS DE LA "t de STUDENT" DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LOS DIFERENTES PARAMETROS DE LOS HORIZONTES (A, Bw y C) EN LOS SUELOS DE LA CLIMOFACIES ACIDA OROMEDITERRANEA, EN FUNCION DE SU LOCALIZACION EN LA VERTIENTE NORTE (N),SUR (S) O ZONA DE CUMBRES (C).

	$\bar{X}$. Hor. A			$\bar{X}$. Hor.Bw		$\bar{X}$. Hor. C		
VARIABLE	N	S	C	N	S	N	S	C
pH	6,10 ##	5,70 ###	6,90	6,40 ##	5,30	5,60 -	5,30 ###	6,40
		##					#	
C.O.	3,69 -	3,19 -	3,51	1,87 -	1,49	0,92 -	0,85 -	1,36
N	0,21 -	0,22 -	0,24	0,15 -	0,13	0,10 -	0,09 -	0,13
C/N	17,30 -	15,30 -	14,10	12,50 -	11,10	9,50 -	9,30 -	11,00
ARCILLA	13,00 -	12,50 -	12,10	17,90 -	12,70	12,50 -	12,50 -	15,50
LIMO	29,40 -	28,00 -	26,30	35,20 -	30,70	33,50 -	32,50 -	37,30
ARENA	57,50 -	59,40 -	61,60	46,90 -	56,70	54,00 -	55,00 -	47,10
T	11,20 -	11,90 -	10,94	11,60 -	8,30	6,96 -	7,06 -	6,18
S	5,31 -	3,90 -	7,84	5,42 -	2,05	2,09 -	1,72 -	3,05
Ca^{++}	4,02 -	2,86 #	6,33	4,15 #	1,46	1,59 -	1,33 -	2,11
		###						
Mg^{++}	0,89 -	0,74 -	1,08	0,97 -	0,49	0,41 -	0,37 -	0,59
K^{+}	0,38 -	0,25 -	0,37	0,30 -	0,08	0,07 -	0,06 -	0,31
Na^{+}	0,02 -	0,04 -	0,06	0,01 -	0,03	0,02 -	0,03 -	0,04
V	47,60 -	33,80 #	70,60	46,70 #	24,60	28,10 -	23,20 ##	53,30
		###						
Fel/Fet	0,33 -	0,39 -	0,31	0,49 -	0,36	0,43 -	0,32 -	0,33

NIVELES DE SIGNIFICACION: ### Altamente significativo; ## muy significativo; # significativo
- No significativo

Así, el proceso de acumulación de materia orgánica es, en todos los horizontes, superior en la ladera norte, aunque también es más elevada su relación C/N; hechos que vienen perfectamente explicados por las condiciones más secas y frías de dicha ladera, cuyo efecto más inmediato sería la disminución de la actividad biológica y la consiguiente ralentización de los procesos de descomposición y mineralización de dichos componentes orgánicos. Por otra parte, cabría esperar que en la ladera sur, dada su humedad y su temperatura más elevada, el proceso de meteorización química fuese más intenso; no obstante, si analizamos aquellos parámetros

más directamente relacionados con dicho proceso, como el contenido en arcilla y la relación Fel/Fet, dicha regla no se cumple, ya que el contenido en arcilla es, tanto en el horizonte A como en el Bw, superior en la ladera norte, y la relación Fel/Fet, a excepción del horizonte A, es también superior en la ladera norte.

La explicación a esta contradicción creemos que podría estar en el factor tiempo, de forma que sería la mayor juventud de los suelos de la ladera sur la que podría explicar su bajo contenido medio en arcilla y baja relación Fel/Fet. Anteriormente, cuando analizamos el conjunto del Litosistema ácido, apuntamos al periglaciarismo como la posible causa que alteró la relación existente entre los parámetros de los suelos de sus distintas climofacies; en este caso, creemos que también una actuación periglaciar más intensa en la ladera sur podría ser la causa que motivó el rejuvenecimiento de sus suelos en relación con la vertiente norte. Las pendientes más suaves de la vertiente sur facilitan la acumulación de nieve sobre su superficie y, por tanto, la humectación de la misma; esto, unido a su mayor termicidad que favorece el proceso de deshielo, podrían ser dos de las causas que, en su día, acentuaran el periglaciarismo de esta ladera.

En la actualidad, la mayor humedad de la ladera sur justifica el mayor lavado de sus suelos, los cuales muestran un menor contenido en bases y una mayor desaturación del complejo de cambio en comparación con los suelos de la ladera norte. Otro hecho que puede extrañar es el valor medio ligeramente superior de la capacidad de cambio del horizonte A en los suelos de la vertiente sur, a pesar de que sus contenidos medios en arcilla y materia orgánica son ligeramente inferiores a los de la vertiente norte; la explicación podría estar en el mayor grado de transformación y humificación de su materia orgánica que eleva la capacidad de cambio de este componente.

Con respecto a los suelos de cumbres, las diferencias más significativas están basadas en un fuerte incremento del grado de saturación, con valores medios superiores al 70%, en los horizontes A, y al 58% en los horizontes C, que da al suelo un carácter eútrico y eleva los valores medios de pH hasta alcanzar prácticamente la neutralidad; dentro de las bases de cambio, el calcio es el que presenta diferencias más significativas. Otras diferencias con respecto a los suelos de la zona ácida, aunque en este caso no significativas, son: una textura media algo más gruesa y una menor relación Fel/Fet en sus horizontes superiores, que podrían estar relacionadas con la intensificación del proceso de deflación en estas cumbres venteadas ya que en el horizonte C se invierte esta tendencia.

Por último, otros suelos también muy típicos de esta climofacies son los Gleysoles. Tienen su origen, al igual que las cum-

bres venteadas, en microclimas especiales, aunque, al contrario que aquèllas, se caracterizan por un exceso de humedad que da lugar a condiciones de hidromorfia.

Su localizaciòn, siempre ligada a àreas con periodos de encharcamientos màs o menos largos, es variada y los podemos encontrar asociados tanto a cuencas endorreicas que recogen el agua de escorrentia de las laderas circundantes como a zonas de chorreras en las que se concentran las aguas del deshielo, o a las distintas surgencias de agua, de las que la "Fuente de Primeras Aguas", "Manantial del Hornillo" y "Manantial de Prados Altos" son tres de los ejemplos màs caracteristicos.

El encharcamiento durante determinados periodos del año es el responsable de los procesos de reducciòn que dan a estos suelos su morfologia caracteristica. En condiciones de falta de aireaciòn, el hierro pasa a forma ferrosa, con lo que es mòvil y puede redistribuirse en el perfil; cuando se restituyen las condiciones de aireaciòn, el hierro vuelve a su forma fèrrica. El diferente color que presenta el hierro en ambos estados, de gris a azulado-verdoso en forma reducida y de amarillo a rojizo en estado oxidado, hace que el perfil presente un moteado caracteristico en el que dominan unos colores u otros en funciòn de que predominen los periodos de encharcamiento o de aireaciòn. En situaciones particulares, la hidromorfia puede ir unida a una extracciòn del hierro ferroso, con lo que el suelo toma un tinte grisàceo uniforme con croma menor de 1. Por otra parte, la elevada humedad de estas àreas condiciona una vegetaciòn especifica, como son los herbazales de las zonas de surgencia, cuya elevada cobertura (100%) fija totalmente el suelo e impide la erosiòn, al tiempo que es capaz de retener los materiales finos arrastrados de las zonas altas, o los prados de las cuencas endorreicas que tambièn muestran una elevada cobertura, aunque en este caso es la posiciòn topogràfica la que condiciona la acumulaciòn de sedimentos finos.

Todas estas particularidades de las zonas afectadas por hidromorfia comunican a los suelos que se desarrollan sobre ellas unas caracteristicas peculiares. Con objeto de comprobar el alcance de las variaciones impuestas por dicho proceso frente a los suelos aireados de esta climofacies àcida oromediterrànea y ver si las diferencias entre los valores medios de los paràmetros de los dos grupos de suelos eran significativas o no, llevamos a cabo un anàlisis de la varianza general en el que usamos como criterio ensayos de la t de "Student" y cuyos resultados se pueden ver en la tabla 7.4.

En base a estos resultados, parece que el proceso de hidromorfia afecta fundamentalmente al horizonte superficial a travès de la vegetaciòn particular que condiciona, se trata de una ve-

getaciòn herbàcea, anual y con un enraizamiento muy denso que aporta gran cantidad de materia orgànica al suelo, con lo que el contenido medio en carbono orgànico de los horizontes A en las zonas hidromorfas llega casi a duplicarse en comparaciòn con los suelos de la zona aireada. Este efecto desaparece bruscamente en profundidad, de forma que, tanto en los horizontes B como C, el contenido en carbono orgànico es superior en los suelos aireados. El nitròqeno sigue un comportamiento similar; mientras que la relaciòn C/N, al menos en los horizontes superficiales, es inferior en la zona de hidromorfia, hecho que podria estar relacionado con la diferente naturaleza de la vegetaciòn. Las diferencias en los contenidos de carbono orgànico y nitròqeno ùnicamente son significativas a nivel de los horizontes A.

Tabla 7.4.

ENSAYOS DE LA "t DE STUDENT" DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LOS DIFERENTES PARAMETROS DE LOS HORIZONTES (A, B Y C) DE LA CLIMOFACIES ACIDA OROMEDITERRANEA, EN FUNCION DE QUE ESTEN AFECTADOS O NO POR PROCESOS DE HIDROMORFIA. (Los horizontes afectados por hidromorfia aparecen representados con el sufijo "g")

	Hor. A		Hor. B		Hor. C	
	A	Ag	Bw	Bg	C	Cg
VARIABLE						
pH	6,00	ǂ 5,10	5,90	- 5,50	5,70	- 5,80
C.O.	3,33	ǂǂǂ 6,50	1,62	- 1,19	0,96	- 0,95
N	0,22	ǂǂǂ 0,49	0,14	- 0,16	0,10	- 0,09
C/N	15,50	- 13,40	11,40	- 7,60	9,60	- 11,10
ARCILLA	12,50	ǂǂǂ 30,20	14,40	- 15,30	13,10	- 8,20
LIMO	28,00	ǂǂǂ 62,50	30,10	ǂǂ 41,40	33,60	ǂǂ 17,60
ARENA	59,50	ǂǂǂ 7,30	55,50	ǂ 43,30	53,30	ǂǂ 74,10
T	11,63	ǂǂǂ 20,23	9,14	- 8,26	6,87	- 4,63
S	4,83	- 2,99	3,10	- 1,67	2,09	- 1,96
Ca++	3,67	- 2,14	2,40	- 1,12	1,53	- 0,76
Mg++	0,83	- 0,61	0,50	- 0,51	0,42	- 1,08
K+	0,30	- 0,24	0,16	- 0,03	0,11	- 0,06
Na+	0,04	- 0,00	0,03	- 0,01	0,03	- 0,06
V	42,70	ǂ 14,10	31,30	- 20,60	[illegible]0	- 42,10
Fel/Fet	0,36	- 0,36	0,39	- 0,48	0,34	- 0,20

NIVEL DE SIGNIFICACION: ǂǂǂ Altamente significativo; ǂǂ Muy significativo; ǂ Significativo; - No significativo

Con respecto a la textura, la elevada cobertura y fuerte enraizamiento de la vegetaciòn de las àreas afectadas por hidromorfia en unos casos y su posiciòn en zonas de vaguada en otros, lleva consigo una fuerte retenciòn y acumulaciòn de materiales finos, limo y arcilla, con lo que ambos constituyentes se dupli-

can con creces en los horizontes A de dichas àreas en comparaciòn con el sector aireado. Este efecto, al igual que ocurria con el componente orgànico, se diluye en profundidad, de forma que, en el seno de los horizontes B, las diferencias se reducen considerablemente, mientras que, en los C, se invierte la tendencia y son los suelos aireados los que presentan mayores contenidos en elementos finos; la arena sigue un comportamiento opuesto al del limo y la arcilla. Estas diferencias texturales son altamente significativas dentro de los horizontes A, mientras que en los horizontes B y C son significativas únicamente a nivel de limo y arena.

El fuerte incremento en materia orgànica y elementos minerales finos de los horizontes A de las zonas hidromorfas se traduce, asi mismo, en un fuerte aumento de su capacidad de cambio, con diferencias altamente significativas entre ambos tipos de horizontes A; tendencia que, al igual que los paràmetros anteriores, cambia en profundidad y son los horizontes B y C del sector aireado los que presentan mayores valores medios de capacidad de cambio, aunque las diferencias no son significativas. Por otra parte, el mayor lavado de las zonas de hidromorfia se traduce en una disminuciòn de los cationes de cambio y en una fuerte desaturaciòn del complejo de cambio de los horizontes A especialmente; mientras que en profundidad vuelve a cambiar la tendencia y son los horizontes C de los suelos afectados por hidromorfia los que presentan un grado de saturaciòn màs elevado. El pH sigue un comportamiento en cierto modo paralelo al grado de saturaciòn.

Finalmente, la relaciòn Fel/Fet presenta una dinàmica muy particular; es equivalente en los horizontes A de ambas zonas, se incrementa en los horizontes B de las zonas hidromorfas y vuelve a disminuir en los horizontes C, siempre en comparaciòn con el sector aireado. La explicaciòn podria estar en un cierto lavado de hierro libre que se produce en las zonas de hidromorfia, con acumulaciòn en el seno de los horizontes Bg; mientras que las bases se lavarian a mayor profundidad que el hierro, con lo que se explicaria el elevado grado de saturaciòn de los horizontes C de los suelos hidromorfos.

Todas estas diferencias entre los sectores aireados e hidromorfos hay que considerarlas desde un punto de vista genèrico, ya que, dentro de las zonas afectadas por hidromorfia, tambièn se producen variaciones entre sus suelos en base a su localizaciòn en zonas de pendiente asociadas a surgencias de agua, o en zonas màs o menos llanas de cuencas endorreicas; no obstante, estas diferencias las analizaremos màs detalladamente cuando abordemos el estudio particular de la unidad.

La diferente actuaciòn que los distintos factores formadores tienen a lo largo y ancho de esta climofacies àcida oromediterrà-

nea da lugar, a través de una intervención diferencial cuali y cuantitativa de los procesos edafogenéticos, a una distribución espacial de los diferentes tipos de suelos anteriormente mencionados, lo que conduce a un determinado agrupamiento de los mismos en unidades más o menos homogéneas. Este agrupamiento nos ha llevado a diferenciar, dentro de esta climofacies, 9 unidades de suelos diferentes: 7 caracterizan a los sectores ácidos aireados, 1 a las zonas de cumbres venteadas y 1 a las áreas afectadas por hidromorfía (Fig. 7.37).

7.1.1.1.1. SECTOR ACIDO AIREADO.-

Dentro del conjunto de este sector, las diferentes unidades edáficas están basadas en el estadio evolutivo de sus suelos que tienen su origen en las características topográficas, de vegetación, edafoclimáticas, forma de presentarse el material original, etc., que definen cada unidad; mientras que la variabilidad en los distintos parámetros de los suelos vendrá impuesta por el grado de desarrollo del perfil y la secuencia particular de horizontes que presente, así como por la cota en que se sitúe y por la vertiente que ocupe. No obstante, como ya pusiera de manifiesto DELGADO en 1980, el grado de evolución general del perfil también impone diferencias entre los parámetros de los suelos, como es el caso de una mayor saturación del complejo de cambio, menor contenido en materia orgánica y textura más gruesa de los suelos poco evolucionados frente a los más evolucionados. A fin de analizar estos hechos en nuestra zona de estudio y completar de esta forma las posibles variaciones que caben esperar en los distintos parámetros de los suelos de esta climofacies, llevamos a cabo un análisis de la varianza entre los valores medios de los distintos parámetros en función del tipo de horizonte y grado de evolución del suelo, siguiendo la misma metodología empleada con anterioridad y cuyos resultados se expresan en la tabla 7.5. En ella se consideran como suelos evolucionados aquéllos que presentan un horizonte úmbrico, cámbico o ambos al mismo tiempo; mientras que en los suelos no evolucionados se incluyen todos aquéllos que presentan un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico. El hecho de que en esta tabla no se encuentre representado el horizonte Bw se debe a que éste no está presente en los suelos no evolucionados, por lo que no se puede establecer comparación; por otra parte, las variaciones que se producen en los valores medios de los distintos parámetros de este tipo de horizonte en comparación con los horizontes A y C se expusieron en la tabla 7.2.

Los resultados obtenidos confirman el mayor grado medio de saturación de los suelos no evolucionados, así como la textura algo más gruesa y el menor contenido medio de materia orgánica de sus horizontes A; por el contrario, tanto el carbono orgánico co-

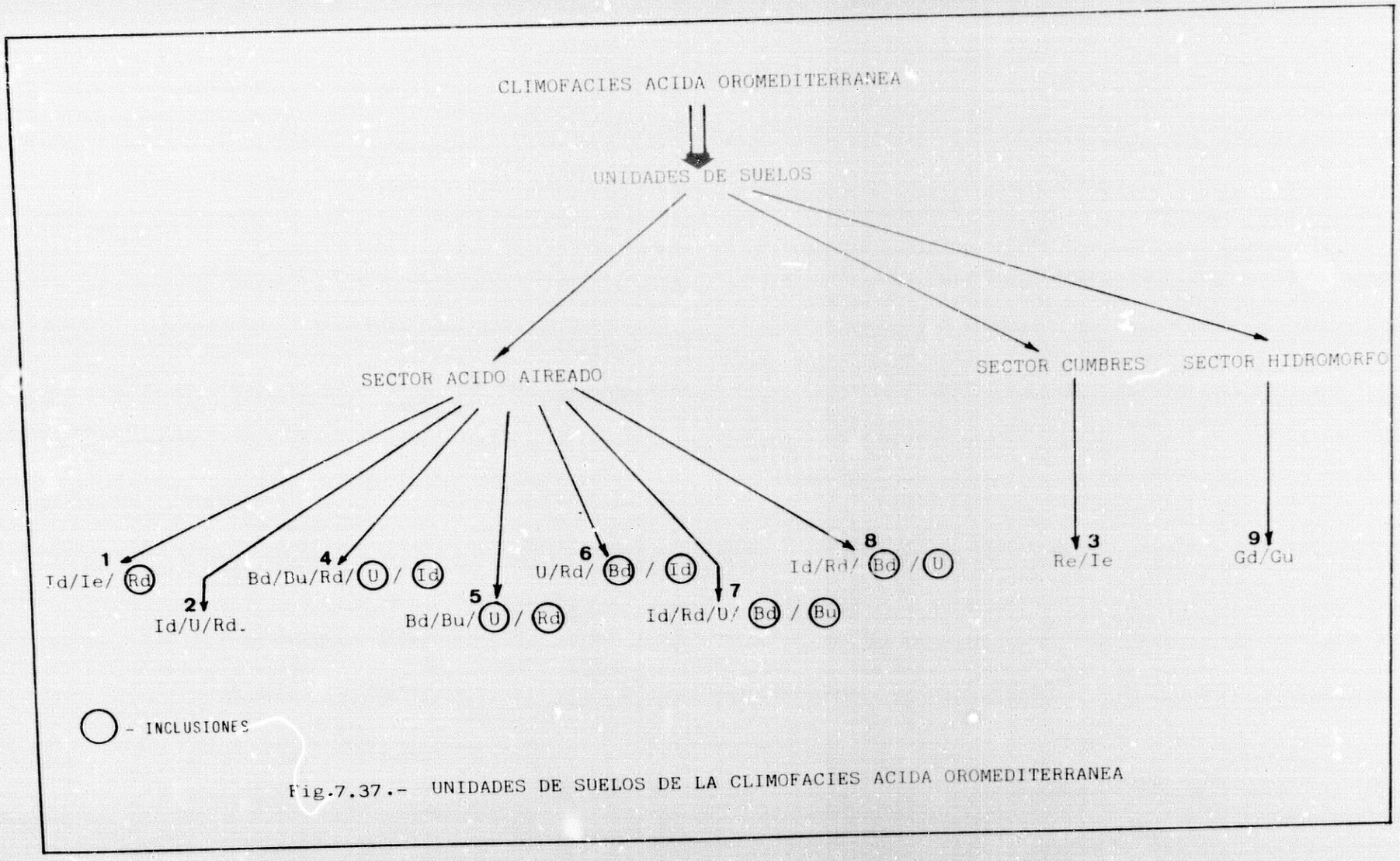


Fig.7.37.- UNIDADES DE SUELOS DE LA CLIMOFACIES ACIDA OROMEDITERRANEA

mo los elementos finos se incrementan ligeramente en el seno de los horizontes C de los suelos no evolucionados. La explicación podría estar en la mayor proximidad a la superficie de los horizontes C no evolucionados, lo que explicaría su mayor contenido en materia orgánica, y en el hecho de que la evolución no solamente implica un incremento en la intensidad de los procesos de meteorización y acumulación de materia orgánica, sino también una intensificación del proceso de lavado que afectaría al perfil cada vez a mayor profundidad. La intensificación del proceso de lavado en los suelos evolucionados justificaría su menor grado de saturación frente a los no evolucionados; por otra parte, este lavado tiende a incrementar el contenido de calcio en el complejo de cambio en detrimento del magnesio, representando este último el 14% del total de las bases de cambio del horizonte A de los suelos evolucionados frente al 19% que representa en los no evolucionados.

Tabla 7.5.

ENSAYOS DE LA "t DE STUDENT" DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LOS DISTINTOS PARAMETROS DE LOS HORIZONTES A Y C EN LOS SUELOS DE LA CLIMOFACIES ACIDA OROMEDITERRANEA, EN BASE A SU GRADO DE EVOLUCION.

	$\bar{X}$ Hor. A			$\bar{X}$ Hor. C		
VARIABLE	EVOL.		NO EVOL.	EVOL.		NO EVOL.
pH	5,70	-	6,00	5,50	-	5,60
C.O.	3,41	**	2,74	0,83	-	0,94
N	0,242	**	0,159	0,096	-	0,084
C/N	14,10	-	18,00	8,60	-	11,00
ARCILLA	12,90	-	11,10	12,40	-	12,70
LIMO	29,00	-	27,10	32,00	-	34,50
ARENA	58,10	-	61,80	55,60	-	52,80
T	12,03	*	9,70	6,61	-	8,06
S	4,82	-	3,98	1,46	-	2,82
Ca^{++}	3,26	-	2,91	1,07	-	2,17
Mg^{++}	0,70	-	0,76	0,29	-	0,59
K^{+}	0,29	-	0,27	0,07	-	0,05
Na^{++}	0,03	-	0,04	0,01	-	0,01
V	35,70	-	41,40	21,20	-	32,00

NIVELES DE SIGNIFICACION: ### Altamente significativo; ## Muy significativo; # Significativo; - No significativo

Otras diferencias que se producen entre ambos tipos de suelos y que, en cierto modo, son consecuencia de las que hemos analiza-

do anteriormente, son una mayor capacidad de cambio de los horizontes A de los suelos evolucionados, una menor relación C/N de su componente orgánico y un pH más ácido. En cualquier caso, todas las diferencias observadas entre ambos tipos de suelos no son significativas, a excepción de las que se producen entre los contenidos en carbono orgánico, nitrógeno y capacidad de cambio en los horizontes A.

Una vez vistas las variaciones que caben esperar dentro de los distintos tipos de suelos, vamos a centrarnos en la descripción de las unidades edáficas.

Como ya mencionamos anteriormente, dentro de este sector ácido aireado hemos diferenciado 7 unidades edáficas (unidades 1-2-4-5-6-7 y 8), cuya distribución y localización se pueden ver en el mapa de unidades de suelos y ecotopos potenciales (Anexo 2) Todas ellas se caracterizan por una fuerte desaturación del complejo de cambio de sus suelos, que adquieren el carácter dístrico, y un pH ácido; mientras que las diferencias están basadas en el grado evolutivo de los mismos y en la abundancia de cada uno de ellos.

UNIDAD 1: Id/Ie/ (Rd) .-

Ocupa las zonas más altas y escarpadas que dividen el área de estudio, en dirección O-E, en dos partes aproximadamente iguales. Está orientada fundamentalmente al norte ya que es en esta dirección donde las pendientes son mucho más acusadas y los afloramientos rocosos más patentes; mientras que hacia el sur el relieve es más suave y da paso inmediatamente a la unidad 2, en la que los suelos tienen una potencia media algo mayor.

Las pendientes suelen superar el 50% de inclinación, especialmente en la zona más oriental, donde se asocian a numerosos afloramientos rocosos y canchales. La vegetación es muy escasa y está constituida básicamente por especies pioneras altamente resistentes a las adversas condiciones ecológicas que dominan estos ambientes. Se presenta con unas coberturas que no sobrepasan, más que puntualmente, el 5 o 10% de la superficie y se trata de comunidades rupícolas, que se desarrollan en los escarpes y afloramientos rocosos, y comunidades glareícolas perfectamente adaptadas a los sustratos móviles (canchales) y extremadamente secos. Las especies más aparentes son los "enebros" y las "sabinas", junto a caméfitos espinosos entre los que dominan Hormatophylla spinosa y Arenaria pungens y especies típicas de los canchales crioromediterráneos como Viola crasiuscula , Chaenorrynum glareosum y Galium rosellum , las cuales desarrollan largos tallos que serpenteando entre los gelifractos alcanzan la super-

ficie del canchal y , en cierto modo, contribuyen a su estabización.

Es de destacar que esta unidad constituye el habitat por excelencia de las sabinas (Juniperus sabina), lo que probablemente esté relaccionado como ya apuntabamos, ademas de con las bajas temperaturas que dominan en la unidad, con el escaso grado de evolución de los suelos que repercute en el contenido en bases de los mismos llegando en ocasiones (fisuras o ambientes confinados) a superar el 50% de saturación. En el caso de las fisuras (perfil 69), se detecta la presencia de Erinacea anthyllis , lo que nos indica igualmente la mayor riqueza en bases de estos lugares. Por otra parte, el hecho de que es en el piso oromediterràneo calcàreo donde las sabinas presentan su optimo ecológico, apoyaria esta hipótesis que, a su vez, pone en duda la teoria, generalmente aceptada, de que los piornales en Sierra Nevada constituyen la primera etapa de degradación de antiguas formaciones de pinos y sabinas y que ya discutimos en el capitulo de vegetación.

El que esta unidad se localice en las zonas cacuminales hace que el clima muestre las condiciones màs adversas desde el punto de vista de la meteorización química, con inviernos muy frios y veranos muy secos; lo que unido a las pérdidas de materiales por la erosión que se ve favorecida por las fuertes pendientes y la escasa cobertura vegetal, hace que sus suelos muestren un desarrollo incipiente, con una profundidad que no suele superar los 25 cm. y una textura muy gruesa; a su vez, el bajo contenido en elementos finos y pobreza en materia orgànica como consecuencia de la escasa vegetación, no favorecen el desarrollo de la estructura, con lo que las particulas minerales aparecen sueltas y son facilmente erosionables.

Este conjunto de caracteristicas da a los suelos la categoria de Leptosoles y en los que la escasa evolución hace que, en ocasiones, presenten un carácter eútrico, como el perfil 69; mientras que en otros casos, algo màs lavados, el carácter es districo, de ahi que la unidad esté representada por una asociación de Leptosoles districos y eútricos. En zonas donde los procesos erosivos actúan con menos intensidad, la fuerte meteorización física que se produce como consecuencia de los procesos alternantes de hielo-deshielo, unido a la facilidad que presenta el material para su propia desagregación mecànica, facilitan el que la profundidad del suelo pueda superar los 25 cm. y èste pase a la categoria de Regosol; en estos casos, el lavado es siempre suficiente como para que el suelo adquiera el carácter districo. En términos generales, estos Regosoles districos son minoritarios y ocupan menos del 20% del total de la superficie de la unidad, por lo que únicamente se consideran a nivel de inclusión.

UNIDAD 2: Id/Iu?/Rd.-

Se sitúa en las partes altas de la zona de estudio, entre 2.300 y 2.700 m. aproximadamente, y, al contrario que la unidad 1, está orientada fundamentalmente al sur. Desde un punto de vista geomorfológico ocupa las laderas altas y alomadas con pendientes relativamente suaves (8-25% de inclinación), así como otras algo más escarpadas (30-40% de inclinación).

La vegetación dominante es un pastizal-piornal con algunos enebros y sabinas muy puntuales y su cobertura no suele superar el 50% de la superficie total de la unidad. Junto a los típicos "piornos" (Cytisus oromediterráneus y Genista versicolor), son frecuentes los "tomillos" (Thymus serpylloides y T. gadorensis) y abundantes gramíneas (Festuca indigesta , Koeleria crassipes , Avenula levis , etc.)

Su situación en las cotas más elevadas limita considerablemente el proceso de meteorización química, aunque favorece la física, por lo que la desagregación del material por la alternancia de hielo-deshielo sigue siendo el principal proceso en la formación de sus suelos. Este predominio de la meteorización física sobre la química da lugar a suelos pedregosos y de textura muy gruesa, en los que se excluye la presencia de un horizonte cámbico; mientras que en superficie, la cobertura vegetal relativamente escasa, hace que el epipedón más común sea el ócrico, aunque también es frecuente encontrar un epipedón úmbrico en aquellas zonas donde la vegetación es algo más densa y que no suelen superar los 25 cm. de profundidad.

Estas propiedades, unidas a la mayor potencia del perfil en relación a la unidad 1 que hace que la roca se suela presentar por debajo de los primeros 25 cm., encuadran a sus suelos en las categorías de Rankers o Regosoles dístricos, en función de que se desarrolle o no un epipedón úmbrico; no obstante, en aquellas áreas donde los procesos erosivos han actuado con mayor intensidad, es frecuente encontrar suelos en los que la roca se presenta dentro de los primeros 25 cm., lo que les da la categoría de Leptosoles, y que, unido a su bajo grado de saturación, hace que se clasifiquen como Leptosoles dístricos, ya que en estos casos no suele desarrollarse el epipedón úmbrico.

El hecho de que, tanto en esta unidad como en las posteriores, se mantenga el término de Ranker (FAO, 1974) es debido a que estos suelos no se pueden incluir en ninguno de los grupos establecidos por la nueva FAO de 1985, tal y como ya hemos puesto de manifiesto a lo largo de esta memoria.

De acuerdo con lo expuesto y teniendo en cuenta que los tres tipos de suelos mencionados ocupan más de un 20% del total de la

superficie de la unidad, ésta vendrá caracterizada por una asociación de Leptosoles districos, Rankers y Regosoles districos. Todos ellos son muy pedregosos, pobres en elementos finos, fuertemente desaturados y àcidos; diferenciàndose ùnicamente en el mayor contenido en materia orgànica de los Ranker que hace que su estructura tienda a migajosa, mientras que los demàs son de grano suelto. El perfil 7 representa al Ranker de esta unidad.

UNIDAD 4: Bd/Bu/Rd/ (Iu?) / (Id) .-

Se localiza repartida por el centro de la zona de estudio, fundamentalmente entre las cotas de 2.000 a 2.500 m., aunque esporàdicamente puede ascender hasta 2.600 m. Està presente tanto en la vertiente norte como en la sur, pero, mientras que en la norte se sitùa por debajo de la unidad 1, en la sur constituye un trànsito gradual de la unidad 2.

Las pendientes son muy variables y oscilan entre el 20 y 50% de inclinaciòn, aunque dominan las comprendidas entre el 30 y el 40%. Con respecto al material original, si bien se desarrolla sobre todos los materiales que caracterizan al Litosistema àcido, éste se presenta tanto "in situ" como en forma de coluvios de solifluxiòn, siendo màs abundantes estos ùltimos.

Su vegetaciòn està constituida fundamentalmente por un piornal relativamente denso, con una cobertura que supera en la mayoria de los casos el 70%. Estos piornales estan coformados por las mismas especies descritas en la unidad 2, pero en este caso se observa toda una gradaciòn en la composiciòn del piornal en funciòn a las caracteristicas de los suelos; asi, se puede observar que en los suelos màs profundos y hùmedos, generalmente los màs evolucionados, el dominio corresponde a Cytisus oromediterràneus (perfil-2) mientras que sobre suelos màs secos la especie dominante es Genista versicolor (perfil-9). De igual forma, se presentan situaciones edàficas intermedias en las que no domina ninguna de las dos especies.

En esta unidad, fundamentalmente en la vertiente meridional, son frecuentes los "espinales" asociados a los suelos profundos y frescos que se mezclan con los elementos del piornal; entre las especies caracteristicas de los mismos hay que destacar Prunus ramburii , Berberis hispanica y Rosa pouzzinii .

Creemos interesante señalar que en aquellos puntos donde los suelos aparecen desarrollados sobre coluvios profundos y con escasos fragmentos rocosos, el piornal aparece desplazado por un "lastonar" de Festuca scariosa . Al parecer se trata de pequeñas vaguadas y barranqueras parcial o totalmente colmatadas por materiales finos erosionados y arrastrados por las aguas de escorrentia y que presentan una elevada capacidad de retenciòn de humedad.

Son tambien frecuentes los patizales desarrollados sobre suelos profundos y evolucionados en àreas de escasa pendiente, como es el caso del perfil-1, cuyo origen està relacionado con los incendios provocados con fines ganaderos.

Cuando la profundidad del suelo es menor, los piornales son sustituidos por un tomillar (perfil-4) en el que domina Thymus serpylloides y T. gadorensis y se caracterizan por una gran riqueza floristica.

El hecho de que esta unidad empiece a formarse desde las cotas màs bajas de esta climofacies àcida oromediterrànea, hace que el clima se dulcifique parcialmente en relaciòn con las unidades 1 y 2 vistas anteriormente, y si bien sigue favoreciéndose el proceso de meteorizaciòn fisica sobre la quimica, este último alcanza la suficiente intensidad como para que se desarrolle un horizonte càmbico que pierde entidad conforme se asciende en la unidad, hasta desaparecer en las zonas de contacto con las unidades 1 y 2. Junto a estos procesos de meteorizaciòn, actùa tambièn un proceso de acumulaciòn de materia orgànica por parte del piornal que conduce al desarrollo de un epipedòn úmbrico que, en muchos casos, supera los 25 cm. de profundidad tal y como pusimos de manifiesto en el esquema de la figura 7.36.

La actuaciòn conjunta de todos estos procesos edafogenèticos conduce al desarrollo de Cambisoles úmbricos en los que la parte inferior del epipedòn es, frecuentemente, un horizonte B de meteorizaciòn, pero que, debido a la fuerte acumulaciòn por parte de las raices del piorno, cumple las caracteristicas del úmbrico.

El Cambisol úmbrico con horizonte Bw viene representado por el perfil 14, mientras que el perfil 8 representa a aquellos otros que carecen de horizonte Bw. La diferencia entre ambos estriba fundamentalmente en que la parte inferior del úmbrico presente o no caracteristicas, independientes de las que se producen como consecuencia de la acumulaciòn de materia orgànica, que permitan dilucidar la existencia de una mayor meteorizaciòn que en el horizonte C subyacente; entre estas caracteristicas cabe destacar un incremento en el contenido de arcilla y en la relaciòn Fel/Fet en el seno del horizonte Bw, acompañadas de un mayor desarrollo estructural con formaciòn de bloques angulares o subanguiares. En ocasiones, dada la gradaciòn que exite en este tipo de propiedades, es dificil discernir si existe o no un autèntico horizonte càmbico; es el caso del perfil 52, en el que la parte inferior del úmbrico, que nosotros hemos caracterizado como Bw, presenta un ligero incremento de arcilla y una estructura algo màs desarrollada que el horizonte C subyacente, aunque sus relaciones Fel/Fet son equivalentes.

En aquellos casos en que no existe epipedòn úmbrico, bien por falta de espesor o bien porque no oscurece lo suficiente con respecto al horizonte C subyacente, y el suelo presenta un horizonte cámbico, hay que clasificarlo como Cambisol districo. Los perfiles 1 y 2 representan a los Cambisoles districos caracterizados por un epipedòn que cumple los requisitos del úmbrico, excepto el espesor, seguido de un horizonte de meteorizaciòn con un croma demasiado elevado como para poder incluirlo dentro del úmbrico; en estos casos, el horizonte de alteraciòn se presenta perfectamente desarrollado y, además del croma, muestra un mayor contenido en arcilla, mayor relaciòn Fel/Fet y una estructura màs desarrollada que el horizonte C subyacente. El perfil 68 representa al Cambisol districo cuyo epipedòn cumple todos los requisitos para ser considerado como úmbrico, excepto su oscurecimiento con respecto al horizonte C; se trata de un suelo profundo en el que el desarrollo del cámbico no es tan patente, desde un punto de vista morfolòjico, como en los casos anteriores y el perfil se presenta muy uniforme en profundidad; sòlo a partir de los datos químicos se puede dilucidar la presencia del horizonte de meteorizaciòn, apreciandose en ellos un incremento en el contenido en arcilla y en la relaciòn Fel/Fet de dichos horizontes.

Cuando el epipedòn no cumple los requisitos del úmbrico por falta de oscurecimiento respecto a los horizontes subyacentes y el suelo no muestra ningùn horizonte que pueda catalogarse como cámbico, hay que encuadrarlo, siempre que no cumpla las características de Leptosoles, en la categoria de Regosoles districos; es el caso del perfil 44. También dentro de esta categoria, hay que incluir aquellos otros suelos que, bien por la erosiòn o bien por situarse en las cotas màs elevadas de esta unidad, no presentan un cámbico y el epipedòn no es lo suficientemente profundo como para ser catalogado como úmbrico.

Igualmente, es posible detectar en esta unidad suelos que presentan como único horizonte de diagnòstico un epipedòn úmbrico de menos de 25 cm. de espesor, los cuales estàn representados por los perfiles 4 y 9. La diferencia entre ellos estriba en que cumplan o no las caracteristicas de Leptosoles. En el caso de que no las cumplan creemos màs conveniente clasificarlos como Ranker, al igual que el perfil 7 de la unidad 2; mientras que cuando las cumplan, se clasifican como Leptosoles úmbricos. Los primeros estan representados por el perfil 9 y los segundos por el perfil 4.

Finalmente, la unidad se presenta asimismo salpicada de esporàdicos afloramientos rocosos que hacen que tengamos que incluir dentro de ella la presencia de Leptosoles districos.

De acuerdo con todas estas caracteristicas y basàndonos en la abundancia de cada uno de los tipos de suelos descritos, se ha

definido la unidad como una asociación de Cambisoles dístricos, Cambisoles úmbricos y Regosoles dístricos, con inclusiones de Rankers y Leptosoles dístricos. Es indiscutible que en ella se presentan también Leptosoles úmbricos, aunque su baja proporción en relación con los demás tipos de suelos y el hecho de que su inclusión complicaría en exceso su definición nos ha inducido a no incluirlos en la misma.

UNIDAD 5: Bd/Su/ (Iu?) / (Rd) .-

Se localiza en la vertiente sur y ocupa fundamentalmente las laderas de solifluxión comprendidas entre 2.000 y 2.300 m., por lo que el clima que actúa en la génesis de sus suelos es, en cierto modo, semejante al de la unidad 4. De hecho, en su origen, ambas unidades serían equivalentes y ha sido la actuación antrópica, mediante la práctica de repoblaciones forestales, la que ha inducido su diferenciación.

La vegetación natural está constituida por un piornal en todo semejante al de la unidad 4, pero que, en la actualidad, se ha destruido en parte por la introducción de pinos de repoblación mediante el sistema de aterrazamientos. Entre las terrazas se ha respetado la vegetación natural, apareciendo los piornos bien desarrollados debido al efecto protector de los pinos jóvenes que dulcifican el clima al atenuar la velocidad de los vientos y facilitar la retención de humedad. Contrariamente, se puede comprobar que, conforme el pinar se desarrolla, las condiciones de esciofilia se van intensificando y los elementos del piornal, heliófilos, van desapareciendo hasta que el sotobosque queda practicamente desnudo de vegetación y cubierto de una gruesa capa de acículas de pino; no obstante, este hecho, muy frecuente en los pisos inferiores, aparece aquí atenuado ya que la rigurosidad del clima dificulta el desarrollo de los pinos y, salvo en áreas favorables, no llegan a desarrollarse lo suficiente como para generar esas condiciones de falta de luz.

Su ubicación entre 2.000 y 2.300 m. hace que, en toda su extensión, el clima permita una alteración química lo suficientemente intensa como para que el suelo desarrolle un horizonte cámbico. Bajo la vegetación de piornal, este cámbico suele cumplir las características del úmbrico por los motivos ya expuestos en la unidad 4, por lo que el suelo se clasifica como Cambisol úmbrico; mientras que en las zonas donde se ha construido la terraza, se ha destruido dicho epipedón o alterado, de forma que en unas zonas desaparece y en otras se sobreengrosa. En las áreas donde se destruye el epipedón úmbrico, el suelo aparece conformado por cuatro horizontes fundamentales: un horizonte O formado por la acumulación de las acículas de pino; un horizonte A muy delgado a consecuencia de la escasa incorporación de dicha hoja-

rasca al suelo mineral; un horizonte Bw que, debido a la remoción y mezcla, ya no cumple las características del úmbrico, pero que muestra una meteorización mayor que el horizonte C subyacente, y finalmente, el horizonte C que aparece muy pedregoso y con bajo grado de meteorización.

Bajo vegetación natural, pero asociados a las zonas de menor densidad, también se pueden encontrar suelos más erosionados que han desarrollado como único horizonte de diagnóstico un epipedón úmbrico menor de 25 cm. de espesor, con lo que el suelo se clasifica como Ranker; mientras que cuando la vegetación es muy escasa o cuando la terraza ha destruido totalmente el perfil, éste no presenta más horizonte de diagnóstico que un epipedón ócrico y se clasifica como Regosol dístrico.

Por otra parte, en esta unidad son muy escasos los afloramientos rocosos, de forma que no creemos que lleguen a ocupar el 5% de su superficie.

De acuerdo con todas estas características, las principales diferencias de esta unidad con respecto a la anterior estriban en una menor proporción de Regosoles dísticos, debido a su ubicación en menores cotas altitudinales, y de Leptosoles dísticos, como consecuencia del menor contenido en afloramientos rocosos. Por otra parte, también merece la pena destacar la existencia de algunas morfologías especiales que se originan como consecuencia del aterrazamiento, como es el caso del perfil 46; se trata de un Cambisol úmbrico cuyo epipedón se presenta sobreengrosado y alcanza los 50 cm. de profundidad.

Asimismo, es digna de destacar, en el límite inferior de esta unidad, la presencia exporádica de restos de suelos con un horizonte argílico de color rojizo que en la actualidad se presenta parcialmente erosionado y enterrado por un depósito menos alterado que cumple todos los requisitos del úmbrico, como es el caso del perfil 29. Todas estas características, unidas a un grado de saturación inferior al 50%, hacen que lo encuadremos en la categoría de Alisol úmbrico; no obstante, su escasa representatividad no permite incluirlo en la definición de la unidad.

En base a todos estos hechos, la unidad vendrá definida por una asociación de Cambisoles úmbricos y Cambisoles dísticos, con inclusiones de Rankers y Regosoles dísticos.

UNIDAD 6: Iu?/Rd/ (Bd) / (Id) .-

Se localiza fundamentalmente en la vertiente sur y se presenta repartida en forma de manchas aisladas con pendientes que superan el 35% de inclinación y entre las mismas cotas altitudinales que las unidades 4 y 5, de las que se diferencia por el mayor grado de erosión de sus suelos.

La vegetación está constituida por el piornal típico del piso oromediterráneo, aunque con una menor cobertura que la que caracteriza a las unidades anteriores. Esto ha permitido un fuerte incremento del pastizal por lo que, en realidad, podría definirse como una vegetación de piornal-pastizal, probablemente relacionada con las actividades ganaderas que, mediante los reiterados incendios, favorecieron los procesos erosivos en estos lugares. En muchos casos, esta vegetación se ha visto alterada por la implatación de pinos de repoblación.

Igualmente hay que señalar que en la mayoría de as áreas repobladas, se detecta la presencia de Erinacea anthyllis , especie característica de las formaciones de Erinacetalia en dominios calcáreos. Como apuntabamos en el capítulo de vegetación, su presencia probablemente haya que achacarla a los incendios provocados con fines ganaderos y, más concretamente, a los efectos de dichos incendios sobre las características fisicoquímicas de los suelos. El hecho de que aparezca con más frecuencia bajo los pinares, posiblemente sea debido a que estas repoblaciones se realizarón preferencialmente sobre las áreas más erosionadas, ya que su función a estas altitudes, donde el desarrollo de las formaciones boscosas aparece muy limitado, debió estar más orientada a la protección de suelos y regulación de aguas de escorrentía que a la producción forestal.

Desde un punto de vista climático, en esta unidad deberían regir los mismos procesos edafogenéticos que en las unidades 4 y 5; no obstante, la erosión, que en algún momento de su historia ha afectado a esta unidad, hace que en ella sean muy escasos los suelos con horizonte cámbico e incluso los suelos con un horizonte úmbrico que tenga más de 25 cm. de profundidad. En general, como máximo, desarrollan un epipedón úmbrico menor de 25 cm. que hace que el suelo se encuadre en la categoría de Ranker o Leptosol úmbrico en el caso de que cumpla las características de estos últimos, como el perfil 37 en el que la roca se presenta dentro de los primeros 25 cm. Cuando no se desarrolle el epipedón úmbrico, el suelo se clasifica como Regosol dístrico siempre que no cumpla las propiedades de Leptosoles, es el caso del perfil 21 en el que el epipedón es demasiado claro en seco como para ser catalogado como úmbrico; cuando cumplen los requisitos de Leptosoles, se clasifican como Leptosol dístrico, es el del perfil 37 en el que el epipedón tiene menos de 18 cm. de espesor.

En las zonas donde la erosión ha actuado con menor intensidad se puede detectar la presencia de suelos con un horizonte cámbico, aunque son minoritarios y en ningún momento llegan a ocupar el 20% de la superficie de la unidad.

En función de la abundancia de cada uno de estos tipos de suelos, la unidad vendría definida por una asociación de Ranker y Regosoles dístricos, con inclusiones de Leptosoles dístricos y Cambisoles dístricos. Puede extrañar el que hayamos descrito la existencia de Leptosoles úmbricos y que, ahora, no los incluyamos en la definición de la unidad; los motivos, al igual que en unidades anteriores, están basados en su escasa representatividad.

UNIDAD 7: Id/Rd/Iu?/ (Bd) / (Bu) .-

Es muy semejante a la unidad anterior, aunque la mayor parte de ella se presenta fuertemente erosionada y los Leptosoles dístricos llegan a superar el 20% de su superficie, con lo que pasa a la asociación; por otra parte, también se presentan zonas donde la vegetación natural es más densa y en ellas se puede observar la presencia de Cambisoles dístricos y úmbricos semejantes a los de las unidades anteriores, aunque son minoritarios y sólo se consideran a nivel de inclusión.

La vegetación natural está constituida por un piornal-pastizal o en su defecto, la unidad aparece ocupada por pinares de repoblación. Al igual que un la unidad anterior, en los niveles más erosionados se detecta la presencia de Erinacea anthyllis .

Quedaría como una unidad constituida por una asociación de Leptosoles dístricos, Rankers y Regosoles dístricos, con inclusiones de Cambisoles dístricos y úmbricos. El perfil 6 representa a los Regosoles dístricos bajo vegetación de pinar y en el que se observa el desarrollo de un horizonte B de meteorización cuya escasa profundidad hace que no se pueda clasificar como cámbico. Los perfiles 14 y 15 representan a los Cambisoles úmbricos y Rankers respectivamente. Tampoco en esta unidad se puede excluir la presencia esporádica de Leptosoles úmbricos.

UNIDAD 8: Id/Rd/ (Bd) / (Iu?).-

Representa a la unidad más fuertemente erosionada del sector ácido aireado y ocupa tanto las partes más altas de los cerros, con abundantes afloramientos rocosos, como las laderas con pendientes muy escarpadas que superan el 50% de inclinación.

La vegetación está constituida por un pastizal-piornal que en muchos sitios ha sido, al igual que en los casos anteriores, sustituido por pinares de repoblación.

La fuerte erosión que afecta a la unidad hace que los suelos, en su gran mayoría, no presenten más horizonte de diagnóstico que un epipedón ócrico, al tiempo que muchos de ellos presentan la roca dentro de los primeros 25 cm. Estas características hacen que la unidad venga definida por una asociación de Leptosoles dístricos y Regosoles dístricos.

Junto a estos suelos, también se pueden encontrar Cambisoles dístricos que generalmente están asociados a pinares de repoblación -perfil 45- y en los que se observa una parcial erosión del suelo primitivo, de forma que el horizonte que aflora en superficie es el cámbico y sobre él se ha desarrollado un pequeño horizonte A condicionado por la acción de las acículas del pino.

Asimismo, en las zonas donde se conserva la vegetación natural, se puede apreciar el desarrollo de un epipedón úmbrico que no suele superar los 25 cm. de espesor.

Es de destacar en determinados puntos de esta unidad, la presencia de suelos cuya evolución aparece ralentizada en extremo a causa de condicionamientos tectónicos. Se trata de áreas en las que como en algunos casos descritos anteriormente (perfil 69 en la Unidad 1), la esquistosidad del material geológico aparece buzando de forma paralela a la vertiente, lo que influye en la retención de humedad y por tanto en la velocidad de evolución de los suelos. Un ejemplo de estas situaciones lo constituye el perfil 5 (Leptosol dístrico); este, aunque se localiza en un área con una pendiente más suave que las dominantes en esta unidad, no alcanza los 10 cm de espesor. La escasa profundidad y baja capacidad de retención de humedad, dificultan enormemente la implantación de especies de enraizamiento profundo, como es el caso de los piornos y tomillos, por lo que estos lugares constituyen el dominio de pastizales xerofíticos en los que domina ampliamente Festuca indigesta , junto a otras gramíneas (foto 7.1a,b)

Basándonos en la abundancia de los distintos tipos de suelos, hemos definido a la unidad como una asociación de Leptosoles dístricos y Regosoles dístricos, con inclusiones de Rankers y Cambisoles dístricos.

Un aspecto que creemos interesante destacar, en relación a las repoblaciones forestales, es el hecho de que practicamente en todos los suelos que se encuentran bajo la influencia del pinar se detecta un notable incremento de la actividad fúngica, observandose en el suelo gran cantidad de micelios que se distribuyen en profundidad hasta alcanzar la roca subyacente. La presencia de estos micelios, caso del perfil 45, puede llegar a resultar expectacular como se puede apreciar en la foto 7.2a,b; en la que destaca una tupida red de micelios tapizando los planos de esquistosidad de la roca. El desarrollo de estos micelios, de

paredes inusualmente duras (coriaceas), entre dichos planos conduce a la fragmentación de las rocas que se escinden en lajas. En los suelos, se observa igualmente un efecto aglomerante debido a la gran densidad de micelios, de forma que resulta bastante difícil la destrucción o separación de bloques de suelo; lo que les confiere, en principio, un gran interes desde el punto de vista de la protección del suelo frente a los agentes erosivos. Parece ser, aunque no lo podemos asegurar ya que los intentos de cultivo han resultado infructuosos, que los mencionados micelios pertenecen a un Gasteromiceto del Gen. Pisolithus (P. tinctorius) bastante abundante en estos pinares y cuyos micelios, son muy semejantes microscópicamente a los anteriormente citados; por otra parte, según ACEVEDO (1982), se trata de un hongo formador de ectomicorrizas con diferentes especies del genero Pinus, de gran actividad simbiótica y amplia distribución, incluso en los ambientes más adversos, aunque presenta su optimo desarrollo sobre suelos arenosos.

FOTO 7.1a. Control tectónico sobre el desarrollo del suelo.

FOTO 7.1b. El buzamiento del material o la esquistosidad de la roca hace que la evolución del suelo no guarde relación con el grado de inclinación de la pendiente.

FOTO 7.2a.- Bloque de suelo en el que se observa el efecto aglomerante de los micelios fúngicos (P. tinctorius) siguiendo la penetración de estos entre los planos de esquistosidad de la roca.

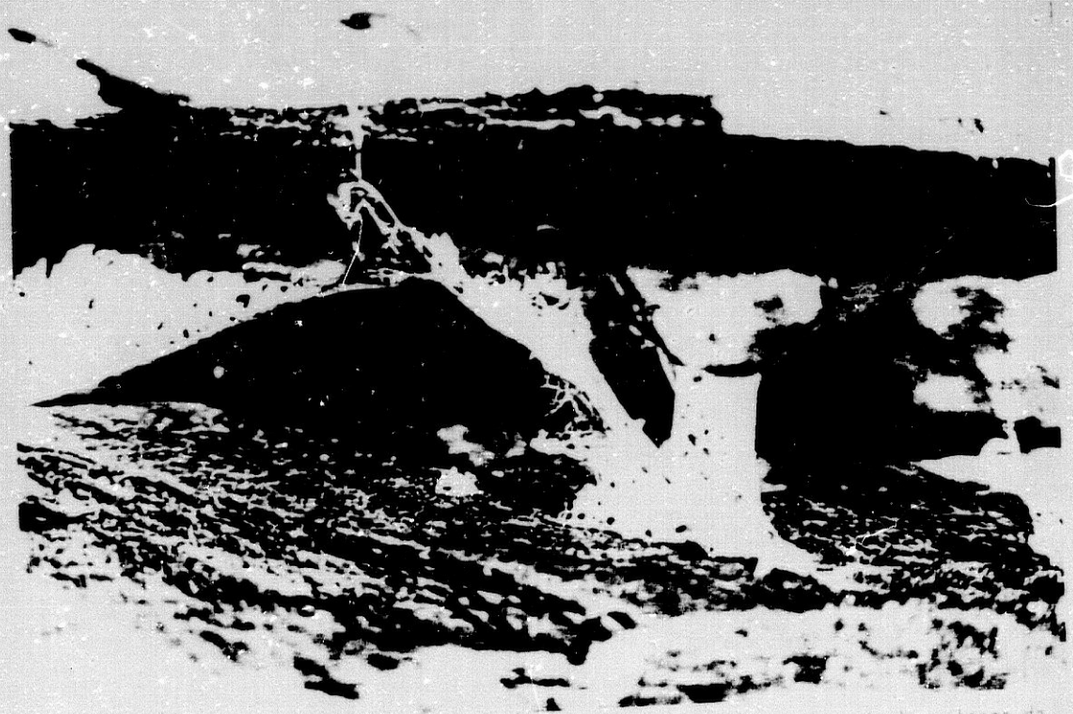


FOTO 7.2b.- Detalle del micelio, al separar lajas de la roca, tapizando los planos de esquistosidad.

7.1.1.1.2. SECTOR DE CUMBRES.-

UNIDAD 3: Re/Ie.-

Caracteriza a las zonas de cumbres y collados fuertemente venteadas y en las que el propio règimen de vientos es el que parece condicionar toda su dinàmica.

Se desarrolla sobre los mismos materiales que las unidades anteriores y sobre un relieve que varia de suavemente inclinado a moderadamente escarpado; estas propiedades, unidas a su ubicaciòn por encima de la cota de 2.300 m., nos podrian inducir a pensar que sus caracteristicas deberian ser semejantes a alguna de las unidades del sector àcido aireado. No obstante, el primer cambio que se observa es la diferente naturaleza de su vegetaciòn, en la que desaparecen bruscamente los piornales pertenecientes a la as. **Genisto-Juniperetum nanae**, tipicos del sector acido, y aparecen sustituidos por un tomillar-piornal que normalmente se incluye en la as. **Sideritо-Arenarietum pungentis** Quezel 1953. Esta comunidad aunque fisionòmicamente semejante al piornal tipico (Foto.) aparece constituida por especies de marcado caracter basòfilo y cuyo optimo ecològico lo presentan en el piso oromediterràneo pero sobre sustratos ricos en bases, generalmente de naturaleza calcàrea.

Entre las especies que caracterizan a estas comunidades, hay que destacar la presencia de Astragalus granatensis subsp. granatensis , como la màs representativa y junto a ella aparecen otras como: Vitaliana primuliflora subsp. assoana , Helianthemum appeninum , Erodium cheilanthifolium , Jurinea humilis , Poa liguiata , Thymus serpylloides subsp. gadorensis , Juniperus sabina var. humilis , Sideritis glacialis , Arenaria pungens , Arenaria tetraquetra subsp. imbricata , Hormathophylla spinosa , etc.

Al analizar los suelos se pudo comprobar que el cambio en la vegetaciòn venia inducido por los cambios que se habian producido a nivel edàfico, especialmente en lo referente al pH y grado de saturaciòn. El primero no descendia nunca por debajo de 6,5 y alcanzaba valores de hasta 8.1 (perfil 73), y el segundo era en todos los casos superior al 50%.

Comprobado este hecho, pensamos en la posibilidad de que existiese algun cambio litològico responsable del enriquecimiento en bases de los suelos, por lo que se procediò a un analisis, sobre lamina delgada, de las rocas en los diferentes puntos en los que aparecia esta unidad. Tràs el anàlisis se comprobò que no existia diferencia litològica alguna con respecto a la roca en la que se desarrollaban las unidades de sector àcido aireado y que el fenòmeno se producia tanto sobre micasquistos grafitosos per-

tenecientes al Manto del Veleta (perfiles: 60, 64), como sobre micasquistos feldespáticos del Manto del Mulhacem (perfiles: 62, 65 y 73) (DIAZ DE FEDERICO, com. pers.).

Dada la constancia en la actuación de los distintos factores formadores, en relación con el sector ácido, pensamos, como ya hemos mencionado, que el único factor capaz de inducir dichas diferencias era el especial régimen de vientos que afectaba a esta unidad y cuya actuación, coadyuvada por la fuerte radiación a que estan sometidos estos lugares, daria lugar a una rápida desaparición de la nieve, a la desecación de la superficie e incluso a un movimiento ascensional de la solución del suelo, lo que traeria como consecuencia una falta de lavado y, por tanto, un enriquecimiento en bases de los suelos de esta unidad.

Establecida esta hipótesis, se procedió a la busqueda bibliográfica de antecedentes relativos a este fenómeno y tan solo pudimos encontrar una pequeña referencia, a un trabajo anterior realizado en los Alpes, de BRAUN BLANQUET (1979) en la que dice textualmente: "El suelo en los rincones ventosos tiene un pH más elevado que el de los lugares limítrofes protegidos del viento, si las demas condiciones son iguales; es, por tanto, menos ácido (BRAUN BLANQUET Y JENNY, 1926)". Desafortunadamente, por su antiguedad, nos ha sido imposible conseguir el citado trabajo.

Con respecto a los estudios sobre vegetación, si hemos podido encontrar algunas referencias sobre las comunidades que caracterizan a esta unidad. Así, MOTA (1984) y MOTA Y VALLE (1987), señalan su presencia en Sierra Nevada almeriense en las zonas más altas del piso oromediterráneo y comentan sobre estas comunidades que, aunque sometidas a unas condiciones ecológicas muy adversas (suelos poco desarrollados y azotadura de vientos), presentan una enorme riqueza florística. Las denominan "comunidades de crestas" e indican que representan una etapa más degradada y de "sopladura" de vientos, del **Genisto-Juniperetum nanae**, sobre litosuelos ricos en bases.

Por su parte LOSA, MOLERO Y CASARES (1986), indican la presencia de estas comunidades en la cuenca alta del rio Genil y las consideran una etapa serial en la destrucción del piornal-sabinar. Comentan que se trata de una comunidad permanente sobre suelos inclinados muy pedregosos, en las zonas más elevadas del piso oromediterráneo en contacto con el crioromediterráneo, y que prefiere zonas venteadas y desprovistas de nieve durante más tiempo. Apuntan tambien, que su distribución parece coincidir con la presencia de bases en el sustrato; hecho que se pone de manifiesto por la presencia en los inventarios de especies como Ptilotrichum spinosum , Erodium cheilanthifolium , Vitaliana primuliflora , etc. Por último, apuntan que la procedencia de estas bases es producto de la existencia de esquistos ultrabásicos

y mármoles en el sector nevadense, pero que también tienen que ver con los torbellinos de aire que arrancan polvo en las zonas calizo-dolomíticas de la orla montañosa y que se acumulan en determinadas áreas.

Trás esta revisión, y convencidos de que la génesis de esta unidad estaba asociada a la acción del viento, pudimos comprobar que efectivamente su presencia era repetitiva en todas las cumbres y collados que visitamos y fundamentalmente en exposiciones oeste y suroeste. Tambien pudimos comprobar que en algunas cumbres y collados localizados a la misma altitud pero protegidos de los vientos del oeste y suroeste por alguna elevación, como es el caso del collado de laguna seca, esta comunidad no aparecía.

Por otra parte, era más que evidente que los lugares donde aparecían estaban afectados por una intensa actividad eólica, puesta de manifiesto por la fuerte deflación que se detectaba en los suelos que se presentaban tapizados casi totalmente por fragmentos rocosos. De igual forma, las plantas de gramíneas aparecían descarnadas en su base y sobreelevadas algunos centímetros sobre la superficie del suelo y este, a su vez, aparecía exento de restos vegetales en toda su extensión quedando estos restringidos al área de influencia de las plantas de mayor porte (Astragalus), protegidos por el denso y entramado follaje de dichas plantas.

Otro hecho a nuestro juicio muy significativo, es la distribución de estas comunidades en las cumbres, ya que no aparecen dispuestas a modo de un casquete regular sobre la cumbre, como sería lógico pensar, sino de una forma irregular más o menos ovalada y orientada en dirección SO-NE que, como vimos en el capitulo dedicado al clima, es la dirección de los vientos dominantes. Tambien se puede comprobar que descienden algunos metros por la vertiente sur mientras que, contrariamente, en la vertiente norte desaparecen en el momento justo en que comienza la ruptura de pendiente, casi inmediatamente detrás del vértice de la cumbre (fig. 7.38).

Un último aspecto que apoyaría la hipótesis de partida, es el hecho de que en pequeñas vaguadas (cárcavas cabecera de barrancos) con dirección aproximadamente N-S, protegidas de estos vientos, la comunidad de Astragalus desaparece y presentan su interior ocupado totalmente por el piornal típico con Cytisus oromediterráneus y Genista versicolor . Se observa igualmente, como en los lugares en los que existe un escarpe o afloramiento rocoso, aparece una orla en la cara del escarpe orientada a barlovento que está ocupada totalmente por el piornal típico (fig.7.39). En ambos casos, es casi constante la presencia de Berberis hispanica , lo que nos indica contenidos relativamente altos de humedad edáfica.

Para resumir, podemos decir que tanto las caracteristicas fisionòmicas de la unidad como las caracteristicas analiticas de sus suelos, sugieren la actuaciòn de los vientos como determinante en la gènesis de dicha unidad. Esto estaria basado en:

- El tratarse de àreas cacuminales, determina una gran intensidad y violencia de los vientos debido, por una parte, a la menor densidad de la atmosfera en estos niveles y, por otra parte, al escaso rozamiento de los mismos al tratarse de los puntos de mayor altitud.

- Los vientos dominantes de componente O y SO eliminarian la nieve de las zonas de cumbre expuestas a barlovento (vertiente sur) y la acumularian a sotavento (vertiente norte), lo que explicaria el enriquecimiento en bases y la presencia de la comunidad basòfila en la vertiente meridional como consecuencia de una falta de lavado. Tambien explicaria la desaparición de la citada comunidad en vaguadas y en la base de los escarpes rocosos orientados a barlovento, ya que, en estos puntos, la nieve no solo no seria eliminada sino que se constituirian en lugares de acumulo y por tanto las condiciones de lavado serian superiores al existir una mayor humedad; hecho que, como deciamos, se pone de manifiesto por la presencia de Berberis hispanica (Fotos 7.3, 7.4).

- Una vez eliminada la nieve, los suelos quedarian expuestos al fuerte poder desecante del viento y la intensa radiaciòn a que estan sometidas estas cumbres soleadas durante todo el dia, por lo que, dado que se trata de zonas de moderada inclinaciòn, los procesos de lavado apareceran totalmente impedidos y, como consecuencia, aumenta el grado de saturaciòn de los suelos y lògicamente el valor del pH.

Con respecto a los anteriores paràmetros, se observa que, practicamente en todos los perfiles, se produce una acumulaciòn superficial de bases y un incremento del pH. Este hecho, dificilmente achacable al ciclo biogeoquimico de los elementos minerales ya que, como deciamos, la acumulaciòn de restos orgànicos es inapreciable, sugiere la existencia de un movimiento ascendente de la soluciòn del suelo probablemente condicionado por el flujo del aire a gran velocidad sobre las cumbres (Efecto Venturi). Tampoco se puede descartar que esta acumulaciòn superficial estè relacionada con el intenso periglaciarismo a que estan sometidos estos enclaves y que se manifiesta por la gran abundancia de formas periglaciares que presentan las formaciones de gramineas (calvas, guirnaldas, etc.); el suelo hùmedo, desprovisto de la protecciòn de la nieve, aparece sometido a temperaturas extremadamente bajas por lo que se congela y, segùn RIEGER (1983), cuando esto ocurre se produce un continuo flujo de humedad desde el subsuelo hacia la capa helada, lo que podria justificar en parte, la acumulaciòn suprficial de bases por lavado ascendente.

FOTO 7.3.- Panorámica de la vertiente septentrional en la que se observa toda la zona de cumbres desprovista de nieve por acción de los vientos.

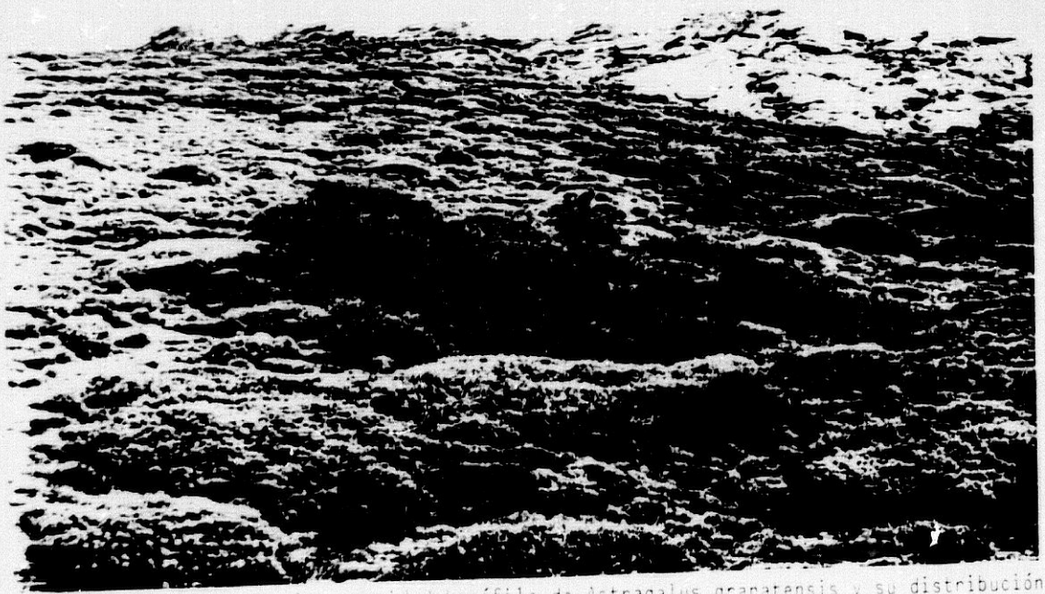


FOTO 7.4.- Detalle de la comunidad basófila de Astragalus granatensis y su distribución en las áreas cacuminales. Se observa como en el frontal de los afloramientos rocosos y depresiones, donde el acúmulo de nieve incrementa el lavado de los suelos, penetra Cytisus oromediterraneus (amarillo) y espinos (B. hispanica).

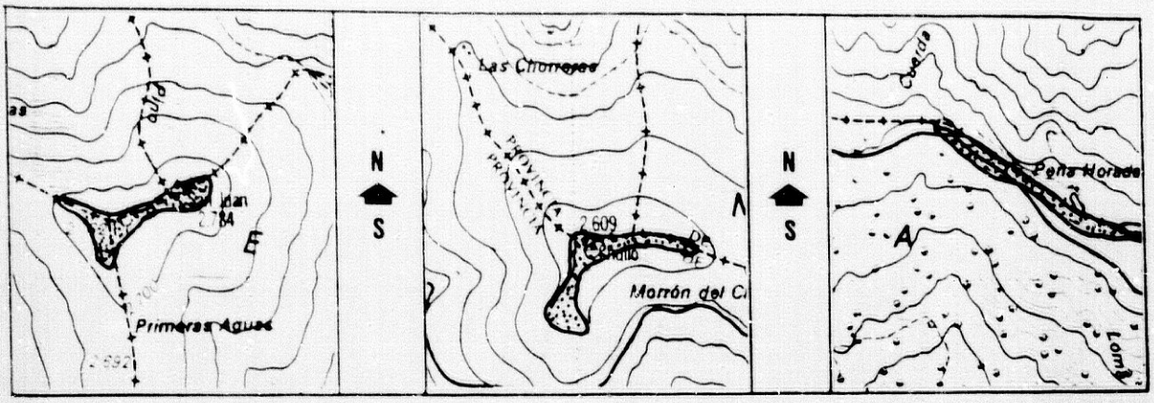


Fig. 7.38.- Distribución de las comunidades de Astragalus granatensis en las cumbres del San Juan, Chullo y collado de Peña Horadada.

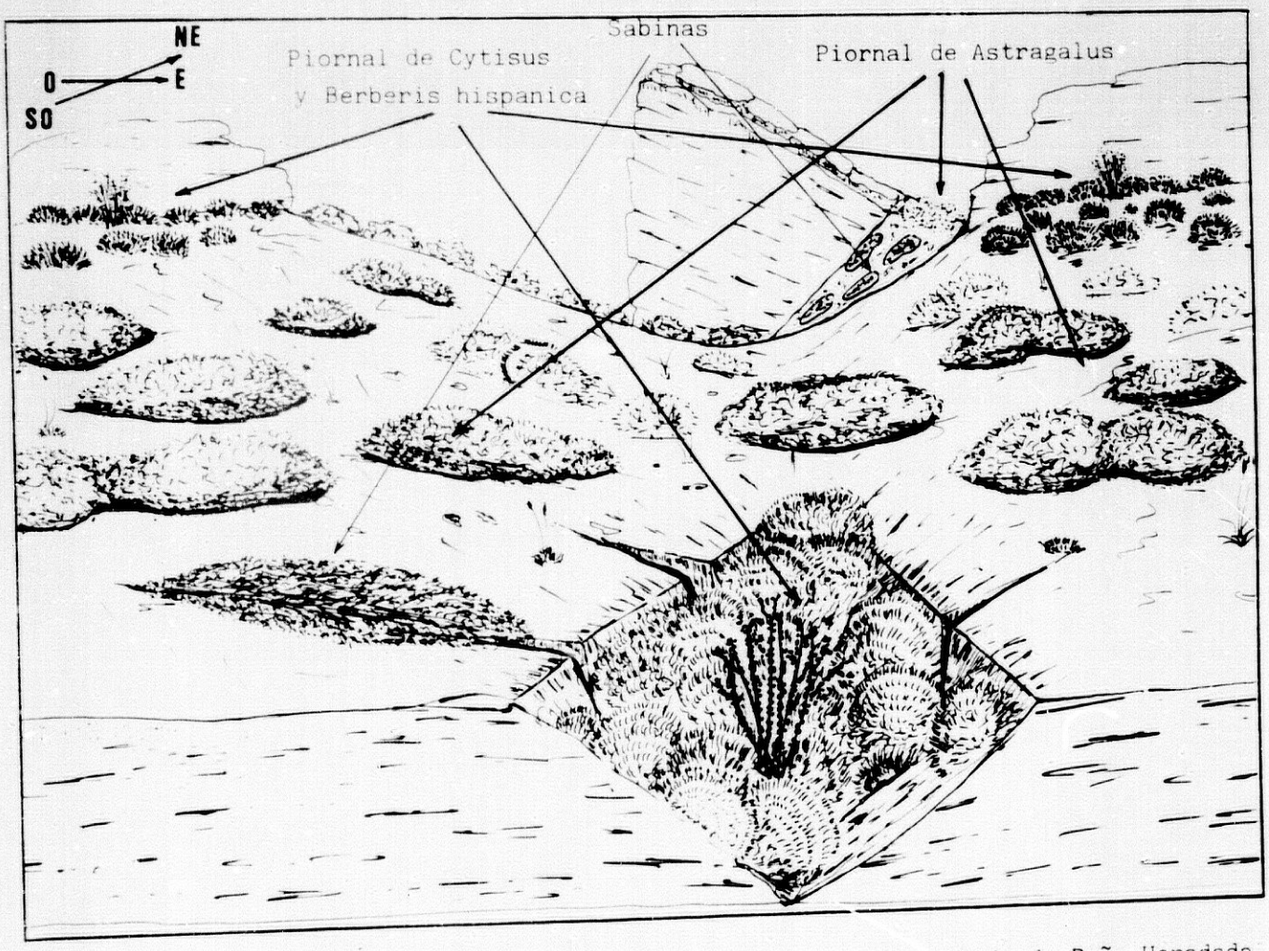
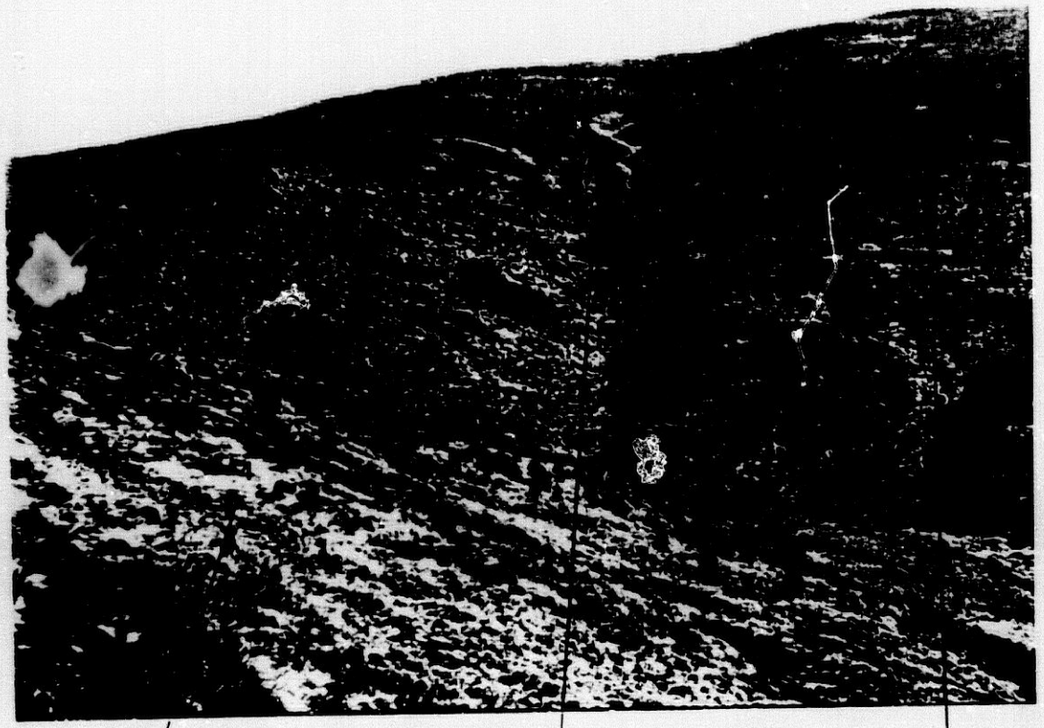


Fig. 7.39.- Esquema de la distribución de Astragalus en el collado de Peña Horadada y de la sustitución de esta comunidad, en pequeñas vaguadas y en la base de los eacarpes rocosos orientada a barlovento.

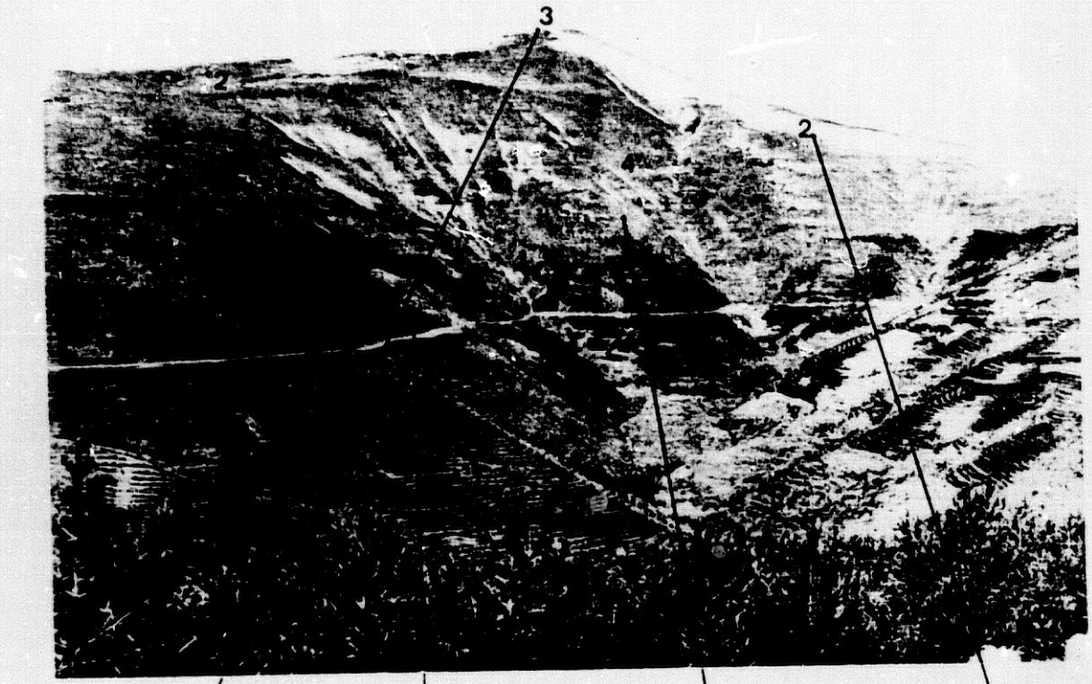


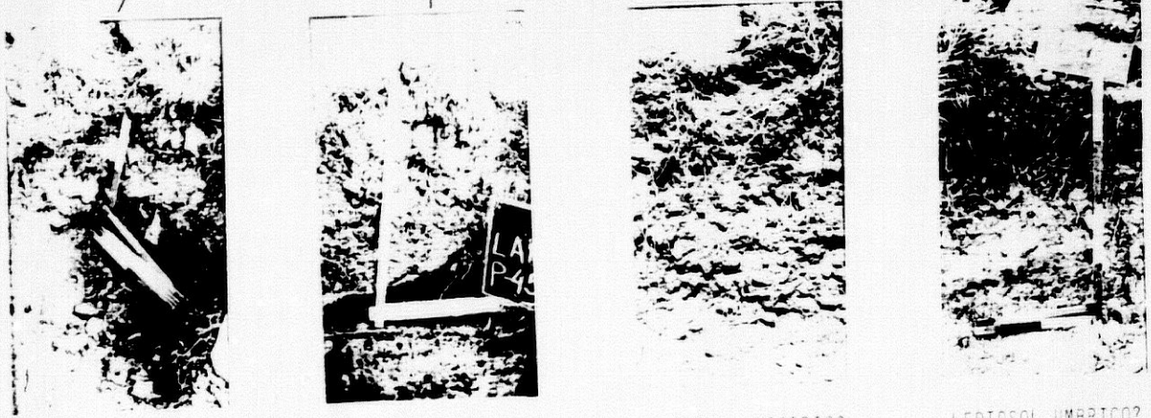
CAMBISOL UMBRICO

GLEYSOL DISTRICO

REGOSOL DISTRICO

LAMINA I.- Panorámica general de las unidades 1, 2, 4 y 9 con los suelos más representativos.





REGOSOL DISTRICO LEPTICO

CAMBISOL DISTRICO

CAMBISOL DISTRICO

LEPTOSOL UMBRICO?

LAMINA II.- Panorámica general de las unidades 2, 3, 4, y 5, en la Climofacies ácida oromediterránea y suelos más representativos.

Por último, solo decir que el resto de las propiedades del suelo serían semejantes a las del sector ácido, ya que la actuación de los procesos de meteorización y acumulación de materia orgánica serían equivalentes y en concordancia con la cota altitudinal a que se sitúa. Con respecto al proceso de meteorización química, éste se ve fuertemente ralentizado por las bajas temperaturas invernales y la extrema sequedad estival, de forma que, en ningún caso, se ha observado la presencia de un horizonte cámbico, al tiempo que la acumulación de materia orgánica es, en todos los casos, insuficiente para la formación de un epipedón móllico.

Partiendo de esta escasa evolución de los suelos, éstos se diferencian fundamentalmente en la profundidad a que se presenta la roca, distinguiendose entre Leptosoles eútricos (perfil 73) y Regosoles eútricos (perfiles 60, 62, 64 y 65), en función de que ésta aparezca por encima o por debajo de los primeros 25 cm.

7.1.1.1.3. SECTOR HIDROMORFO.-

UNIDAD 9: Gd/Gu.-

En esta unidad se incluyen todas aquellas áreas afectadas por períodos de encharcamiento, más o menos duraderos, que hacen que sus suelos se vean sometidos a períodos alternantes de oxidación y reducción y son los responsables de su particular morfología.

Dentro de ellos cabe hacer una diferenciación en función de la posición topográfica que ocupen, pudiéndose distinguir entre suelos asociados a zonas de "chorreras" o surgencias de aguas con pendientes más o menos fuertes y suelos ligados a cuencas endorreicas con fondo completamente llano.

En el primer caso, la pendiente hace que el agua circule constantemente, por lo que se tratará de un agua oxigenada; mientras que en el segundo caso el agua se estanca y pierde rápidamente su oxígeno por la acción de la actividad biológica, de ahí que el ambiente sea más reductor.

Los perfiles 53 y 47 representan a los Gleysoles ligados a zonas de surgencias de agua con distintos grados de inclinación. El perfil 53 está situado en Fuente de Primeras Aguas, con pendientes que alcanzan el 60% de inclinación; mientras que el perfil 47 se sitúa al SE del Cerro del Almirez y su pendiente se reduce hasta el 12% de inclinación.

Estas diferencias en el grado de inclinación de la pendiente, a través de la diferente velocidad en la circulación de las aguas que condiciona, pueden ser las responsables de las variaciones que se observan en ambos tipos de suelos. Así, la mayor velocidad

con que circulan las aguas en el perfil 53 podrían justificar su menor contenido en elementos finos en relación con el perfil 47; mientras que, en este último caso, al ralentizarse la velocidad de las aguas que circulan a su través, éstas estarán menos aireadas y serán más reductoras, por lo que la extracción del hierro sería mayor, tal y como ponen de manifiesto sus menores contenidos en hierro total y libre y su más baja relación Fel/Fet. Por otra parte, el mayor lavado del perfil 53 trae consigo un menor contenido en bases, aunque su grado de saturación es ligeramente superior al del perfil 47, debido a su menor capacidad de cambio, que, a su vez, está motivada por el menor contenido en elementos finos y materia orgánica.

En las zonas de cuencas endorreicas, la dinámica es completamente diferente ya que está marcada por un ambiente confinado y más reductor, al menos en la base, que las "chorreras".

En nuestra área de estudio, este tipo de cuenca la podemos encontrar en el paraje denominado Laguna Seca, que se sitúa en el sector oriental de Sierra Nevada, entre las elevaciones del Chullo y El Almirez. Se localiza a 2.300 m. de altitud y se trata de un antiguo circo de nivación represado por una morrena que se remodeló posteriormente en el período periglaciar.

Suele estar nevada durante los meses de diciembre a marzo y las aguas del deshielo saturan el fondo de la cuenca hasta finales de mayo, aunque el suelo de la misma permanece húmedo hasta bien entrado el verano. Las primeras lluvias del otoño vuelven a humedecerlo y, en este estado, es cubierto por las primeras nevadas del invierno.

Dentro de ella se pueden diferenciar tres sectores en función de la pendiente y naturaleza de la vegetación que se asienta en cada uno de ellos, tal y como se puede ver en el bloque diagrama de la fig. 7.40a y en el esquema de la fig. 7.40b.

El primer sector lo constituye la parte media de la ladera, con una pendiente del 12% de inclinación y cubierta por un pastizal-piornal relativamente denso, 70% de cobertura, en el que domina Cytisus oromediterráneus . El segundo sector está formado por la ladera baja en la que la pendiente se reduce al 3%; en él, el piornal es desplazado por un "pastizal" de Festuca indigesta como consecuencia de la hidromorfía temporal que padece este sector y que no permite la implantación de especies de enraizamiento profundo. El tercer sector lo constituye el fondo de la cuenca, con forma circular y plano, en el que la vegetación pasa a ser un "prado anual" debido al encharcamiento temporal, y con una cobertura próxima al 100%. Sus especies más características son Lotus glareosus , Veronica repens y Agrostis nevadensis .

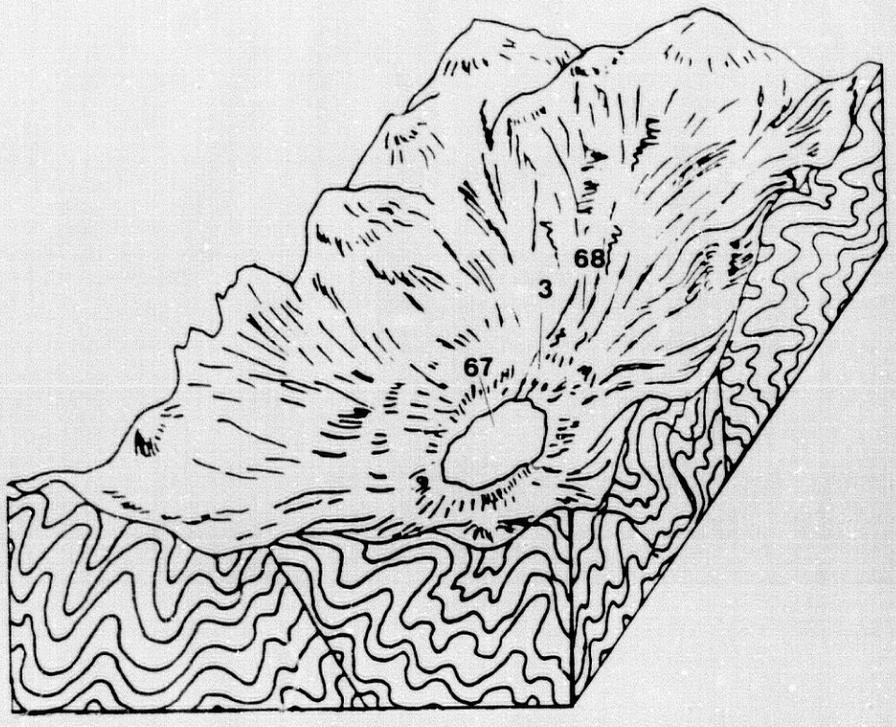


Fig.7.40a.- BLOQUE DIAGRAMA DE LAGUNA SECA CON LA LOCALIZACION DE LOS PERFILES.

Con objeto de estudiar la gènesis de los diferentes suelos de la cuenca y analizar las posibles relacions que pudiesen existir entre ellos, seleccionamos tres perfiles, uno en cada sector, que se corresponden con los nº 68, 3 y 67 y cuya situaciòn se puede ver en la figura anterior.

Morfolòqicamente, el perfil 68, muy tipico del piso oromediterràneo nevadense, se caracteriza por un horizonte A que no cumple los requisitos del úmbrico debido a que su color no oscurece en al menos una unidad de value con respecto al horizonte C; por lo demàs, se podria clasificar como tal. El horizonte Bw subyacente muestra, con respecto al horizonte C, un proceso de alteraciòn incipiente que se pone de manifiesto por un contenido en arcilla ligeramente superior, mayor relaciòn Fed/Fet y una estructura algo màs desarrollada, lo que permite catalogarlo como cámbico. Todo el perfil presenta una textura gruesa, franco arenosa, con un elevado contenido en grava que tiende a incrementar-

se en profundidad; contenido relativamente alto en materia orgànica incluso en el horizonte C, con baja relación C/N y, por último, fuerte desaturación y pH muy àcido.

El perfil 3 muestra una morfología en parte semejante y en parte distinta a la del perfil 68. Como él, presenta una textura franco arenosa y elevado contenido en grava que aumenta con la profundidad, así como un horizonte A que sigue sin cumplir las características del úmbrico por falta de oscurecimiento en húmedo. Las diferencias màs marcadas son la ausencia de un horizonte Bw, que es sustituido por un AC; disminución del croma en todo el perfil, no supera el valor de 1; menor capacidad de cambio; mayor saturación; menor contenido en materia orgànica y pH menos àcido.

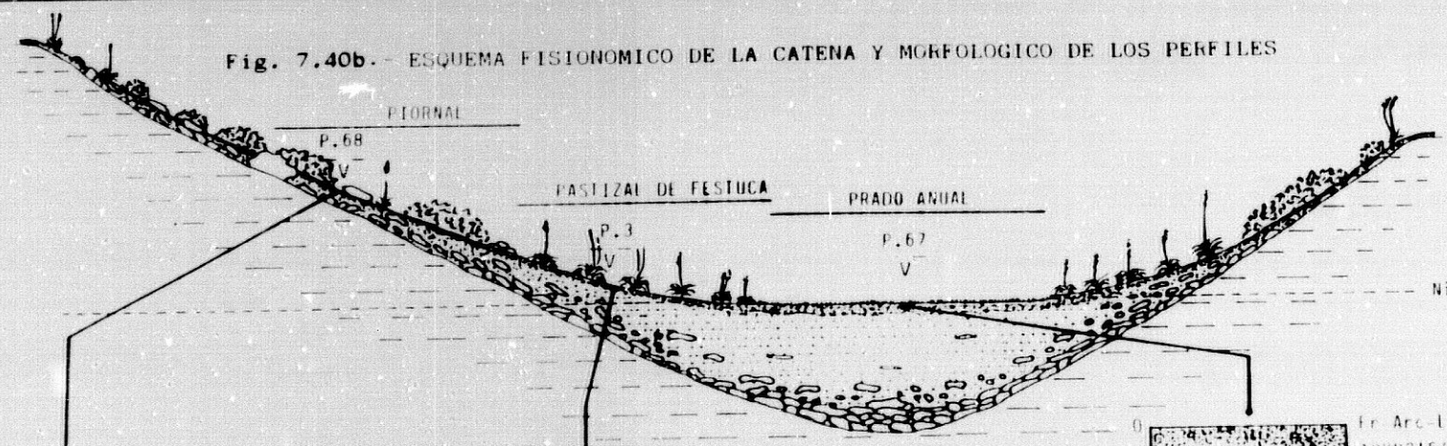
El perfil 67 es morfológica y analíticamente muy diferente a los dos anteriores. Presenta una secuencia de horizontes Ahg1-Ahg2-Bg-BCg-Cg, con el típico moteado de los procesos de óxido-reducción que se intensifica en el seno del horizonte Bg; textura fina, varía de franco-arcillo-limosa en superficie a franco-limosa en profundidad y no presenta grava; elevado contenido en materia orgànica en los horizontes Ah que oscurecen y cumplen todos los requisitos del úmbrico; capacidad de cambio superior a la de los perfiles de ladera y bajo grado de saturación. El sedimento de los horizontes BCg y Cg presenta una estructura laminar gruesa.

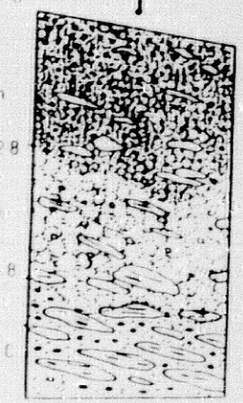
Como ya hemos puesto de manifiesto, la cuenca de Laguna Seca es un antiguo nicho de nivación represado por una morrena que ha seguido remodelàndose durante el periodo periglaciar; remodelación que ha consistido fundamentalmente en la erosión de los materiales finos de las laderas que conforman la cuenca y su acumulación en el fondo de la misma. Esta acumulación debió producirse mediante la sedimentación de los materiales en un medio acuoso y, de ahí, su morfología completamente llana y la estructura laminar de sus sedimentos. Por lo tanto, en su momento, debió ser una laguna como tantas otras que hoy en día se conservan en la dorsal de Sierra Nevada, aunque en cotas superiores.

El cambio de clima hacia condiciones màs secas provocó paulatinamente la regresión de la laguna hasta su completa desaparición, de forma que en la actualidad está seca la mayor parte del año. Esta particular evolución es la que ha condicionado la diferenciación de sus suelos.

En las zonas medias y altas de la ladera, perfil 68, no sometidas en ningún momento al proceso de encharcamiento, el desarrollo de sus suelos responde a las particulares condiciones climàticas que reinan en el piso oromediterràneo nevadense y en el que el predominio de la meteorización física sobre la química es el responsable de la gruesa textura de estos suelos y de su riqueza

Fig. 7.40b.- ESQUEMA FISIONOMICO DE LA CATENA Y MORFOLOGICO DE LOS PERFILES



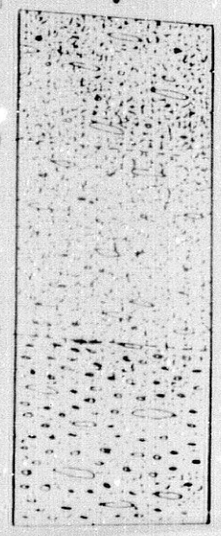


Fr Ar(bs.f)
10YR3/2(5/2)

Fr Ar(bs.f;gs.)
10YR3/2(5/2)

Fr Ar(bs.m;gs.)
10YR3/2(5/2)

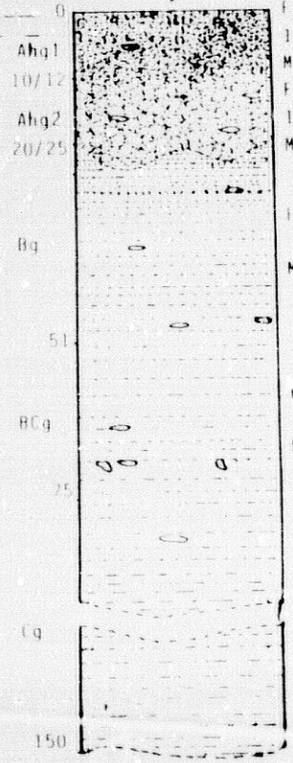
Fr Ar(gs.)
10YR3'5/2(5/2)



Fr Ar(mig.f;gs)
10YR4/1(6/1)

Fr Ar(bs.m)
10YR4/1(6/1)

Fr Ar(gs)
10YR4/1(6/1)



Fr Arc-L(mig.f)
10YR2'5/1(4'5/1)
Manchas frec:5YR4/8 en húmed.
Fr Arc-L(bs.f y m.)
10YR3/1(5/1)
Manchas frec:5YR4/8 en húmed.

Fr L(aglm.)
5Y3/2(5/2)
Manchas muy abundantes:
5YR4/8 en húmedo.

Fr Arc L(aglm.)
5Y3'5/2(5/2)
Manchas abundantes:
5YR4/8 en húmedo.

Fr L(aglm.)
5Y4/1(5/1)
Manchas frec:5YR4/8 en húmed.

gs:Grumosa
mig:Migajosa
agl:Aglomerada
bs:Bloques subangulares
gs:Grano suelto
f:Finos
m:Medianos
r [illegible] Ar:Arcillosa; L:Limosa

en fragmentos rocosos. Asimismo, la actuación diferencial de estos procesos de meteorización a lo largo del perfil del suelo, más intensa hacia la superficie, es la responsable del desarrollo de un horizonte cámbico en el que se observa un mayor contenido en arcilla, estructura más desarrollada y más elevada relación Fel/Fet (fig. 7.41) que en el horizonte C subyacente. El desarrollo del perfil se completa con el aporte de materia orgánica por parte de la vegetación piornal y cuyo enraizamiento profundo aporta cantidades relativamente altas, incluso en profundidad, lo que, junto al color oscuro del material original, hace que el horizonte A formado no oscurezca en al menos una unidad de value con respecto al horizonte C y, por lo que no se puede clasificar como úmbrico.

La fuerte desaturación y acidificación de estos suelos de ladera hay que atribuirla a la acumulación de nieve durante el invierno y posterior deshielo hurante el periodo de primavera que provoca un intenso lavado; no obstante, este lavado no parece afectar a los materiales finos, ya que se concentran en la superficie del suelo, por lo que hay que admitir que el piornal ejerce una elevada protección frente a los procesos erosivos. El incremento de bases y mayor saturación del horizonte A se debe a la actuación del ciclo biogeoquímico.

En el sector más bajo de la ladera como decíamos, el piornal es sustituido por un pastizal de Festuca indigesta , cuyo sistema radicular fasciculado, si bien es denso, es menos profundo que el de las espécies típicas del piornal, por lo que puede eludir el encharcamiento en profundidad al que está sometido temporalmente este sector de la cuenca. Este hecho, unido a la parcial decoloración del suelo, cuyo croma desciende a 1, parecen indicar que, en algún momento de su historia, estuvo bajo la influencia de las aguas de la laguna. El proceso pudo ser el siguiente:

Durante el período de máximo desarrollo de la laguna, sus aguas cubrían este sector; posteriormente, al cambiar las condiciones climáticas hacia una mayor sequedad, la laguna fue reduciendo su tamaño y el sector sufría condiciones alternantes de encharcamiento, en la época húmeda, y de desecación, en la seca. No obstante, en la seca, el suelo seguía manteniendo una capa freática cuya profundidad oscilaba en función del nivel de la laguna, y, únicamente cuando el nivel máximo descendió por debajo de una determinada profundidad, pudo ser colonizado el sector por el pastizal de gramíneas.

Todo este proceso podría explicar el empobrecimiento en elementos finos e hierro (fig. 7.41) del perfil 3, que tendría lugar por un arrastre de estos constituyentes hacia el centro de la laguna durante los períodos de invasió retroceso de las aguas; el arrastre del hierro se vería favorecido por su reducción durante

el periodo de hidromorfía. Por otra parte, su tardía colonización por la vegetación justificaría su bajo contenido en materia orgánica; mientras que el lavado de bases de los suelos de la ladera media y alta y su concentración en las aguas de la laguna explicarían su mayor contenido en bases y el grado de saturación más elevado.

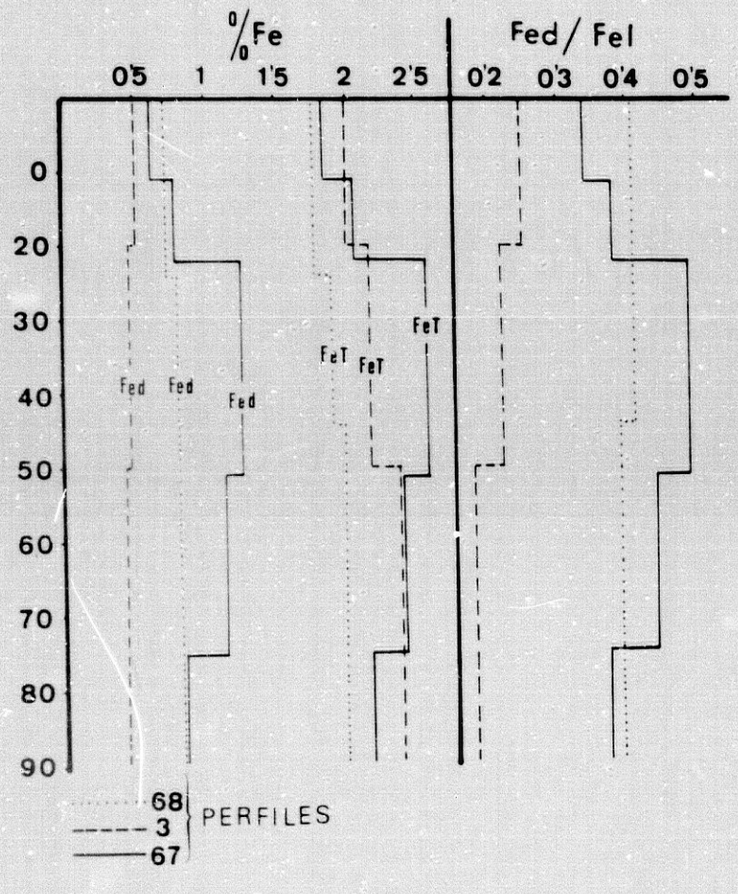
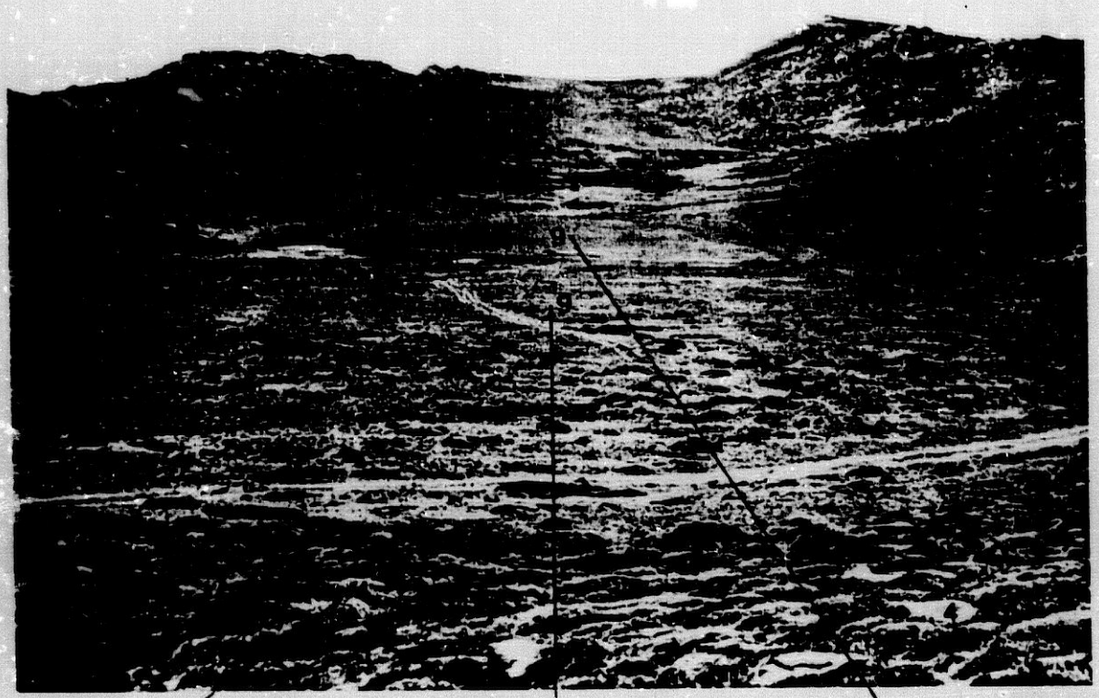
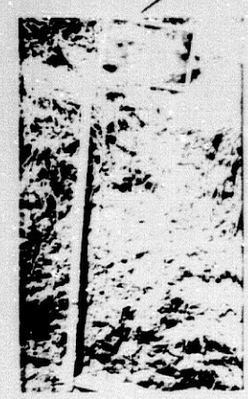


Fig.7.41.- DISTRIBUCION DE HIERRO LIBRE (FeL), HIERRO TOTAL (Fet) Y RELACION Fel/Fet EN LOS SUELOS.

El tercer sector, fondo de la cuenca, se caracteriza por el desarrollo de suelos potentes formados por la acumulación de sedimentos limosos que la han ido colmatando. Su textura relativamente uniforme y su estructura laminar paralela a la superficie, ponen de relieve que dicha sedimentación debió producirse en un medio acuoso de aguas tranquilas.

Al desaparecer durante un periodo relativamente largo las aguas que cubrían los sedimentos, éstos fueron colonizados por una vegetación anual de tipo prado que muere en el periodo de encharcamiento y vuelve a rebrotar con la desecación. Su carácter anual y denso enraizamiento condicionan un elevado aporte de ma-





CAMBISOL DISTRICO

GLEYSOL DISTRICO

GLEYSOL UMBRICO

LAMINA III.- Panorámica general de Laguna Seca (Sector hidromorfo) y suelos representativos de la catena.

teria orgànica al suelo, que da lugar al desarrollo de un epipedòn ùmbrico cuya profundidad oscila entre 20 y 25 cm.

Los periodos alternantes de encharcamiento y desecaciòn dan lugar, respectivamente, a un proceso de reducciòn, con la consiguiente movilizaciòn y redistribuciòn del hierro reducido,y a una oxidaciòn del hierro que adquiere asi tonalidades amarillento-rojizas, lo que se traduce en la aparicion de manchas en todo el perfil que se disponen sobre una matriz dominantemente gris.

En el proceso de movilizaciòn y redistribuciòn del hierro, èste se acumula en el seno de los horizontes Bg y BCg, especialmente en el primero, al tiempo que disminuye en los horizontes Ahg; no obstante, la presencia de hierro libre en cantidades considerables en el seno del epipedòn ùmbrico pone de manifiesto que el lavado o bien no es muy intenso o bien que, durante algùn periodo del año, es ascendente.

Relaciones suelo-vegetaciòn en la climofacies àcida oromediterrànea.

Tràs el anàlisis de los tres sectores en que se diferencia la climofacies àcida oromediterrànea, para terminar diremos que, dentro del contexto general de la misma, se observa una patente relaciòn entre las caracteristicas de los suelos, dentro de los tres sectores considerados, y la vegetaciòn que los ocupa; asi, mientras que en el sector aireado dominan las diferentes etapas de la serie del **Genisto baeticae-Juniperetum nanae** S., en el sector hidromorfo la serie climatòfila aparece sustituida por una serie edafòfila en la que dominan herbazales y prados y el sector de cumbres por una comunidad basòfila perteneciente a la as.**Siderito-Arenarietum pungentis**, de optimo oromediterràneo calcàreo y que, a nuestro juicio, deberia ser considerada como una serie edafòfila y no como una etapa de degradaciòn del Genisto-Juniperetum nanae.

Por otra parte, y aunque la fuerte antropizaciòn ha introducido modificaciones en la dinàmica general de esta climofacies, en los lugares poco alterados, dentro del sector aireado, se observa un cierto paralelismo entre el grado de evoluciòn de los suelos y la vegetaciòn que soportan.

Asi pues, en base a lo anterior, en la climofacies acida oromediterrànea se puede establecer la siguiente secuencia entre los suelos y la vegetaciòn:

Sector aireado

- Rupícolas.....Leptosol eútrico

- Pastizal.....Leptosol dístrico

- Tomillar.....Ranker/Leptosol úmbrico/dístrico

- Piornal.....Regosol dístrico, Cambisol dístrico/úmbrico

- Lastonares de Festuca scariosa: suelos profundos y frescos desarrollados sobre coluvios finos (Regosoles dísticos y Cambisoles dísticos y úmbricos) o bien suelos menos profundos de textura fina desarrollados en la base de los escarpes y afloramientos rocosos, en la cara orientada a barlovento, donde la retención del polvo y la nieve arrastrada por el viento propician unas condiciones de humedad superiores a las normales dentro de la climofacies.

-Sabinares: aunque puntualmente se pueden detectar en áreas en las que los suelos presentan esencialmente un caracter dístrico, su mejor representación corresponde a las zonas de mayores pendientes y por tanto suelos poco evolucionados cuyo grado de saturación alcanza valores muy próximos al 50% o bien, al sector de cumbres donde los suelos presentan un caracter eútrico. Así mismo, hay que señalar que ocupan los eclaves climatologicamente más desfavorables.

Sector de Cumbres

- Piornal-Pastizal basófilo....Leptosol/ Regosol eútrico

Sector hidromorfo

- Prado, Herbazal..... Gleysol dístrico/úmbrico

- Pastizal de Festuca indigesta.....Gleysol dístrico

7.1.1.2. CLIMOFACIES ACIDA SUPRAMESOMEDITERRANEA.

Se localiza por debajo de la cota de 1.900-2.000 m. y ocupa una extensión de 30.974 Has. aproximadamente, lo que representa el 56,5% del total del área de estudio.

En lo que a vegetación se refiere, en esta climofácies se presentarán variaciones en función a que las unidades se localicen en los pisos supra o mesomediterráneo; así, en el primero las comunidades serán las representativas de la "Faciación típica" del **Adenocarpo decorticantis-Querceto rotundifoliae S.**; mientras que en el segundo, serán las comunidades propias de la "Faciación con retama" de esta serie. No obstante, tenemos que señalar que la presencia de comunidades de una u otra faciación, parece estar más relacionada con el tipo de sustrato sobre el que se desarrollan que con el nivel altitudinal que ocupen. Así, como apuntábamos en el capítulo de vegetación, la faciación típica se presenta fundamentalmente sobre laderas de solifluxión o coluvios, más o menos profundos, con elevada capacidad de retención de humedad, mientras que la faciación con retama domina en aquellos puntos en los que los suelos aparecen desarrollados sobre la roca "in situ", suelos muy erosionados o bien, áreas afectadas por una intensa insolación debida a su particular orientación; en definitiva, sobre los suelos más secos. También hay que señalar que una gran parte de esta climofácies aparece ocupada por repoblaciones forestales y que en las unidades localizadas a mayor altitud, fundamentalmente en la vertiente norte, es frecuente la presencia de piornales en los que las especies dominantes son Genista versicolor y Erinacea anthyllis , lo que probablemente está relacionado, con el carácter eútrico que presentan la mayoría de los suelos sobre los que se desarrollan.

Al igual que en la Climofacies Oromediterránea, los principales procesos que rigen la formación de sus suelos son la meteorización, tanto física como química, y la acumulación de materia orgánica; no obstante, su menor cota altitudinal condiciona unas temperaturas más suaves y una intensificación del proceso de meteorización química en relación con la Climofacies Oromediterránea. Por otra parte, en el seno de esta Climofacies se pueden encontrar restos de "paleosuelos", concretamente Luvisoles, en los que se conserva parte del horizonte Bt y cuya formación responde a un período climático anterior con condiciones de humedad lo suficientemente altas como para que se desarrollase un proceso de iluviación, seguido de un período seco en el que tuvo lugar el proceso de rubefacción, responsable del color rojo de estos suelos.

La intensificación del proceso de meteorización química, que en este caso estará limitado fundamentalmente por la sequedad estival, provoca un cambio en los parámetros de sus suelos, que ya reflejamos en la tabla 7.1, al tiempo que se generaliza la formación de un horizonte cámbico, siempre que contribuya a ello la actuación de los demás factores formadores. Junto a este horizonte cámbico, es frecuente la presencia de un epipedón móllico, aunque éste se restrinja fundamentalmente a la cota comprendida entre 1.700 y 2.000 m, en la que aún permanece la vegetación de "piornal" con su profundo enraizamiento e incluso, en esta zona, al igual que ocurría en la Climofacies Oromediterránea, no siempre se puede clasificar el epipedón como móllico debido a que el color oscuro de la roca hace que no llegue a oscurecer, al menos en una unidad de value, con respecto al horizonte C subyacente. Por debajo de esta cota no es frecuente la presencia del epipedón móllico, debido a que la vegetación natural de encinas aporta los restos orgánicos fundamentalmente en la superficie del suelo y es la actuación de la actividad biológica la encargada de incorporarla en profundidad; actuación que no es, ni mucho menos, tan efectiva como el enraizamiento profundo del "piornal". Por otra parte, si tenemos en cuenta la fuerte presión antrópica ejercida en estos niveles, a través de los cultivos y repoblaciones forestales, se podrá comprender fácilmente la escasa representatividad que en ellos tiene el epipedón móllico.

Otro cambio, en comparación con la Climofacies anterior, importante desde el punto de vista de la clasificación de los suelos y que también viene inducido en gran parte por la intensificación del proceso de meteorización química, es el carácter eútrico de los mismos como consecuencia de una mayor liberación de bases y el menor lavado, éste último ligado a la menor pluviosidad. No obstante, si tenemos en cuenta que la intensificación del proceso de meteorización química se produce de una forma gradual, no podemos descartar la presencia del carácter dístrico dentro de la superficie ocupada por esta Climofacies, sobre todo en la zona próxima al contacto con la Oromediterránea

Dado que los procesos edafogenéticos son, en esencia, los mismos que actúan en la Climofacies Oromediterránea, la dinámica de sus suelos es equivalente a la de aquélla, excepción hecha del caracter eútrico y de la relativa abundancia de suelos relictos con horizonte Bt. Esta dinámica hemos intentado esquematizarla en la figura 7.42.

En ella, al igual que en la Climofacies Oromediterránea, hemos partido de tres formas diferentes de presentarse el material original: A) coluvio de solifluxión grosero en el que el material fino representa menos del 20%; B) roca "in situ", y C) coluvio de solifluxión con más del 20% de tierra fina.

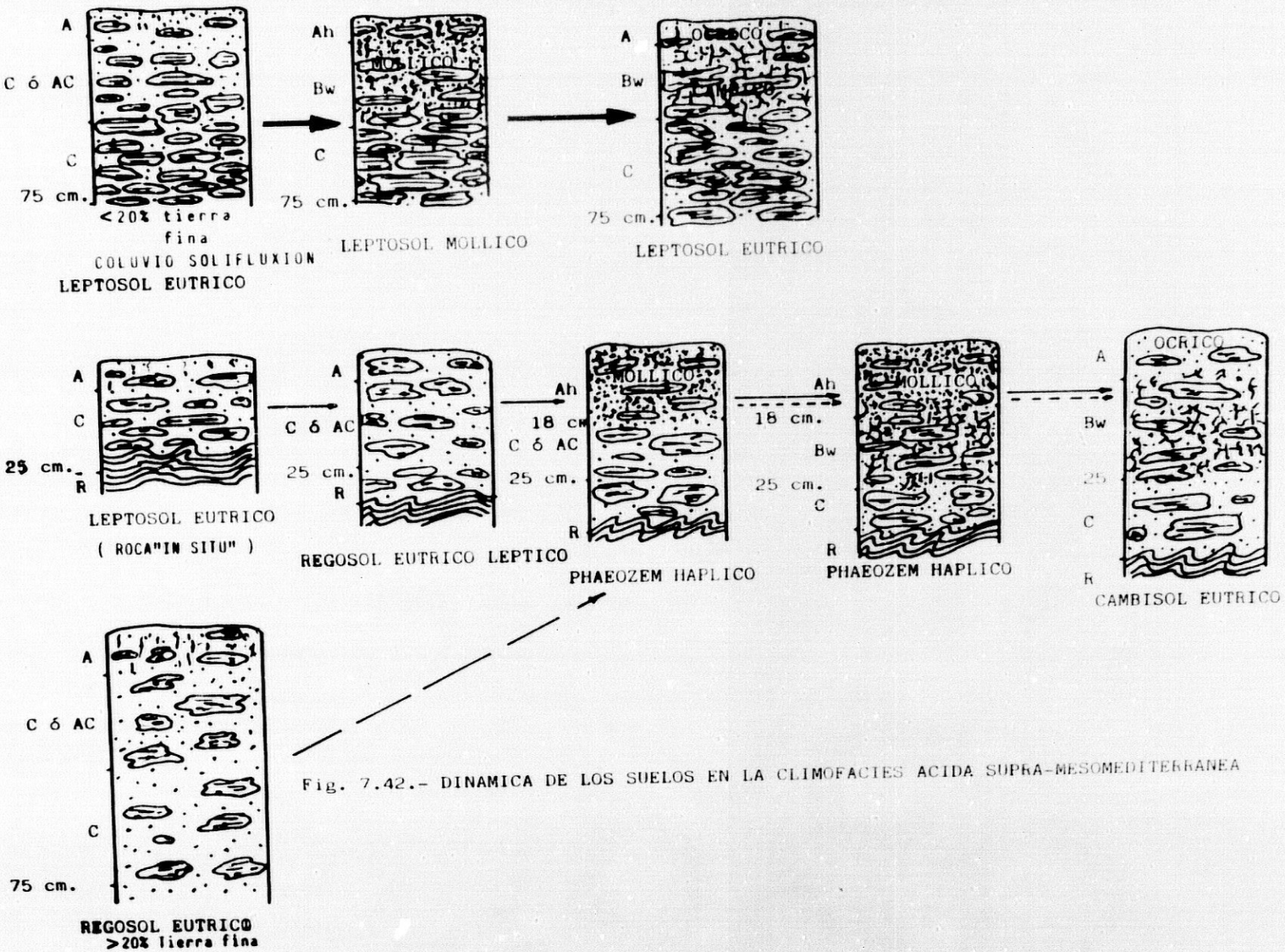


Fig. 7.42.- DINAMICA DE LOS SUELOS EN LA CLIMOFACIES ACIDA SUPRA-MESOMEDITERRANEA

Sobre coluvios de solifluxión groseros que contienen menos del 20% de tierra fina, el suelo es, en todos los casos, un Leptosol que en su primer estadio evolutivo, presenta un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico y se denomina Leptosol eútrico. Mediante la actuación de los procesos de meteorización y acumulación de materia orgánica, el suelo desarrollará un epipedón móllico y un horizonte cámbico subsuperficial que conducen a la formación de un Leptosol móllico. Si por cualquier motivo se altera la vegetación natural (cultivos, repoblaciones, etc..) y el epipedón pierde las características del móllico, vuelve a denominarse Leptosol eútrico, aunque la presencia del cámbico denota una mayor evolución que en el primer caso.

Los perfiles 51 y 66 se localizan en zonas antiguamente cultivadas y abandonadas en la actualidad y representan al Leptosol eútrico con un horizonte cámbico y en los que la actuación antrópica ha destruido presumiblemente el primitivo horizonte móllico.

Sobre material "in situ", el primer estadio evolutivo lo constituye el Leptosol eútrico, en el que la roca dura y coherente se presenta dentro de los primeros 25 cm. Si sobre este suelo siguen progresando los procesos de meteorización, el siguiente estadio, mediante una profundización de la meteorización física, será el de Regosol eútrico lépticó, en el que la roca fresca se presenta entre 25 y 50 cm. de profundidad y el suelo no presenta más horizonte de diagnóstico que un epipedón ócrico. Conforme progresan los procesos de meteorización, el suelo se enriquece en elementos finos y nutrientes, al tiempo que es capaz de retener mayor humedad, con lo que progresa la vegetación que se asienta sobre él y se incrementa el aporte de materia orgánica que puede llegar a desarrollar un epipedón móllico en superficie, pasando el suelo a denominarse Phaeozem háplico; los más evolucionados presentan un horizonte de meteorización Bw que cumple todos los requisitos del móllico. Cuando este último tipo de suelo sufre una alteración de la vegetación natural, el epipedón puede llegar a perder las características del móllico, aunque sigue conservando el cámbico subsuperficial y pasa a denominarse Cambisol eútrico. Este Cambisol eútrico, sin necesidad de haber sufrido un proceso de evolución regresiva, también lo podemos encontrar desarrollado sobre materiales muy oscuros, como micasquistos grafitosos, en los que el epipedón no se puede clasificar como móllico por falta de oscurecimiento con respecto al horizonte C subyacente; o bien bajo bosques de encina, en los que el horizonte C presenta un material fino de color y características muy semejantes a las de los horizontes superficiales o la materia orgánica no llega a incorporarse a una profundidad suficiente.

Los Leptosoles eútricos y Regosoles eútrico-lépticos, si bien en unos casos pueden ver limitada su evolución a consecuencia de la intervención de algún factor edafogenético, como las fuertes

pendientes que afectan al perfil 55, en otros casos son representantes de un proceso de evolución regresiva, motivado por la destrucción indiscriminada de la vegetación natural y el consiguiente recrudecimiento de los procesos erosivos, como ocurre en los perfiles 18, 36, 42 y 54, que se reparten por la superficie de esta Climofacies y en los que la vegetación primitiva era presumiblemente un encinar, como lo prueban los numerosos chaparros que de forma muy aislada colonizan parte de la superficie ocupada por estos suelos.

Al igual que los suelos con carácter lèptico, la formación de los Regosoles eútricos también pueden responder a la intervención de determinados factores limitantes o a una aceleración del proceso de erosión como consecuencia de la destrucción de la vegetación natural. El perfil 11 sería un representante de los primeros ya que se desarrolla sobre filitas y sobre fuertes pendientes, factores ambos que marcan una elevada erosión natural; mientras que el perfil 43, con horizonte Bw de meteorización que no puede catalogarse como cámbico por falta de espesor, muestra una mayor evolución. En este último caso, es difícil discernir si ésta es la máxima evolución que ha podido alcanzar el suelo como consecuencia de las fuertes pendientes o si, por el contrario, en algún momento de su historia llegó a ser un auténtico Cambisol eútrico que, por erosión, dió lugar al perfil actual; particularmente, nos inclinamos por esta última teoría, tanto por las evidencias de alteración del bosque de encinas primitivo como por la presencia de un horizonte BC con un material fino muy semejante al del horizonte Bw pone de manifiesto la existencia de un antiguo suelo más potente.

El Phaeozem háplico con un epipedón móllico como único horizonte de diagnóstico y en el que no se observa ningún horizonte que pueda cumplir las características de un B de meteorización, está representado por el perfil 71, al cual se le podría añadir el calificativo de lèptico, ya que la roca se presenta dentro de los primeros 50 cm.

Los perfiles 12, 35 y 41 representan a los Cambisoles eútricos en los que los horizontes superficiales cumplen los requisitos del móllico, excepto el oscurecimiento en, al menos, una unidad de value con respecto al horizonte C subyacente. Generalmente se desarrollan bajo encinares más o menos conservados -perfiles 12 y 35-, aunque también se detectan sobre pinares de repoblación que, en su día, fueron encinares -perfiles 19 y 41-; su morfología se caracteriza generalmente por una secuencia de horizontes Ah-Bw-C y en la que el horizonte C presenta más de un 50% en volumen de estructura de roca y el escaso material fino que existe entre las lajas muestra unas características y coloración muy semejantes a las de los horizontes de superficie.

Sobre coluvios de solifluxión con más de un 20% de material fino, el proceso evolutivo da lugar a suelos taxonómicamente iguales a los desarrollados sobre material "in situ", a excepción de los primeros estadios, ya que, como es lógico, sobre estos materiales desaparecen los suelos con carácter léptico.

El primer estadio evolutivo lo constituye el Regosol eútrico, presenta como único horizonte de diagnóstico un epipedón ócrico situado sobre un coluvio indiferenciado. Dado que en este caso se parte de un material que ya está parcialmente edafizado y con suficientes elementos finos como para que el suelo retenga humedad relativamente alta, su formación responde más bien a una evolución regresiva como consecuencia de la actuación antrópica. Es el caso de los perfiles 61 y 63, en los que el cultivo debió destruir el primitivo horizonte orgánico y el posterior abandono favoreció la erosión. La destrucción del horizonte orgánico también debió producirse en el perfil 31, en este caso motivada por la repoblación de pinos mediante el sistema de aterrazamiento, aunque no se puede descartar el hecho de que la pérdida del epipedón fuese anterior a la repoblación y que hubiese estado motivada por una destrucción de la vegetación natural y el consiguiente recrudecimiento de los procesos erosivos.

Por un proceso de incorporación de materia orgánica se desarrolla un epipedón mólico que da al suelo la categoría de Phaeozem. En general, la parte inferior del mólico se puede catalogar como un horizonte B de meteorización; es el caso de los perfiles 17 y 32, en los que, además del proceso de incorporación de materia orgánica, la meteorización química ha llegado a desarrollar un horizonte B que, cuando no cumple las características del mólico, generalmente por requisitos de color, se clasifica como cámbico. El perfil 32 constituye un caso muy particular en el que el Phaeozem se desarrolla sobre un coluvio que entierra a un antiguo Luvisol del que únicamente se conserva parte del primitivo horizonte Bt; en este caso, cuando el límite superior del Bt se sitúa dentro de los primeros 50 cm., el suelo recibe la denominación de Phaeozem lúvico.

Cuando el color del epipedón no oscurece lo suficiente con respecto al horizonte C -perfiles 40 y 72-, o cuando el croma es excesivamente elevado -perfil 34-, al no poderse catalogar el horizonte Bw como mólico, se tiene que clasificar como cámbico y, dado que no posee más horizontes de diagnóstico, el suelo se encuadra en la categoría de Cambisol eútrico.

Otros suelos presentes en esta Climofacies y cuya formación no responde a la dinámica vista hasta ahora son los Luvisoles, Fluvisoles y Antrosoles.

Los Luvisoles se encuentran repartidos de forma puntual por toda la zona de estudio, estando la mayor concentración entre las cotas 1.700-2.000 m. de la ladera este de los ríos Palancón y Paterna y al norte del paraje conocido como "La Lobera". Todos ellos se presentan parcialmente erosionados y enterrados por depósitos menos alterados en los que se desarrolla un pequeño epipedón ócrico; de forma que en la actualidad se conserva sólo parte del primitivo horizonte argillico y han desaparecido los horizontes A y E. El proceso de iluviación que dió lugar al horizonte Bt se tuvo que producir en un clima más húmedo que el actual, el cual, por un lado, favorece una rápida mineralización de la materia orgánica y, por otro, provoca el lavado de la arcilla dispersa hasta su acumulación en el seno del horizonte Bt; posteriormente, el suelo tuvo que pasar por un periodo seco, que fue el responsable de la deshidratación del hierro y del color rojo que le da el carácter crómico. En ocasiones, como ya hemos mencionado, el depósito que entierra a estos horizontes Bt ha evolucionado lo suficiente como para que en él se forme un epipedón mólico y el suelo se clasifica entonces como Phaeozem. Ejemplos de Luvisoles crómicos los podemos encontrar en los perfiles 16, 27 y 28.

Los Fluvisoles se localizan en zonas de vega y ramblas; su génesis está ligada a los continuos aportes de materiales que realizan los numerosos ríos y torrentes que nacen en las laderas escarpadas del macizo de Sierra Nevada y van a depositar allí donde las pendientes se reducen y la corriente pierde energía de arrastre. Se presentan fundamentalmente al norte de la zona de estudio y se caracterizan por bruscas alternancias texturales que están asociadas a la diferente energía del agua en el momento de su deposición; un ejemplo típico es el perfil 58, en el que la capa superficial, la más reciente, está constituida por un paquete de unos 45 cm. de espesor, sin grava y con textura franco-arenosa que es el responsable de la fertilidad natural de estos suelos; aparece depositada sobre un paquete gravoso en el que prácticamente no existe tierra fina. En las zonas marginales de estas vegas -perfil 59-, el Fluvisol aparece situado sobre un coluvio de pie de monte constituido por capas alternantes de diferentes características y coloraciones y que, de algún modo, ponen de manifiesto los diferentes episodios edáficos por los que ha pasado el macizo.

El Antrosol es un suelo creado en parte por el hombre que, a partir de los coluvios de solifluxión, ha inducido modificaciones en los suelos primitivos a traves de la destrución del perfil original y mezcla del material edáfico, mediante sistemas de aterrazamiento y creación de bancales para cultivo con un perfil completamente llano en pendientes que, a veces, superan el 40% de inclinación. Los Antrosoles áricos típicos de esta Climofacies están representados por los perfiles 39 y 56; en éste último se

ha diferenciado la presencia de un horizonte Bw por su mayor contenido en arcilla y mayor relación Fel/Fet que la del horizonte C subyacente, aunque su localización en zona de bancal y la gran uniformidad morfológica del perfil no dejan duda acerca de su clasificación.

Finalmente, sólo nos queda poner de manifiesto la existencia, dentro de la superficie ocupada por esta Climofacies, de suelos con carácter dístrico que, como ya mencionamos anteriormente, se sitúan por encima de la cota de 1.800 m. y en las proximidades de la línea de división de esta Climofacies con la Acida Oromediterránea. Son los perfiles 38, 49 y 50 que se clasifican como Regosol dístrico, Cambisol úmbrico y Leptosol úmbrico, respectivamente, y cuya dinámica responde a los procesos de acumulación de materia orgánica y meteorización física y química ya mencionados.

Con objeto de ver la variación que en los suelos de esta Climofacies Acida Supramesomediterránea induce la actuación de los procesos de acumulación de materia orgánica, meteorización e iluviación, llevamos a cabo un análisis de la varianza de los valores medios de los distintos parámetros de los horizontes A, Bw, Bt y C y en la que usamos como criterio de significación ensayos de la t de "Student". Los resultados están reflejados en la tabla 7.6., en la que también hemos diferenciado los distintos horizontes en función de su localización en el piso supra o mesomediterráneo a fin de conocer, asimismo, la posible influencia de la cota altitudinal.

Al igual que ocurría en la Climofacies Acida Oromediterránea, el hecho más destacable es, quizás, el bajo nivel de significación existente entre las diferencias de los valores medios de los distintos parámetros de los horizontes estudiados; únicamente el componente orgánico y algunos de los elementos texturales muestran diferencias que pueden llegar a ser altamente significativas entre algunas de las muestras comparadas.

Con respecto al componente orgánico, por las razones ya expuestas, desciende con la profundidad y con diferencias que van de significativas a altamente significativas entre el horizonte superficial y los horizontes subsuperficiales, lo que nos pone de manifiesto el claro papel diferenciador que, con respecto a este parámetro, tiene el proceso de acumulación de materia orgánica. Si comparamos ambos pisos, existe una tendencia a disminuir el contenido en carbono orgánico en el piso mesomediterráneo, lo que se podría atribuir a un menor aporte o a un proceso de mineralización más intenso a consecuencia de sus temperaturas elevadas, efecto éste último que estaría de acuerdo con la disminución en su relación C/N. El efecto favorable de la temperatura y humedad sobre la mineralización justifica, asimismo, el bajo contenido en carbono orgánico y la baja relación C/N de los horizontes Bt que,

como ya apuntamos, debieron tener su origen en un clima màs hùmedo y templado que el actual.

TABLA 7.6.- ENSAYOS DE LA "t de Student" DE LAS DIFERENCIAS MEDIAS ENTRE LOS DISTINTOS PARAMETROS DE LOS HORIZONTES Bt y C DE LOS SUELOS DE LA CLIMOFACIES ACIDA SUPRAMESOMEDITERRANEA.

	SUPRAMEDITERRANEO				MESOMEDITERRANEO		
VARIABLE	A	Bw	Bt	C	A	Bt	C
pH	6,50	6,40	6,40	6,50	6,80	6,10	6,60
C.O.	2,61	1,35	0,31	0,83	1,90	0,40	0,75
N	0,190	0,123	0,046	0,084	0,157	0,051	0,093
C/N	14,80	11,10	7,20	10,70	12,90	8,00	8,80
ARCILLA	12,70	13,80	31,10	12,90	13,90	36,50	16,50
LIMO	26,70	31,90	26,90	28,80	27,70	27,30	26,00
ARENA	60,50	54,30	42,00	58,30	58,40	36,10	57,40
T	10,03	10,42	7,88	7,26	11,58	13,11	9,75
S	7,13	7,02	5,45	5,39	8,45	8,16	7,13
Ca++	5,33	5,39	3,29	3,89	6,88	5,77	5,28
Mg++	1,35	1,30	1,98	1,34	1,30	2,19	1,66
K+	0,45	0,27	0,10	0,12	0,22	0,16	0,13
Na+	0,05	0,06	0,08	0,05	0,04	0,04	0,06
V	71,00	67,30	67,30	74,20	72,90	62,90	73,10
Fet/Fet	0,35	0,36	0,51	0,35	0,34	0,66	0,51

NIVELES DE SIGNIFICACION:

*** Altamente significativo * Significativo
** Muy significativo - no significativo

"S": horizonte del piso supramediterràneo
"M": horizonte del piso mesomediterràneo

CARBONO ORGANICO

	AS	BwS	BtS	CS	AM	BtM	CM
AS		##	###	###	-	###	###
BwS	##		-	-	-	-	-
BtS	###	-		-	*	-	
CS	##	-	-		*	-	-
AM	-	-	*	-		*	*
BtM	##	-	-	-	-		-
CM	###	-	-	-	*	-	

C/N

ARCILLA

	AS	BwS	BtS	CS	AM	BtM	CM
AS		-	###	-	-	###	-
BwS	-		###	-	-	###	-
BtS	###	*		###	###	-	###
CS	-	-	##		-	###	-
AM	-	-	*	-		###	-
BtM	###	##	-	###	##		###
CM	-	-	*	-	-	##	

ARENA

SUMA DE CATIONES

	AS	BwS	BtS	CS	AM	BtM	CM
AS		+	-	-	-	-	-
BwS	-		-	++	-	-	-
BtS	+	+		-	-	-	-
CS	-	-	-		-	-	-
AM	-	-	+	-		-	-
BtM	+++	+++	-	+++	++		-
CM	++	++	-	+	+	-	

CAPACIDAD DE CAMBIO

	AS	BwS	BtS	CS	AM	BtM	CM
AS		-	-	++	-	-	-
BwS	-		-	++	-	-	-
BtS	-	-		-	-	+	-
CS	+	+	-		++	-	-
AM	+	+	++	+++		-	-
BtM	-	-	-	-	-		-
CM	-	-	-	-	+	-	

Fel/Fet

CALCIO DE CAMBIO

MAGNESIO DE CAMBIO

	AS	BwS	BtS	CS	AM	BtM	CM
AS		-	+	-	-	+	-
BwS	++		+	-	-	+	-
BtS	+++	-		+	-	-	-
CS	+++	+	-		-	+	-
AM	++	-	-	-		-	-
BtM	++	-	-	-	-		-
CM	+++	-	-	-	-	-	

POTASIO DE CAMBIO

Con respecto a la textura, las diferencias más significativas se producen en el contenido en arcilla y arena de los horizontes Bt con respecto al resto de horizontes formados en las condiciones actuales, poniendo así de manifiesto el claro efecto que el proceso de ilimerización tiene en la diferenciación textural del perfil, con un fuerte incremento en el contenido de arcilla de los horizontes Bt.

Si nos centramos en los suelos más actuales, existe una cierta tendencia a incrementarse el contenido en arcilla en el seno del horizonte Bw, lo que estaría en relación con la intensificación del proceso de meteorización química en los horizontes superficiales del suelo; aunque, al igual que en la Climofacies anterior, el proceso de erosión tiende a rebajar el contenido de este constituyente en el horizonte A. Si comparamos ambos pisos bioclimáticos, la arcilla se incrementa al descender en la cota

altitudinal. En cualquier caso, la intensificación del proceso de meteorización química que cabe esperar tanto por un incremento de humedad y/o de temperatura, no llega a producir en ningún caso diferencias significativas ni en el contenido en arcilla ni en la relación Fel/Fet, que, a su vez, tiene un comportamiento general muy parecido a aquélla.

Con respecto a la capacidad de cambio, parámetro muy relacionado con los analizados anteriormente, muestra un comportamiento paralelo al contenido en arcilla; es decir, dentro del perfil se incrementa en el seno del horizonte BW y, entre pisos bioclimáticos, la tendencia es a aumentar en el mesomediterráneo. Hechos que parecen indicar que, si bien los valores absolutos dependen directamente del contenido en materia orgánica y arcilla, su variación está ligada más directamente a este último constituyente, ya que la materia orgánica muestra una distribución completamente diferente; no obstante, hay que tener también presente que el grado de descomposición del componente orgánico incrementa directamente su capacidad de cambio, y esta descomposición también parece ser mayor en el horizonte Bw en comparación con el A y en el piso mesomediterráneo en comparación con el supramediterráneo.

Las bases de cambio, con respecto al piso bioclimático, presentan una dinámica parecida a la de la capacidad de cambio y tienden a incrementarse en el mesomediterráneo, mientras que en el seno del perfil la tendencia es a incrementarse en el horizonte A debido a la intervención del ciclo biogeoquímico. El calcio es, en todos los casos, el catión dominante y representa entre el 70 y el 80% del total de las bases adheridas al complejo de cambio con una cierta tendencia a concentrarse en los horizontes muy alterados, donde alcanza entre el 75 y el 80% del total de bases, frente a los horizontes C en que este porcentaje se sitúa entre el 70 y el 73%. El magnesio, por el contrario, tiende a disminuir en los horizontes A y Bw, en los que representa alrededor del 19% del total de bases. frente al 25% que alcanza en los horizontes C. El potasio, por su parte, se suele concentrar en el horizonte A y parece estar directamente ligado al ciclo biogeoquímico.

No obstante, si bien la meteorización química parece incrementar el porcentaje de saturación en calcio y disminuir el de magnesio en el complejo de camb de los suelos actuales, no parece ocurrir lo mismo con los suelos relictos, en los que, a nivel del horizonte Bt, se observa un fuerte incremento en el porcentaje de saturación en magnesio que asciende hasta el 30-35%, al tiempo que el de calcio desciende hasta situarse en torno al 60-65%.

De todas las diferencias observadas entre las medias de los diferentes parámetros, las de capacidad de cambio, suma de catio-

nes y calcio de cambio son significativas o muy significativas entre los horizontes A, Bw y C, lo que de alguna forma, viene a confirmar la intervención del proceso de meteorización en la variación de estos parámetros, especialmente en el piso supramediterráneo; mientras que la variación del magnesio es significativa únicamente entre los horizontes Bt y el resto de horizontes analizados, por lo que parece ser que es el proceso de iluviación el que más claras diferencias impone en este parámetro y en el sentido de un incremento en detrimento del calcio. Respecto al potasio, las diferencias varían de muy significativas a altamente significativas entre el horizonte A del piso supramediterráneo y el resto de horizontes, lo que liga su comportamiento al ciclo biogeoquímico. El que todas estas diferencias sean más significativas dentro del piso supramediterráneo podría atribuirse a su mejor conservación con respecto al piso mesomediterráneo, en el que la actuación antrópica ha tenido un efecto mucho más disturbador.

Finalmente, el grado de saturación sigue un comportamiento constante en ambas Climofacies ácidas y se incrementa conforme desciende la cota altitudinal. Con respecto al perfil, su comportamiento difiere en función de que se encuentre en el piso supramediterráneo o mesomediterráneo. Así, en el piso supramediterráneo el grado de saturación es equivalente entre los horizontes A y C, mientras que en el horizonte Bw tiende a disminuir ligeramente; por el contrario, en el piso mesomediterráneo, el horizonte A incrementa claramente su saturación con respecto al horizonte C. En cualquier caso, los suelos relictos muestran una desaturación más intensa que los suelos actuales que podría estar relacionada con las condiciones más húmedas que regían en el momento de su formación. En ningún caso, las diferencias observadas entre los valores medios de este parámetro llegan a ser significativas.

Al igual que en la Climofacies Acida Oromediterránea y a fin de observar la influencia que la orientación de la vertiente tenía en los parámetros de los suelos, llevamos a cabo un análisis de la varianza general de las medias de los distintos parámetros de los horizontes A, Bw y C, en función de su localización en la vertiente meridional o septentrional. Los resultados se pueden ver en la tabla 7.7.

De acuerdo con los resultados obtenidos, ambas vertientes actúan sobre los distintos parámetros de una forma equivalente a como lo hacían en el piso oromediterráneo; aunque, desde un punto de vista global, las diferencias son menos patentes. De cualquier forma, excepción hecha de algunos casos aislados, las diferencias siguen sin ser significativas.

TABLA 7.7.- ENSAYOS DE LA "t de Student" DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LOS DIFERENTES PARAMETROS DE LOS HORIZONTES A, Bw y C DE LOS SUELOS DE LA CLIMOFACIES ACIDA SUPRAMESOMEDITERRANEA, EN FUNCION DE SU LOCALIZACION EN EL PISO SUPRA O MESOMEDITERRANEO Y EN LA VERTIENTE NORTE O SUR.

	PISO SUPRAMEDITERRANEO						PISO MESOMEDITERRANEO			
	x Hor. A		x Hor. Bw		x Hor. C		x Hor. A		x Hor. C	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
VARIABLE										
pH	6,60	6,40	6,50	6,30	6,60	6,50	7,00	6,60	6,70 ##	6,60
C.O.	2,90	2,42	4,38	4,31	1,17	0,64	2,15	1,65	0,33	0,77
N	0,191	0,189	0,131	0,114	0,108	0,071	0,170	0,143	0,104	0,080
C/N	16,00	14,10	10,60	11,50	10,30	10,80	13,40	12,40	7,20	10,80
ARCILLA	13,00	12,40	15,10	12,40	14,50	12,00	17,20	10,70	21,70 ##	10,00
LIMO	29,40	26,00	34,60	29,20	30,10	28,10	28,90	26,40	27,80	23,90
ARENA	57,60	62,50	50,30	58,30	55,40	59,90	53,80	62,90	50,50 #	66,0
T	11,25	9,22	11,90	8,94	8,89	6,22	12,41	10,75	10,71	8,54
S	8,17	6,51	8,07 ##	5,96	6,71	4,48	9,09	7,79	7,87	6,22
Ca^{++}	5,97	4,90	6,24	4,53	5,05	3,16	7,27	6,40	5,59	4,69
Mg^{++}	1,66	1,14	1,52	1,07	1,51	1,14	1,48	1,21	1,99	1,46
K^{+}	0,49	0,42	0,24	0,31	0,09	0,13	0,31	0,13	0,21	0,04
Na^{+}	0,04	0,05	0,07	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05	0,08	0,03
V	72,50	70,60	67,80	66,60	75,40	71,90	73,20	72,50	73,40	72,80
Fel/Fet	0,38	0,32	0,37	0,35	0,36	0,35	0,34	0,34	0,55	0,46

Niveles de significación: ### Altamente significativo; ## Muy significativo; # Significativo; - No significativo

A semejanza de la Climofacies Oromediterránea, las temperaturas más bajas y la menor humedad de la vertiente norte siguen justificando sus mayores contenidos en carbono orgánico como consecuencia de una ralentización de la actividad biológica, tal y como ponen de manifiesto los mayores valores de la relación C/N en los horizontes A. No obstante, estas diferencias climáticas siguen en contradicción con la mayor intensidad del proceso de meteorización que parece tener lugar en la ladera norte y que se pone de manifiesto por el mayor contenido en arcilla y relación Fel/Fet más elevada, por lo que de nuevo tenemos que recurrir al periglaciarismo y a la mayor juventud de los coluvios de la vertiente sur para poder explicar la menor evolución general de sus suelos.

Respecto al complejo de cambio, los valores más elevados de la capacidad de cambio en los suelos de la vertiente norte están perfectamente justificados por su mayor contenido en materia orgánica y arcilla; mientras que el menor grado de saturación de la vertiente sur está relacionado con su mayor pluviosidad que conduce a un lavado más intenso. En todos los casos, la suma de ba-

ses de cambio es superior en la vertiente norte y siempre están dominadas por el calcio, que representa alrededor del 75% del total de bases adheridas al complejo de cambio.

TABLA 7.8.- ENSAYOS DE LA "t de Student" DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LOS DISTINTOS PARAMETROS DE LOS HORIZONTES A Y C DE LOS SUELOS DE LA CLIMOFACIES ACIDA SUPRAMESOMEDITERRANEA, EN BASE AL GRADO DE EVOLUCION.

	Hor. A			Hor. C		
VARIABLE	EVOLUC.		NO EVOLUC.	EVOLUC.		NO EVOLUC.
pH	6,50	-	6,60	6,50	-	6,60
C.O.	2,93	-	2,48	0,80	-	0,93
N	0,197	-	0,166	0,090	-	0,080
C/N	14,80	-	14,90	8,90	-	11,60
ARCILLA	12,90	-	11,90	13,60	-	10,70
LIMO	27,70	-	26,00	29,70	-	27,70
ARENA	59,40	-	62,10	56,70	-	61,60
T	10,80	-	0,95	7,50	-	6,90
S	7,57	-	6,89	5,32	-	5,52
Ca^{++}	5,63	-	5,14	4,10	-	3,74
Mg^{++}	1,35	-	1,35	1,04	*	1,61
K^{+}	0,55	*	0,34	0,12	-	0,12
Na^{+}	0,04	-	0,05	0,05	-	0,05
V	70,10	-	72,50	70,90	-	80,00

Niveles de significación: ### Altamente significativo; ## Muy significativo; # Significativo; - No significativo

Por último, y a fin de comprobar si en esta Climofacies la mayor o menor evolución del suelo imponía también diferencias en los parámetros de horizontes de la misma denominación, llevamos a cabo un análisis de la varianza de las medias de los distintos parámetros de los horizontes A y C, en función de que perteneciesen a suelos evolucionados, suelos con horizonte mólico y/o cámbico, o no evolucionados, suelos con epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico. En este caso, hay que tener en cuenta que la totalidad de los suelos comparados pertenece al piso supramediterráneo, ya que los suelos evolucionados del piso mesomediterráneo son muy escasos.

Los resultados de este análisis están reflejados en la tabla 7.8, y, en base a ellos, podemos deducir que el grado de evolución del suelo conduce a unas diferencias que son equiparables a las del piso oromediterráneo.

En el seno del horizonte A, la evolución conduce a un enriquecimiento en materia orgánica y arcilla que, a su vez, se traduce en un incremento de la capacidad de cambio; mientras que los cationes de cambio, que también aumentan, lo hacen a un ritmo menor que la capacidad de cambio y de ahí que se produzca una desaturación algo mayor que en los suelos no evolucionados. Esta desaturación se podría interpretar, al igual que en la Climofacies Acida Oromediterránea, como consecuencia de que el efecto de la incorporación de materia orgánica al suelo es mayor sobre la capacidad de cambio que sobre el ciclo biogeoquímico, o bien motivada por el mayor lavado que se produce en los suelos evolucionados en los que los agentes meteorológicos han actuado durante más tiempo.

Respecto a la naturaleza de las bases de cambio, también en este caso se pone de manifiesto que si bien el calcio es en todos los casos el catión mayoritario en el complejo de cambio, este predominio se acrecienta conforme la evolución es mayor al tiempo que decrece el porcentaje en magnesio.

Una vez analizados los diferentes tipos de suelos que se presentan en esta climofácies, así como las posibles variaciones que cabe esperar dentro de ellos en función de su ubicación y grado de evolución, vamos a pasar a describir su distribución espacial en unidades más o menos homogéneas dentro del territorio.

En total hemos diferenciado 13 unidades de suelos basadas tanto en la tipología como en la abundancia de los suelos que las componen; de manera que, en el seno de cada una de ellas, existe una cierta uniformidad en la actuación de los factores formadores (fig. 7.43).

UNIDAD 11: Ie/Re/ (Be) / (Hh) .-

Ocupa tanto las laderas más escarpadas de los barrancos presentes en esta Climofacies como las zonas alomadas y fuertemente erosionadas de Cerro Gordo, Cerro Montaire, etc., de forma que las pendientes son muy variadas, superando el 50% de inclinación en las escarpadas laderas de los barrancos y suavizándose en los cerros.

El carácter común que unifica ambas posiciones geomorfológicas es la fuerte erosión a que están sometidas y que hace que sus suelos adquieran una escasa evolución y desarrollo. En general, presentan un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico y se diferencian en la profundidad a que se presenta la roca, en unos casos por encima de los primeros 25 cm. y en otros por debajo, lo que condiciona su inclusión en Leptosoles o en Regosoles, respectivamente.

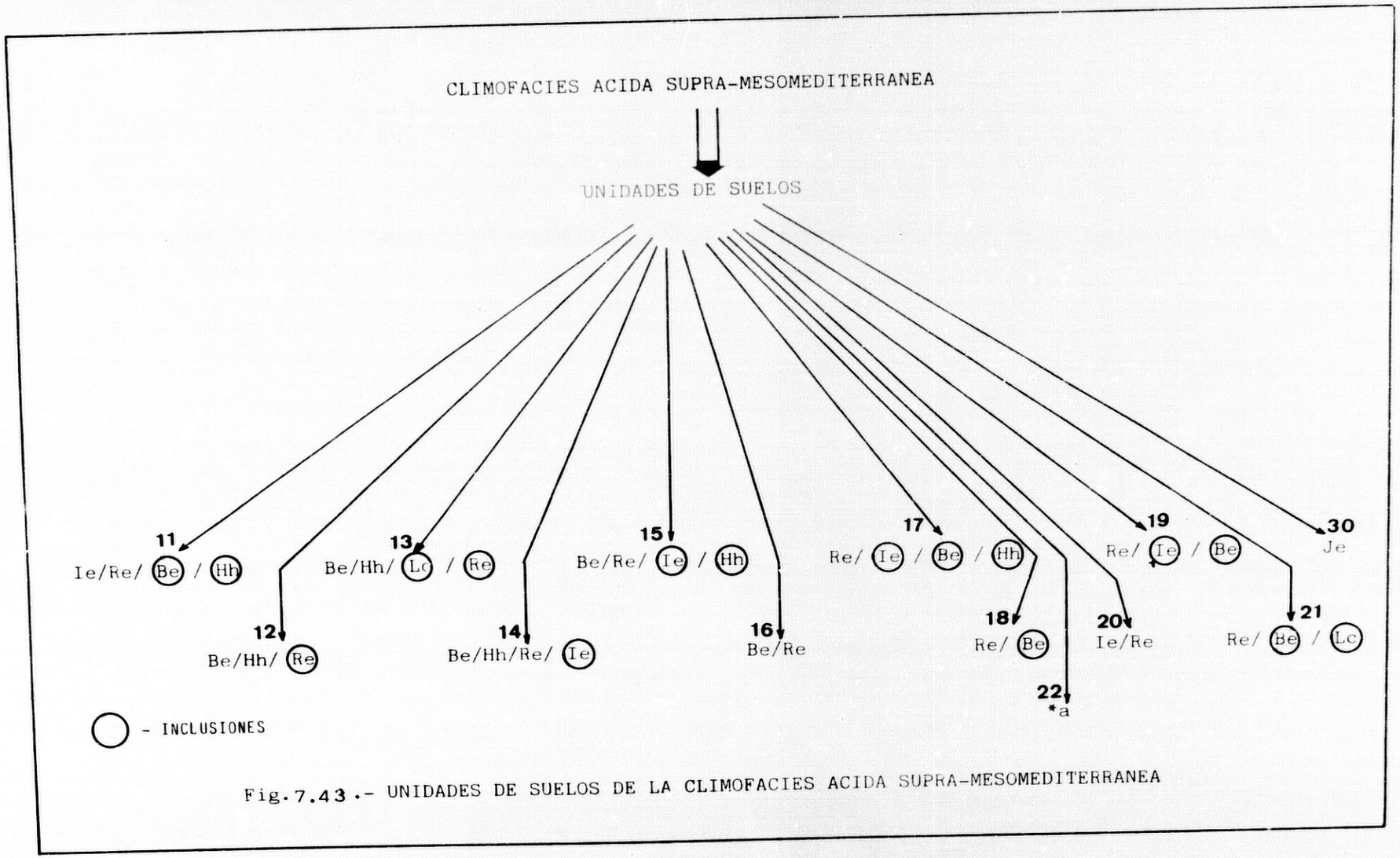


Fig.7.43.- UNIDADES DE SUELOS DE LA CLIMOFACIES ACIDA SUPRA-MESOMEDITERRANEA

Con respecto a la vegetación, está constituida por matorrales de pequeño porte y muy degradados, concretamente cantuesales con algunas retamas en las zonas donde la profundidad del suelo lo permite. Los niveles basales de esta unidad, se enriquecen en elementos de marcado caracter termófilo de optimo termomediterráneo como Phlomis purpurea , Lavandula multifida , Psoralea bituminosa , etc.

Esporádicamente y asociados a las zonas donde la erosión no ha sido tan intensa, a consecuencia de una mayor cobertura vegetal o a una menor pendiente, se pueden encontrar suelos más evolucionados en los que se desarrolla un horizonte mólico o un cámbico, aunque en estos casos la profundidad del suelo no suele superar los 50 cm. y el Phaeozem o el Cambisol formado llevarían el calificativo de lépticо. En cualquier caso, estos tipos de suelos se restringen al piso supramediterráneo y tienden a desaparecer casi por completo en las proximidades del piso mesomediterráneo, donde la actuación antrópica y los efectos de la erosión han sido mucho más intensos.

El perfil 55 representa al Regosol eútrico desarrollado sobre laderas fuertemente escarpadas, en las que, junto a numerosos afloramientos rocosos, aparece un suelo con un delgado epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico y una profundidad entre 25 y 50 cm. que le da el calificativo de lépticо. El perfil 71 representa al Phaeozem háplico situado en las proximidades del piso oromediterráneo y con un grado de saturación ligeramente superior al 50%; también en este caso la roca se presenta dentro de los primeros 50 cm. y el suelo tendría el calificativo de lépticо.

Por todo lo expuesto, esta unidad vendrá definida por una asociación de Leptosoles eútricos y Regosoles eútricos, con inclusiones de Phaeozems háplicos y Cambisoles eútricos. En cierto modo, sería equivalente a la unidad 8 de la Climofacies Acida Oromediterránea, con las diferencias impuestas por la cota altitudinal y el clima que ésta condiciona.

UNIDAD 12: Be/Hh/ (Re) .-

Se sitúa en una franja altitudinal que se extiende desde 1.600 a 2.000 m., por lo que se ubica en el piso supramediterráneo. Ocupa, fundamentalmente, las laderas de solifluxión con pendientes muy variables que oscilan del 20 al 50% de inclinación.

Su vegetación es muy variada y si bien está en gran parte constituida por un encinar más o menos aclarado o por un adeno-

carpal que constituye su etapa subserial, es frecuente la presencia del piornal típico del piso oromediterráneo que ocasionalmente invade esta unidad, sobre todo en la vertiente norte donde la mayor sequedad y las temperaturas más frías hacen bajar altitudinalmente el óptimo climático de esta comunidad. Estos piornales están constituidos básicamente por Genista versicolor y Erinacea anthyllis , siendo poco frecuente la presencia de Cytisus oromediterraneus . En las zonas de acúmulo, junto a los adenocarpales en los que aparece puntualmente Cytisus scoparius , son muy abundantes los espinales con Berberis hispanica , Crataegus monogyna , diferentes especies de escaramujos (Rosa sp.) y gran cantidad de Helleborus foetidus ; lo que nos indica el alto grado de humedad de estos enclaves debido a la gran potencia de los depósitos. Alternando con la vegetación natural, son frecuentes los pinares repoblados por el sistema de aterrazamientos.

En general, se trata de laderas estabilizadas en las que los suelos muestran un desarrollo relativamente grande si lo comparamos con el conjunto de los suelos del área estudiada, de forma que suelen presentar un epipedón mólico y/o cámbico. Morfológicamente, en ellos se puede distinguir una secuencia de horizontes de tipo A-B-C y en la que el horizonte Bw cumple requisitos del mólico, excepto en aquellos casos en que el material de partida es relativamente oscuro y los horizontes superficiales no oscurecen, en al menos una unidad de value, con respecto al horizonte C subyacente.

Cuando los horizontes A y Bw cumplen los requisitos del mólico, el suelo se clasifica como Phaeozem háplico, que viene representado por le perfil 17; se trata de un suelo parcialmente modificado por sobreengrosamiento del epipedón mólico a consecuencia del aterrazamiento, de ahí el carácter páchico de la Clasificación americana. Cuando los horizontes superficiales no oscurecen lo suficiente, el suelo presenta una secuencia de horizontes de tipo ócrico-cámbico y se clasifica como Cambisol eútrico, que viene caracterizado por el perfil 40.

Si bien ambos tipos de suelos son los que predominan en la unidad, en ella también se pueden encontrar suelos menos evolucionados con un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico. Se trata de Regosoles eútricos asociados a las áreas más erosionadas, como consecuencia de una mayor pendiente, menor densidad de vegetación o, más frecuentemente, a ambos en conjunto, sin olvidar aquellos Regosoles que tienen su origen en una destrucción del suelo primitivo por el aterrazamiento.

Si tenemos en cuenta la abundancia de estos tipos de suelos, la unidad viene definida por una asociación de Phaeozems háplicos y Cambisoles eútricos, con inclusiones de Regosoles eútricos, ya que estos últimos no suelen ocupar más del 20% del total de la superficie de la unidad.

UNIDAD 13: Be/Hh/ (Lc) / (Re) .-

Se trata de una unidad muy semejante a la 12, tanto desde un punto de vista paisajístico como con respecto a la tipología de sus suelos, de ahí que podamos aplicar aquí todo lo expuesto en la unidad anterior. Su diferencia fundamental estriba en la presencia de Luvisoles crómicos en cantidad suficiente como para ser considerados a nivel de inclusión.

La formación de estos Luvisoles, como ya hemos puesto de manifiesto a lo largo de esta memoria, responde a unas condiciones climáticas más húmedas que las actuales, seguidas de un período de fuerte deshidratación. En la actualidad, se presentan parcialmente erosionados y enterrados por nuevos depósitos menos alterados de potencia variable y que, en ocasiones, han llegado a desarrollar un epipedón mólico; es el caso del perfil 32, que se clasifica como Phaeozem háplico o lúvico en función de que el límite superior del horizonte argílico se presente por debajo o por encima de los primeros 50 cm. Cuando el nuevo depósito no desarrolla ningún horizonte de diagnóstico, a excepción del ócrico, el suelo entra en la categoría de Luvisol crómico, ya que el depósito suele ser de escasa potencia y el horizonte Bt se presenta siempre dentro de los primeros 50 cm.

Los demás tipos de suelos son muy semejantes a los de la unidad 12 y sus proporciones equivalentes, de ahí que esta unidad esté caracterizada por una asociación de Cambisoles eútricos y Phaeozems háplicos con inclusiones de Regosoles eútricos y Luvisoles crómicos, aunque sin olvidar la presencia esporádica de intergrados muy particulares, como sería el Phaeozem lúvico.

El perfil 31 representa a los Regosoles eútricos bajo pinos de repoblación y en él el coluvio se muestra muy uniforme en profundidad, no apreciándose el desarrollo de un horizonte de meteorización.

UNIDAD 14: Be/Hh/Re/ Ie .-

Al igual que las unidades anteriores, se localiza en el piso supramediterráneo, sobre coluvios de solifluxión fundamentalmente y bajo una vegetación natural de tipo adenocarpal-piornal salpicada de pequeños núcleos de encinas y chaparros; diferenciándose de ellas en una mayor proporción de afloramientos rocosos, que hacen que los Leptosoles pasen a considerarse a nivel de inclusiones, y en una mayor erosión que implica un incremento de los Regosoles, que pasan a nivel de asociación. También en esta unidad se puede detectar la presencia de Luvisoles crómicos, aunque estimamos que la superficie ocupada por éstos representa menos del 5% del total de la unidad, por lo que no se pueden considerar ni a nivel de inclusión.

Por lo demàs, seria equivalente a las dos unidades anteriores y vendria definida por una asociaciòn de Cambisoles eùtricos, Phaeozems hàplicos y Regosoles eùtricos,con inclusiones de Leptosoles eùtricos.

Los perfiles 34, 35 y 41 representan a los Cambisoles eùtricos de esta unidad; en ninguno de ellos se desarrolla un epipedòn mòllico, aunque por motivos diferentes: un croma elevado en el caso del perfil 34 y falta de oscurecimiento con respecto al horizonte C en el caso de los perfiles 35 y 41. El perfil 36 representa al Regosol eùtrico, en el que la roca se presenta dentro de los primeros 50 cm. y, de ahi, su caràcter lèptico; mientras que el perfil 28 caracteriza al Luvisol cròmico enterrado por un depòsito reciente en el que està muy pròximo a desarrollarse un epipedòn mòllico, que cambiaria su clasificaciòn a Phaeozem lùvico.

UNIDAD 15: Be/Re/ (Ie) / (Hh) .-

Se localiza repartida por toda la zona de estudio en altitudes comprendidas entre 1.300 y 2.000 m., por lo que, al igual que las unidades anteriores, se ubica en el piso supramediterràneo.

El material sobre el que se desarrolla se presenta tanto "in situ" como en forma de coluvios de solifluxiòn, algo màs abundantes estos ùltimos. Las pendientes son muy variadas y, por tèrmino medio, oscilan alrededor del 25% de inclinaciòn, con zonas en las que no se alcanza el 10% y otras en las que se supera el 40%.

La vegetaciòn natural està constituida por encinares poco densos y la mayor parte de ellos, o mejor dicho de sus restos, se han conservado gracias a que ocupaban las àreas de mayor pendiente y generalmente suelos desarrollados sobre material "in situ", por lo que resutaron poco apropiados para su explotaciòn agricola; no obstante, han padecido una intensa deforestaciòn por lo que aparecen muy aclarados y sus suelos muy erosionados. En la actualidad, la mayor parte de estos encinares se han aterrazado intentando conservar la mayoria de los ejemplares de encina y entre ellos se han introducido pinos de repoblaciòn. Son tambièn relativamente frecuentes àreas antiguamente cultivadas y abandonadas en la actualidad, sobre las que se desarrollan "tomillares nitròfilos" y piornales en la zona de contacto con el piso oromediterràneo; aunque estos ùltimos ocupan, dentro del conjunto de la unidad, una menor superficie relativa que en las unidades anteriores.

Esta menor superficie relativa del piornal hace que los Phaeozems no lleguen a superar el 20% de la superficie total de la unidad y de ahi que no se puedan considerar mas que a nivel de

inclusión; por otra parte, el cultivo que afectó en su día a parte de esta unidad también contribuyó a la disminución de los suelos con epipedón mólico. Por lo demás, sus suelos son muy semejantes a los de la unidad anterior, hasta el punto de que también se puede detectar la presencia de Luvisoles crómicos que, por lo reducido de su extensión, no se incluyen en la definición de la unidad.

Por lo tanto, la unidad vendrá definida por una asociación de Cambisoles eútricos y Regosoles eútricos, con inclusiones de Leptosoles eútricos y Phaeozem háplicos. En esta unidad, al igual que en todas aquellas del piso supramediterráneo, se pueden presentar suelos con un carácter dístrico en la zona de contacto con el piso oromediterráneo.

Los perfiles 18 y 61 representan a los Regosoles eútricos de esta unidad; el primero, desarrollado sobre material "in situ" y bajo pinos de repoblación y con una profundidad inferior a 50 cm. que le da el carácter lépticо, y el segundo sobre coluvios de solifluxión antiguamente cultivados. El perfil 38 constituye un Regosol dístrico localizado a 1.900 m. y en la zona de contacto con el piso oromediterráneo.

Los Cambisoles eútricos están representados por los perfiles 12, 19 y 72. El perfil 12 se desarrolla sobre material "in situ" y bajo una vegetación de encinar, en el que se desarrolla un potente horizonte cámbico que no puede catalogarse como mólico debido a que el material fino que compone el horizonte C tiene, en húmedo, el mismo value que el horizonte cámbico. El perfil 19 se desarrolla bajo pinos de repoblación sus características son muy semejantes al 12, aunque el desarrollo del horizonte cámbico es poco patente. Por último, el perfil 72 se desarrolla sobre un coluvio fino y potente, sobre el que se asienta un adenocarpal; en este caso, la ausencia del mólico se debe, asimismo, a la falta de oscurecimiento.

El perfil 16 caracteriza al Luvisol crómico y su morfología es en todo semejante a los Luvisoles descritos en unidades anteriores, con un perfil primitivo parcialmente erosionado y un depósito reciente que lo entierra.

UNIDAD 16: Be/Re.-

Se localiza en el piso supramediterráneo, en altitudes comprendidas entre 1.300 y 1.800 m., aunque en algunos puntos puede llegar a superar la cota de los 2.000 m.

Los materiales ácidos sobre los que se forma se presentan siempre en forma de coluvios de solifluxión con pendientes que oscilan, por término medio, entre el 20 y 25% de inclinación.

La característica más destacada de la unidad es que, prácticamente en su totalidad, ha estado sometida a cultivo y, posteriormente, abandonada, de forma que en la actualidad aparece ocupada por tomillares nitrófilos, entre los que se están regenerando las especies típicas del matorral subseral ya que la profundidad de estos depósitos aún lo permite. Estos cultivos debieron destruir en su día el horizonte mólico, que no se ha podido regenerar bajo el matorral actual, de forma que los suelos, si bien son potentes, ya que se forman sobre coluvios, son pedregosos y poco diferenciados desde un punto de vista morfológico, aunque es relativamente frecuente encontrar en ellos la presencia de un horizonte de alteración, puesto de manifiesto por un mayor desarrollo estructural, un mayor contenido en arcilla y una relación Fel/Fet más elevada.

La presencia o ausencia del horizonte cámbico divide a los suelos de esta unidad entre Cambisoles y Regosoles eútricos, ambos con una representación superior al 20% del total de su superficie, por lo que se consideran a nivel de asociación. El Cambisol eútrico está representado por el perfil 66 y el Regosol eútrico por el perfil 63.

En ocasiones, muy puntualmente, el coluvio es muy pedregoso y a la profundidad de 75 cm. presenta menos del 20% de material fino, por lo que el suelo se tiene que clasificar como Leptosol eútrico, aunque presente un horizonte cámbico, como es el caso del perfil 51; no obstante, la escasa representatividad de estos suelos hace que no se incluyan en la definición de la unidad.

UNIDAD 17: Re/ (Ie) / (Be) / (4h) .-

Se distribuye por los pisos supra y mesomediterráneo en forma de manchas más o menos extensas e irregulares, localizadas tanto en zonas alomadas con pendientes moderadas (10-20%) como en laderas de fuertes pendientes en las que la inclinación media es del 45-50%, llegándose a superar, en ocasiones, el 60%.

La vegetación natural ha sido fuertemente alterada y hoy en día, además de los piornales que se localizan en la zona de contacto con el piso oromediterráneo, está constituida fundamentalmente por chaparros esporádicos o encinares muy aclarados que se sitúan prioritariamente en zonas de pendiente. Algunas de las áreas alomadas han estado sometidas a cultivo y en la actualidad están colonizadas por un "matorral nitrófilo". Existen también numerosos pinares de repoblación.

Toda la unidad se presenta fuertemente erosionada; de hecho, se puede considerar con un nivel de erosión intermedio entre las unidades 11 y 15 analizadas anteriormente. Es menor que la que

afecta a la unidad 11 y los afloramientos rocosos disminuyen, por lo que los Leptosoles eútricos están menos extendidos y pasan a considerarse a nivel de inclusión; mientras que es algo mayor que la que afecta a la unidad 15, con lo que los Cambisoles eútricos reducen su representatividad y se consideran también a nivel de inclusión.

Por lo tanto, estará constituida fundamentalmente por Regosoles eútricos con inclusiones de Leptosoles y Cambisoles eútricos y Phaeozems hàplicos.

El perfil 11 representa a un Regosol eútrico muy particular que está desarrollado sobre material filitoso y lentamente permeable, lo que, unido a la fuerte pendiente, limita toda posible evolución del suelo al estar sometido a una intensa erosión que se manifiesta con la presencia de abundantes surcos y cárcavas; mientras que el perfil 49 debería corresponderse con el Phaeozem hàplico, pero, dado que el epipedón úmbrico muestra una saturación media del 45,5%, se tiene que clasificar como Cambisol úmbrico. Este último perfil se sitúa en la zona de ecotonia con el piso oromediterráneo desarrollado sobre un coluvio y ocupado por un adenocarpal poco denso.

UNIDAD 18: Re/ (Be) .-

Se localiza repartida por todo el norte de la zona de estudio y se ubica, fundamentalmente, en el piso mesomediterráneo, aunque esporádicamente puede ascender al supramediterráneo.

Los materiales ácidos sobre los que se desarrolla se presentan en forma de mantos coluviales y aluviales más o menos potentes y de morfologías variadas: los del supramediterráneo son más o menos uniformes en profundidad y de origen coluvial; mientras que los del mesomediterráneo, de origen aluvial en su mayoría, suelen mostrar distintas capas alternantes de coloración y texturas variadas que reflejan diversos períodos y regímenes de deposición

Prácticamente la totalidad de la unidad está o ha estado sometida a cultivo, lo que ha originado un intenso proceso de erosión que hace que, hoy en día, sus suelos no presenten mas horizonte de diagnóstico que un epipedón ócrico, lo que, unido a su saturación en bases superior al 50%, hace que se clasifiquen como Regosoles eútricos. Sus características son muy variadas, ya que dependen de la naturaleza del coluvio sobre el que se forma el suelo, pero, en términos generales, son pedregosos, poco estructurados y muy secos, por lo que el almendro es el cultivo más factible y generalizado, aunque actualmente presentan un aspecto de general abandono y entre los almendros se observa un fuerte desarrollo de retamas, concretamente Retama sphaerocarpa .

Junto a estos Regosoles se ha detectado la presencia esporádica de Cambisoles eútricos asociados a zonas deprimidas donde la erosión no ha llegado a desmantelar completamente el suelo y en las que el horizonte cámbico es el que se está cultivando en la actualidad; dado que su representación es muy escasa, estimamos que no llegan a ocupar el 10% del total de la superficie de la unidad, considerándose únicamente a nivel de inclusión.

La base del perfil 59, clasificado como Fluvisol eútrico, aparece formada por una serie de capas alternantes y constituye una representación característica de los mantos aluviales que tapizan la base de los cerros esquistosos en el piso mesomediterráneo.

UNIDAD 19: Re/ (Ie) / (Be) .-

Es una de las unidades más ampliamente representadas en la zona de estudio; se distribuye por las vertientes norte y sur del macizo, entre cotas altitudinales muy amplias que oscilan entre 1.000-2.000 m. en la vertiente sur y entre 1.300-1.700 m. en la vertiente norte.

El material ácido sobre el que se forma se presenta tanto "in situ" como en forma de coluvios de solifluxión; sus pendientes son variadas, aunque la mayoría oscila entre el 25 y el 35% de inclinación.

En su mayor parte, ha estado sometida a cultivo, lo que la asemeja a la unidad 18 en cuanto a su morfología paisajística, fuerte erosión y propiedades de sus suelos. Las diferencias con aquélla estriban, fundamentalmente, en la presencia de material "in situ" que incrementa la representatividad de los Leptosoles eútricos, pasando a ser considerados a nivel de inclusión.

Por lo tanto, estará constituida, en su gran mayoría, por Regosoles eútricos desarrollados tanto sobre coluvios de solifluxión como sobre material "in situ"; en el primer caso, el coluvio siempre contiene más del 20% de material fino y, en el segundo, el suelo tiene una profundidad superior a 25 cm. Junto a ellos y a nivel de inclusión, se presentan Leptosoles eútricos sobre material "in situ", en los que la roca compacta y dura se presenta dentro de los primeros 25 cm., y Cambisoles eútricos, en los que aún se conserva el horizonte cámbico.

El perfil 43 representa una transición entre Regosol y Cambisol, ya que en él se conserva, al menos parcialmente, el horizonte B de meteorización, que no puede catalogarse como cámbico por falta de espesor, por lo que el suelo se clasifica como Regosol eútrico; este tipo de suelo es relativamente común en esta uni-

dad, en especial en el piso supramediterràneo. El perfil 54 representa al Regosol eútrico lèptico.

La ubicaciòn de esta unidad en laderas orientadas fundamentalmente al este, determinan una elevada xericidad como consecuencia de la fuerte insolaciòn a que estan sometidas; este hecho, unido a la fuerte erosiòn que caracteriza a la unidad, hace que su vegetaciòn sea la caracteristica de la "Faciaciòn con retama" del **Adenocarpo decorticantis-Quercoto rotundifoliae S.** en la que las espècies de mayores requerimientos hidricos como el el rompesayos (Adenocarpus decorticans) y los espinales, aparecen sustituidos por una vegetaciòn xerofitica y termòfila en la que dominan Genista cinerea , Genista umbellata , Cistus laurifolius y en los niveles inferiores, en el piso mesomediterràneo, Retama sphaerocarpa y Genista pungens junto a G. umbellata .

UNIDAD 20: Ie/Re.-

Se distribuye en forma de manchas màs o menos extensas que se sitùan al norte y noreste de la zona de estudio, en altitudes comprendidas entre 1.300 y 1.500 m., por lo que se ubica fundamentalmente en el piso mesomediterràneo y en la zona màs baja del supramediterràneo, ambas con pendientes muy variadas, pero que, por lo general, oscilan entre el 30 y el 45% de inclinaciòn.

Su localizaciòn en las cotas màs bajas y secas del àrea en estudio hace que la vegetaciòn estè constituida por un matorral heliòfilo de mediana a escasa cobertura que, en ningùn momento, constituye un freno a la erosiòn que, de forma intensa, afecta a esta unidad. En general es muy semejante a la descrita para la unidad anterior, aunque en estos niveles la presencia de Cistus laurifolius es anecdòtica y el matorral dominante esta constituido por diversas especies de Thymus junto a Genista pungens y Dorycnium penthaphyllum , Halimium viscosum y Ulex parviflorus . En muchos puntos, como Las Zorreras o Piedras Blancas, la unidad aparece ocupada por pinares de repoblaciòn bastante aclarados y de defectuoso desarrollo, por lo no evitan la insolaciòn del sotobosque y este aparece ocupado por el matorral heliòfilo anteriormente descrito.

El material àcido sobre el que se desarrolla se presenta tanto "in situ" como en forma de coluvios, lo que en cierto modo es el causante directo de la diferenciaciòn entre sus suelos, ya que, al tratarse de una unidad fuertemente erosionada, muy pedregosa, muy seca y con suelos escasamente evolucionados, en los que ùnicamente se desarrolla un epipedòn òcrico, la diferencia entre los mismos estriba en la profundidad a que se presenta la roca compacta y dura, de forma que, cuando el suelo se desarrolla sobre material "in situ", el contacto lìtico es muy frecuente que

se presente dentro de los primeros 25 cm. y, cuando se desarrolla sobre coluvios, este contacto no se da, hecho que divide a los suelos en Leptosoles y Regosoles eútricos, respectivamente.

Por todo lo expuesto, la unidad viene caracterizada exclusivamente por una asociación de Leptosoles eútricos y Regosoles eútricos, aunque no se puede excluir la presencia esporádica de Cambisoles eútricos en zonas particularmente protegidas de la erosión, pero, en cualquier caso, serían muy minoritarios y no llegarían a representar el 5% del total de la superficie de la unidad. El perfil 42 representa al Regosol eútrico desarrollado sobre material "in situ", en el que el contacto lítico se presenta entre 25 y 50 cm. de profundidad y de ahí el calificativo de lèptico.

Esta unidad, en el piso supramediterráneo, deja paso a la 11, en la que es más frecuente encontrar Cambisoles e, incluso, Phaeozems, debido a que la erosión no ha actuado de forma tan intensa y la vegetación natural permite el desarrollo de un epipedón mòllico.

UNIDAD 21: Re/ (Be) / (Lc) .-

Se trata de una unidad muy escasamente representada que se localiza entre la Rambla de Benaya y el río Andarax, en cotas que oscilan entre 1.300 y 1.400 m. dentro del piso mesomediterráneo.

Se desarrolla, fundamentalmente, sobre cuarcitas y micasquistos feldespáticos, en pendientes, por lo general, suaves que se sitúan en torno al 10-20% de inclinación.

Al igual que en unidades anteriores, un carácter fundamental es la presencia de Luvisoles crómicos que, a diferencia de aquéllas, se presentan mucho más erosionados y, en la mayoría de los casos, únicamente se conserva el horizonte C primitivo, que está constituido por el material original con bandas de alteración de color rojo, en las que se produce una acumulación de la arcilla y el hierro liberados en el proceso de meteorización.

Estos Luvisoles o sus horizontes C se presentan siempre enterrados por depósitos más jóvenes y de colores claros que, en la mayoría de los casos, superan los 50 cm. de profundidad. En general, el depósito se muestra poco diferenciado y, en la mayoría de los casos, se forma un epipedón òcrico como único horizonte de diagnóstico, por lo que se clasifican como Regosoles eútricos; únicamente en posiciones topográficas deprimidas o en zonas bien protegidas por la vegetación natural, se aprecia el desarrollo de un horizonte cámbico que da al suelo la categoría de Cambisol eútrico.

En esta unidad también se pueden encontrar filitas de colores más o menos violáceas, sobre las que se forman Regosoles eútricos, ya que su escasa permeabilidad y gran susceptibilidad a la erosión limitan el desarrollo de cualquier horizonte de diagnóstico que no sea el ócrico.

Por lo tanto, la unidad está constituida, fundamentalmente, por Regosoles eútricos, desarrollados sobre cuarcitas, micasquistos feldespáticos y filitas, con inclusiones de Cambisoles eútricos y Luvisoles crómicos, formados ambos sobre cuarcitas y micasquistos feldespáticos. El perfil 27 representa al Luvisol crómico de esta unidad y en el que se conserva buena parte del horizonte argillico primitivo enterrado por un depósito de colores claros que no supera los 35 cm. de espesor.

Con respecto a la vegetación, la mayor parte de la unidad aparece ocupada repoblaciones forestales (P. Pinaster) bajo los que se desarrolla, en las más jóvenes y menos densas, un romeral-aulagar de gran cobertura y practicamente impenetracle. En las áreas donde predominan las filitas, la vegetación la constituye un tomillar termófilo con abundante Anthyllis citisoides .

UNIDAD 22: *a.-

Se localiza en forma de manchas dispersas por las proximidades de los distintos núcleos de población existentes en el área de estudio, siendo el carácter fundamental que la define el intenso abancalamiento que ha sufrido con fines agrícolas, el cual ha provocado una total destrucción de los suelos originales y la homogeneización en profundidad de los actuales, de manera que, a pesar de ser suelos profundos, apenas presentan diferenciación entre sus horizontes.

El abancalamiento reduce drásticamente la pendiente general de la ladera y el bancal no suele sobrepasar el 2-3% de inclinación, lo que trae consigo una fuerte reducción de los procesos erosivos y la conservación de suelos potentes con texturas relativamente finas; la pedregosidad, si bien es variable de unas zonas a otras, no imposibilita en ningún caso la utilización agrícola de estos suelos. El olivo, almendro y frutales son las especies arbóreas más extendidas y se alternan en el espacio con cultivos de leguminosas y forrajeras, así como con bosques de castaños.

El hecho de que sean suelos que han sido construidos por el hombre mediante removilización y mezcla de los suelos primitivos, es lo que nos ha movido a introducirlos en la categoria de Antrosoles y, más concretamente, en Antrosoles áricos, a pesar de que no presenten restos de antiguos horizontes de diagnóstico. De he-

cho, no se trata de suelos más o menos alterados por la actuación antrópica, sino mas bien formados de nuevo por el hombre.

Los perfiles 39 y 56 representan a estos tipos de suelos. El primero se ha construido sobre una roca dura que aparece a la profundidad de 57 cm., y el segundo, mucho más potente, muestra la presencia de un horizonte subsuperficial que, si bien es muy semejante morfológicamente a los horizontes que tiene por encima y por debajo de él, muestra un contenido en arcilla y una relación Fel/Fet ligeramente superiores al horizonte C subyacente, lo que nos ha inducido a catalogarlo como Bw. En todo caso, se trataría de un horizonte de meteorización incipiente que, incluso, podría deberse a una cierta heterogeneidad del depósito, por lo que pensamos que su homogeneidad morfológica y su posición en zona de bancal debe de primar en la clasificación y, de ahí, su inclusión en Antrosoles.

UNIDAD 30: Je.-

Se localiza fundamentalmente al norte de la zona de estudio, donde constituye las vegas de Aldeire, Ferreira, Dólar y Huéneja, con pendientes que oscilan entre 0 y 8% de inclinación.

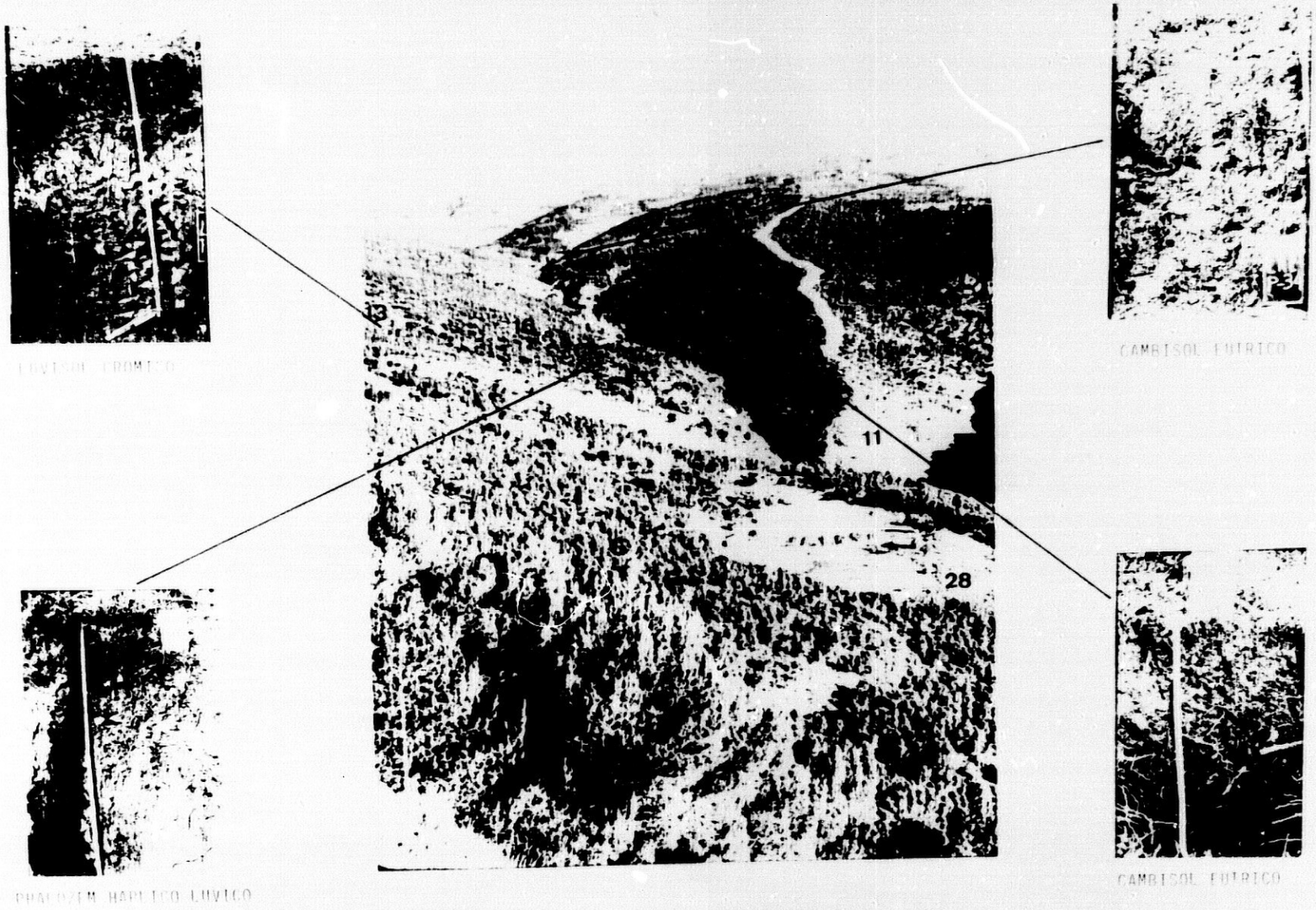
Está completamente cultivada y se ha formado por depósitos sucesivos de los distintos arroyos y barrancos que vierten sus aguas en las vegas anteriormente mencionadas. El periódico aporte de nuevos materiales provoca un continuo rejuvenecimiento de los suelos, que se caracterizan por bruscas alternancias texturales en profundidad, que tienen su origen en la distinta energía de arrastre de las aguas en el momento de la deposición.

Estos suelos los hemos clasificado como Fluvisoles eútricos y están caracterizados por los perfiles 58 y 59. El perfil 59 se sitúa en las zonas marginales de la vega de Aldeire y se forma sobre el primitivo coluvio en el que se diferencian una serie de capas que, de alguna manera, reflejan los distintos períodos de biostasia-resistasia por los que ha pasado el macizo de Sierra Nevada.

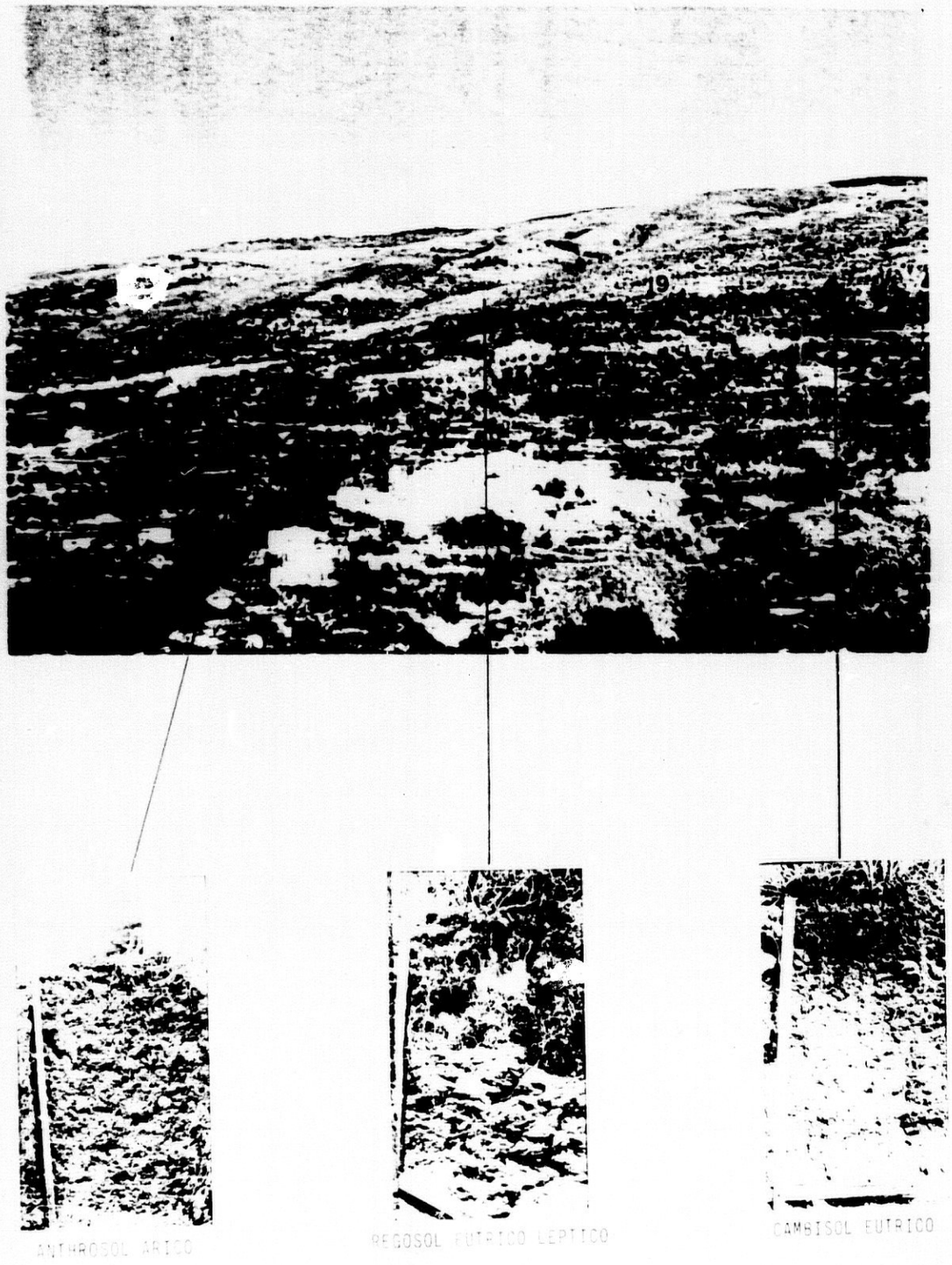
Relaciones suelo-vegetación en la climofacies acida supramesomediterránea.

Al contrario que en la climofacies acida oromediterránea, en la que se podían establecer ciertas equivalencias entre el grado de evolución de los suelos y la vegetación que soportaban, la intensa degradación padecida por esta climofacies hace practicamente imposible el establecimiento de equivalencias entre los tipos

de suelos y de vegetación, hecho que se acentúa por la presencia de sucesiones secundarias asociadas a las actividades humanas; no obstante, lo que si es bastante evidente es la relación que existe entre las superficies geomórficas sobre las que se desarrollan los suelos y la vegetación que los ocupa. Así, la "facies típica" del **Adenocarpo decorticantis- Quercetо rotundifoliae S.** y los elementos característicos de la serie del **Adenocarpo decorticantis-Quercetо pyrenaicae S.**, aparecen fundamentalmente asociados a suelos desarrollados sobre depósitos coluviales no consolidados, generalmente de origen periglaciar, o a la presencia de suelos relictos. Por el contrario, la "facies con retama" ocupa los lugares de mayor xericidad asociados a una menor cota, mayor erosión de los suelos o bien, en los niveles superiores, a los suelos desarrollados sobre roca consolidada (material "in situ").



LAMINA IV.- Panorámica general de las zonas altas en la Climofacies ácida supra-mesomediterránea con las unidades y suelos más representativos.



LAMINA V.- Panorámica general de las unidades 19 y 22 características de los niveles basales de la Climofacies ácida supra-mesomediterránea

7.1.1.3.- ANALISIS DE LA MATERIA ORGANICA Y DE LA FRACCION ARCILLA DEL LITOSISTEMA ACIDO.-

Una vez concluido el estudio de los distintos tipos de suelos que caracterizan el Litosistema ácido, así como su distribución, no queremos terminar sin antes analizar más profundamente dos parámetros de sus suelos que consideramos de importancia en el análisis global de su dinámica. Se trata de la materia orgánica y de la caracterización mineralógica de la fracción arcilla.

Análisis de la materia orgánica.-

Para el análisis del componente orgánico hemos seleccionado los horizontes Ah de 9 perfiles de suelos, procurando que en ellos estuviesen representadas las vegetaciones más típicas y, en lo posible, las diferencias altitudinales y de vertiente. Sobre cada muestra realizamos un fraccionamiento de la materia orgánica (fig.5.17), así como la caracterización de los ácidos húmicos mediante las técnicas de filtración a través de un gel (Sphadex G-100) y espectroscopías visible y de infrarrojos.

Las muestras analizadas fueron las siguientes:

- Horizonte Ah del perfil 8.- Se trata de un Cambisol úmbrico desarrollado bajo un pastizal de Festuca indigesta y situado en la vertiente norte a una altitud de 2.100 m. Se ubica en una zona de umbría con orientación N, donde el suelo se hiela durante el invierno.

- Horizonte Ah del perfil 40.- Cambisol eútrico formado bajo un piornal de Erinacea anthyllis y Genista versicolor , que se localiza en la vertiente norte a 1.900 m. de altitud y orientado al E-SE.

- Horizonte Ah del perfil 2.- Cambisol dístrico bajo vegetación de piornal de Cytisus, se localiza en la vertiente sur a la cota de 2.150 m. y en orientación S-SO.

- Horizonte Ah del perfil 44.- Regosol dístrico bajo piornal de Cytisus, situado en la vertiente norte a 2.165 m. de altitud, se orienta al O.

- Horizonte Ah del perfil 12.- Cambisol eútrico bajo vegetación de encinar, situado en la vertiente norte a 1.535 m. de altitud y con orientación O.

- Horizonte Ah del perfil 35.- Cambisol eútrico bajo encinar localizado en la vertiente sur a 1.650 m. de altitud y con orientación E.

- Horizonte Ah del perfil 19.- Cambisol eútrico desarrollado bajo un pinar relativamente denso y con escaso sotobosque, se localiza en la vertiente norte a una altitud de 1.600 m. y con orientación N-NO.

- Horizonte Ah del perfil 34.- Cambisol eútrico desarrollado bajo un denso y viejo pinar sin sotobosque, que se sitúa en la vertiente sur a 1.650 m. de altitud y con orientación E. Se localiza muy próximo al perfil 35.

- Horizonte Ah del perfil 45.- Cambisol dístrico bajo pinar joven en cuyo sotobosque se conserva parcialmente el piornal de Cytisus; se localiza en la vertiente norte a la cota de 2.015 m. y con orientación O-SO.

- Horizonte Ah del perfil 45'.- Si sitúa junto al perfil 45 y está afectado por los mismos parámetros fisiográficos que él; la única diferenca estriba en la mayor edad del pinar y en la completa desaparición de su sotobosque.

Los resultados del fraccionamiento de la materia orgánica están recogidos en la figura 7.44.

En un primer análisis, parece ser que la naturaleza de la vegetación, por sí sola, no condiciona de una manera clara el porcentaje de las distintas fracciones orgánicas. Si nos centramos en las fracciones menos evolucionadas, como son la materia orgánica libre (MOL) y humina heredada (HH), los menores porcentajes se obtienen bajo la vegetación de piornal, mientras que en el resto de las vegetaciones sus porcentajes aumentan o disminuyen en función de otros parámetros, como la cota altitudinal, vertiente y orientación en que se sitúen; como máximo, se podría detectar una cierta tendencia a incrementarse dichas fracciones bajo la vegetación de pinar y, aún en este caso, con excepciones.

El extracto húmico total, constituido por las fracciones de ácidos fúlvicos y húmicos, tiende a ser mayoritario bajo las vegetaciones de pastizal y piornal; mientras que bajo encinares y pinares aumenta o disminuye en función de la cota altitudinal, vertiente y orientación. Dentro de estas fracciones, la relación entre ácidos húmicos y fúlvicos es muy variada y su dinámica no parece estar ligada a la naturaleza de la vegetación y, ni siquiera, a los parámetros de altitud o vertiente, ya que, mientras que en los pinares disminuye en las cotas más bajas, en piornales y encinares la tendencia es a incrementarse.

De acuerdo con todo lo expuesto anteriormente, parece ser que en el porcentaje de las distintas fracciones orgánicas presentes

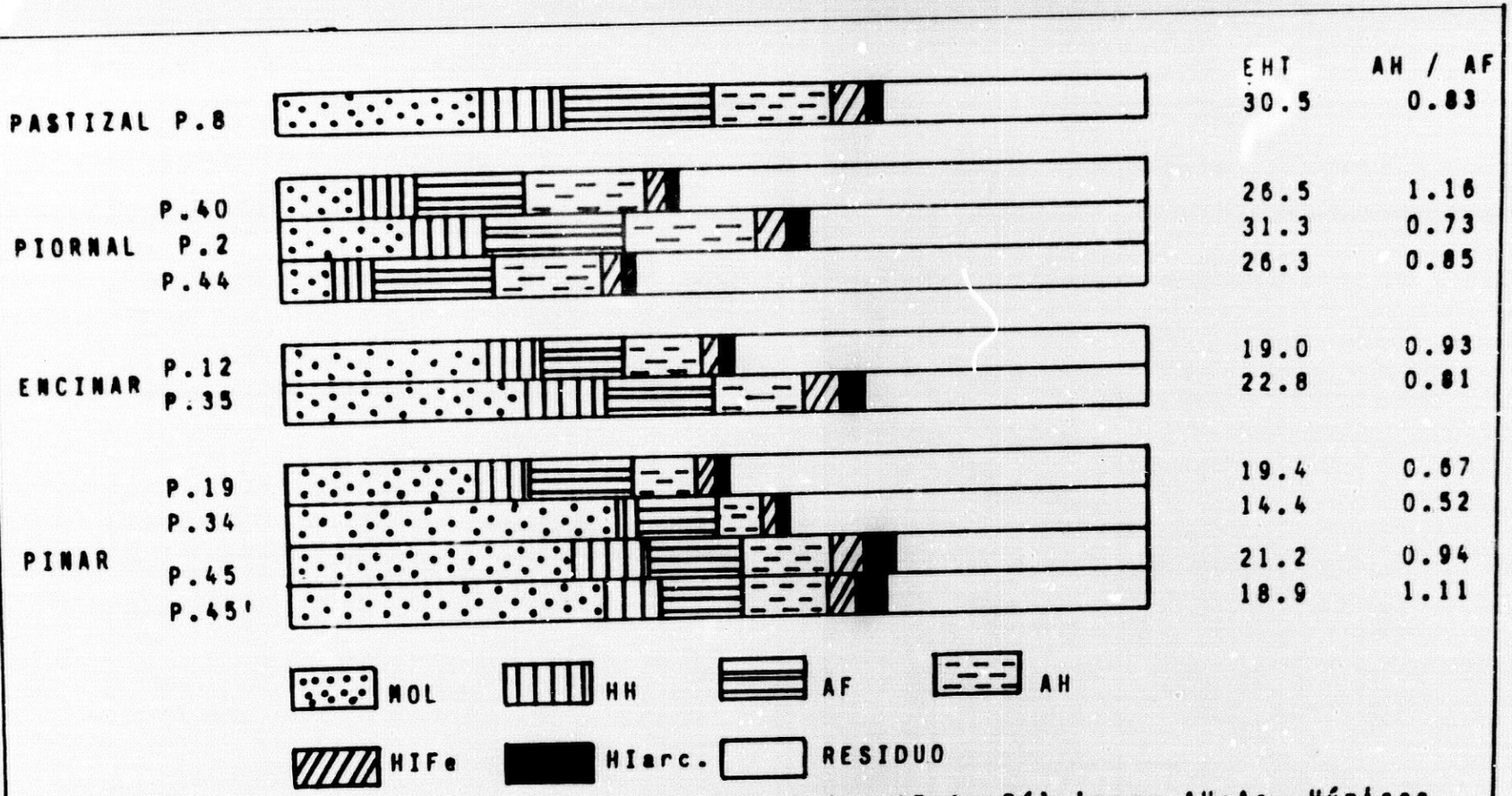


Fig. 7.44.- FR CCIONAMIENTO DE LA MATERIA ORGANICA EN HORIZONTES Ah.

en el suelo intervienen toda una serie de factores que es necesario analizar en conjunto para poder comprender, aunque sea de forma genèrica, la dinàmica del componente orgànico. De hecho, un factor puede inducir una cierta tendencia , pero èsta se verà alterada por la intervenciòn de los demàs factores.

GARCIA FERNANDEZ ET AL. (1985c), al estudiar unos encinares de la provincia de Granada, llegan a la conclusiòn de que la velocidad de descomposiciòn de los restos vegetales està directamente relacionada con las condiciones edafoclimàticas, mientras que la evoluciòn de los componentes hùmicos procedentes de dicha descomposiciòn se ve màs influenciada por las propiedades fisico-quimicas del suelo.

En nuestro caso particular, si evaluamos el grado de descomposiciòn de la materia orgànica por el contenido en materia orgànica libre y humina heredada, serà en los suelos desarrollados bajo piornal donde esta descomposiciòn es mayor; no obstante, un hecho que creemos merece la pena destacar es que la disminuciòn en MOL y HH lleva aparejado un incremento en el residuo no extraible y, si bien algunos autores le suponen a èste una naturaleza de àcidos hùmicos que han establecido una uniòn intima con las arcillas (TYURIN, 1951), otros (GARCIA FERNANDEZ, 1983) no descartan la posibilidad de que, en parte, estè constituido por compuestos orgànicos poco evolucionados de naturaleza celulòsica y hemicelulòsica. Por lo tanto, un aumento o disminuciòn de la MOL y HH no siempre lleva aparejada una menor o mayor descomposiciòn de la materia orgànica.

Dentro de los suelos desarrollados bajo piornal, si nos basamos en el contenido en MOL y HH, es el perfil 2 el que presenta una materia orgànica menos descompuesta, al tiempo que los compuestos hùmicos resultantes de dicho proceso de descomposiciòn son los màs ricos en àcidos fùlvicos (menor relaciòn AH/AF) y que sus àcidos hùmicos muestran el nùcleo màs relajado y con mayor proporciòn de cadenas alifàticas (fig.7.45) D.O. 2.920 cm^{-1}/ D.O. 1.620 cm^{-1}) y grupos OH (D.O. 3.400 cm^{-1} / D.O.1.620 cm^{-1}) y C=O (D.O. 1.720 cm^{-1} / D.O.1.620 cm^{-1}) (Tabla 7.9); mientras que el anàlisis elemental los define como los màs pobres en nitrògeno y el diagrama de VAN KREVELEN como los màs hidratados (fig. 7.46). Los perfiles 40 y 44, por su parte, muestran contenidos casi equivalentes en MOL y HH, pero es el primero de ellos el que tiene el mayor contenido en àcidos hùmicos (mayor relaciòn AH/AF) y estos muestran un nùcleo mucho màs condensado y con menor proporciòn de cadenas alifàticas y grupos C=O (Tabla 7.9), al tiempo que el diagrama de VAN KREVELEN los muestra màs demetilados (fig. 7.46).

Todos estos hechos nos indican que es el horizonte Ah del perfil 40 el que presenta una materia orgànica màs evolucionada,

seguido por el perfil 44 y el perfil 2, lo que está en relación con las propiedades físico-químicas de dichos suelos, en especial el grado de saturación y pH (GARCIA ET AL., 1985), ya que es el perfil 40 en el que estos parámetros alcanzan sus valores más altos y en el perfil 2 donde éstos son más bajos.

TABLA. 7.9.- ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJOS.
(D.O. relativa respecto a la banda de 1.620.)

						Lignina		
BANDA	3.400	2.920	2.860	1.720	1.620	1.460	1.420	1.380
PERFIL								
P.8	1.06	0.77	0.55	0.78	1.00	0.54	0.52	0.54
P.40	0.83	0.66	0.50	0.72	1.00	0.60	0.65	0.68
P.2	1.06	0.79	0.61	0.86	1.00	0.51	0.51	0.52
P.44	0.76	0.73	0.58	0.83	1.00	0.63	0.63	0.63
P.12	0.77	0.70	0.55	0.83	1.00	0.59	0.61	0.64
P.35	0.89	0.74	0.57	0.69	1.00	0.59	0.62	0.63
P.19	0.77	0.68	0.51	0.80	1.00	0.63	0.65	0.68
P.34	1.27	0.89	0.59	0.76	1.00	0.58	0.57	0.64
P.45	0.87	0.72	0.55	0.81	1.00	0.62	0.63	0.64
P.45'	0.90	0.74	0.56	0.83	1.00	0.62	0.61	0.62

Más difícil es relacionar el grado de descomposición de la materia orgánica con las condiciones edafoclimáticas, ya que únicamente el mayor periodo de déficit hídrico del perfil 2 podría justificar la menor descomposición de su materia orgánica, mientras que, al menos en teoría, tendría que ser el perfil 44 en el que, debido a sus bajas temperaturas, se diese el menor grado de descomposición, por lo que, en este caso, no existiría una correspondencia directa entre éste y el contenido en MOL y HH. A este respecto, hay que señalar que el perfil 44 es el único de los tres estudiados en el que los ácidos húmicos presentan, en el espectro de infrarrojo (fig.7.47), claras bandas a 1460, 1420 y 1380 cm^{-1} (Tabla 7.9), que ponen de manifiesto que su estructura está muy próxima a la de lignina, lo que, de acuerdo con GARCIA ET AL. (1985), indica la escasa evolución de los compuestos húmicos y su procedencia ligada, fundamentalmente, a la vía de humificación directa.

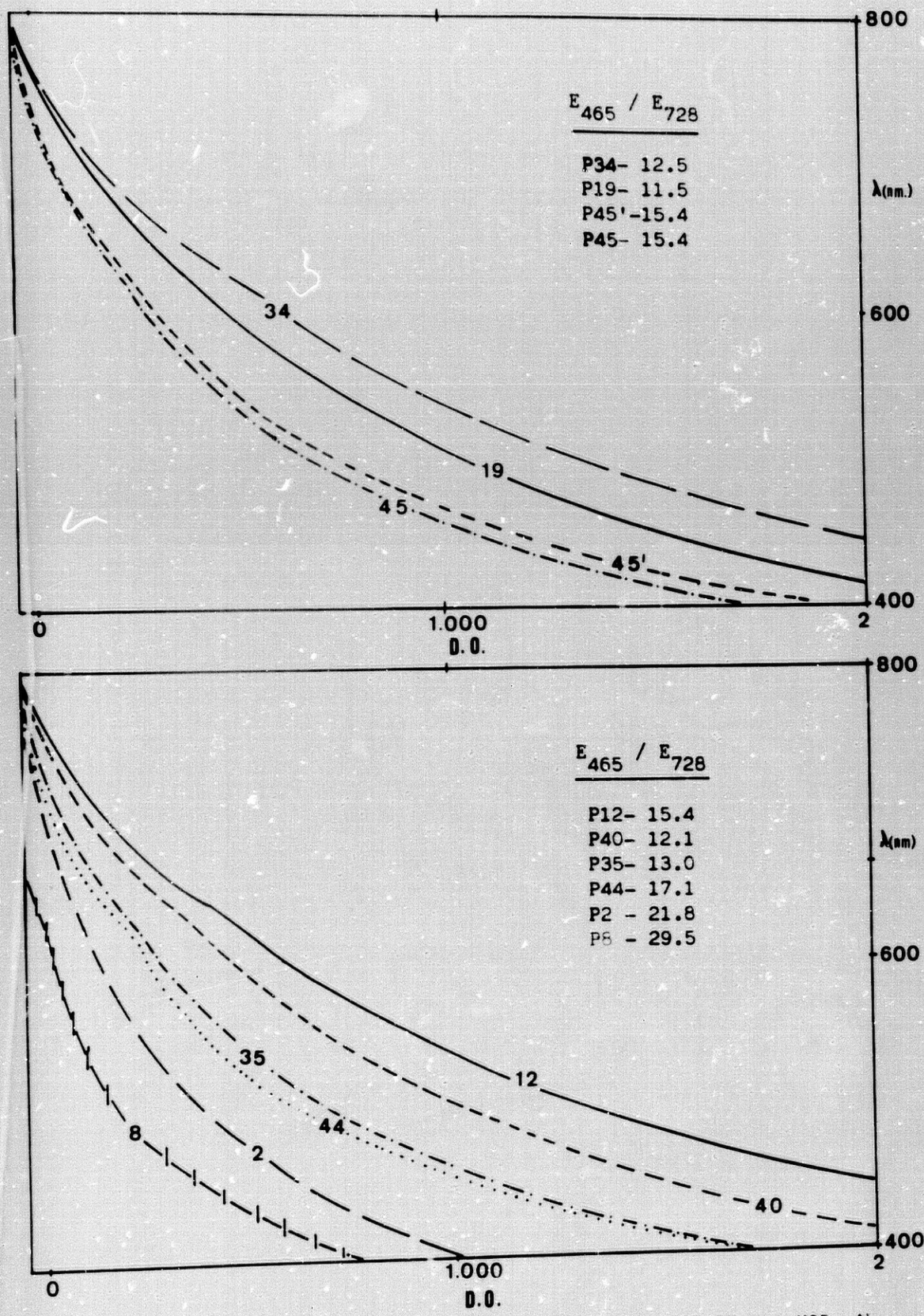
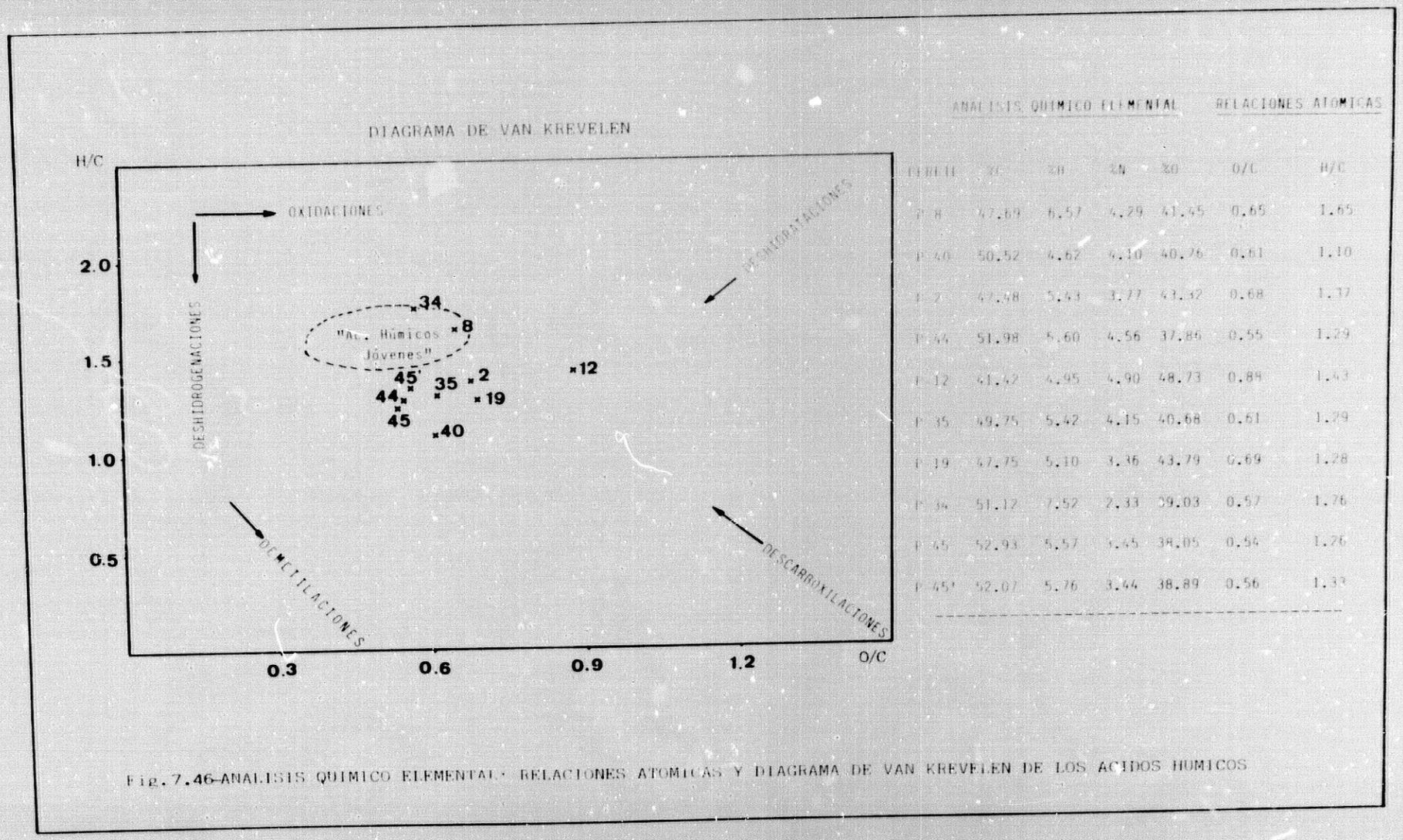


Fig. 7.45.- ESPECTROSCOPIA VISIBLE DE LOS ACIDOS HUMICOS DE LOS HOR. Ah



	ANALISIS QUIMICO ELEMENTAL				RELACIONES ATOMICAS	
PERFIL	%C	%H	%N	%O	O/C	H/C
P 8	47.69	6.57	4.29	41.45	0.65	1.65
P 40	50.52	4.62	4.10	40.76	0.61	1.10
P 2	47.48	5.43	3.77	43.32	0.68	1.37
P 44	51.98	5.60	4.56	37.86	0.55	1.29
P 12	41.42	4.95	4.90	48.73	0.89	1.43
P 35	49.75	5.42	4.15	40.68	0.61	1.29
P 19	47.75	5.10	3.36	43.79	0.69	1.28
P 34	51.12	7.52	2.33	39.03	0.57	1.76
P 45	52.93	5.57	4.45	38.05	0.54	1.26
P 45'	52.07	5.76	3.44	38.89	0.56	1.33

Fig.7.46-ANALISIS QUIMICO ELEMENTAL, RELACIONES ATOMICAS Y DIAGRAMA DE VAN KREVELEN DE LOS ACIDOS HUMICOS

En general, la mayor condensación de los ácidos húmicos de la materia orgánica desarrollada bajo piornal, va acompañada de un incremento en la fracción menor de 1000, al tiempo que las demás fracciones no guardan una relación directa con ella (fig.7.48: B, C,D).

Respecto a los pinares, también en ellos se pueden encontrar todas las variaciones observadas en los piornales. De acuerdo con los contenidos en MOL y HH, la tendencia es a disminuir el grado de descomposición en las cotas más altas (perfiles 45 y 45') (fig. 7.44), en donde, además, se presentan los ácidos húmicos menos evolucionados, si atendemos al grado de condensación del núcleo aromático (fig. 7.45) y a la presencia de las bandas a 1460, 1420 y 1380 cm^{-1} típicas de lignina (Tabla 7.9).

En las cotas más bajas, el comportamiento es diferente en los dos perfiles estudiados. El perfil 19 es el que presenta unos menores contenidos en MOL y HH y sus ácidos húmicos, si bien presentan una condensación del núcleo aromático semejante a los del perfil 34 (fig.7.45), tienen una menor proporción de cadenas alifáticas (D.O. 2920 cm^{-1} / D.O. 1660 cm^{-1}) y grupos OH (D.O. 3400 cm^{-1} / D.O. 1660 cm^{-1}) (Tabla 7.9). De hecho, el diagrama de VAN KREVELEN muestra a los ácidos húmicos del perfil 34 como los más jóvenes e hidrogenados, mientras que el análisis elemental los presenta como los más pobres en nitrógeno y más ricos en hidrógeno de todas las muestras estudiadas (fig. 7.46).

Un hecho que merece la pena destacar es el escaso porcentaje de ácidos húmicos de tamaño molecular inferior a 1000 que se presentan en el perfil 34, mientras que la mayor proporción es superior a 100.000 o se encuentra muy próxima a esta cifra (fig.7.48: H). La explicación podría estar en la juventud de estos ácidos húmicos y en su elevada proporción de grupos OH, que harían que, cuando éstos alcanzaran un cierto tamaño molecular, su comportamiento frente a un medio ácido fuese el de un ácido fúlvico y se extrajesen como tal, lo que, a su vez, explicaría la baja relación AH/AF que es la menor de todas las muestras analizadas.

Respecto a la relación AH/AF, cabe señalar que, mientras bajo piornal, la mayor evolución de los ácidos húmicos se correspondía con una mayor relación AH/AF, en el caso de los pinares esto no ocurre y la mayor relación AH/AF se da en las cotas altas, donde los ácidos húmicos presentan la menor evolución, sobre todo en comparación con el perfil 19. GARCIA ET AL. (1985), para explicar estos hechos, recurren a la teoría de las dos vías de humificación: directa e indirecta, y a la intensidad con que actúan cada una de ellas. Un esquema de ambas vías lo podemos ver en la fig. 7.49.

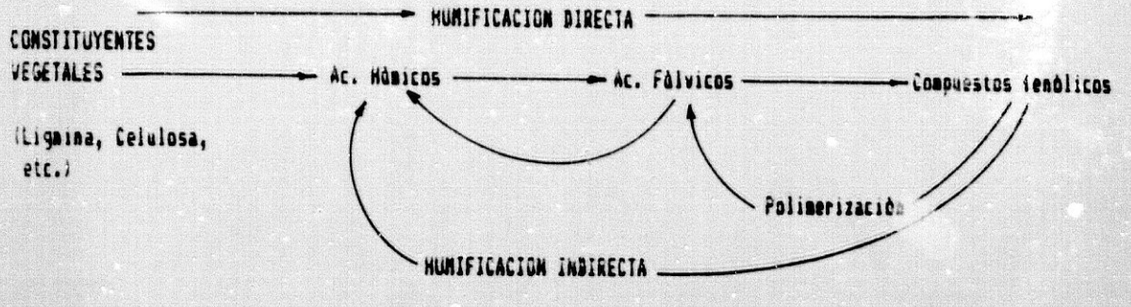


Fig. 7.49.- ESQUEMA DE LAS VIAS DE HUMIFICACION DIRECTA E INDIRECTA.

Si actúa la vía de la humificación directa, la mayor descomposición se traducirá en la formación de compuestos de menor tamaño molecular y, por tanto, en un incremento de los ácidos fúlvicos en comparación con los húmicos; mientras que si actúa la vía de humificación indirecta, la mayor evolución llevará aparejado un incremento de ácidos húmicos.

En el caso de los piornales, el que la mayor evolución lleve aparejado un incremento de la relación AH/AF, se podría interpretar como que el proceso de humificación indirecta tiene una actuación predominante; mientras que, bajo los pinares, intervendría fundamentalmente la vía de humificación directa, de forma que la menor descomposición y humificación llevaría consigo un predominio de los ácidos húmicos sobre los fúlvicos y, por lo tanto, un incremento de la relación AH/AF.

En los pinares, la mayor descomposición lleva aparejado un fuerte incremento de la fracción de ácidos húmicos de tamaño molecular a 1000 (fig. 7.48: G,I,J), constituyendo el perfil 34 (fig. 7.48: H) un caso muy particular en el que la juventud y la elevada proporción de grupos OH de sus compuestos húmicos podrían ser las responsables de que, cuando éstos alcanzan un tamaño molecular en torno a 1000, se comporten como ácidos fúlvicos frente a un medio ácido y, de ahí que, sin necesidad de presentar una mayor evolución del componente orgánico, su relación AH/AF sea menor.

Bajo vegetación de encinar, el perfil 12 es el que presenta una menor proporción MOL y HH; sus ácidos húmicos muestran un núcleo aromático más condensado (fig.) y con menor proporción de cadenas alifáticas (D.O. 2920 cm^{-1} / D.O. 1660 cm^{-1}) y grupos OH (D.O. 3400 cm^{-1} / D.O. 1660 cm^{-1}) (Tabla 7.9), lo que indica una mayor descomposición y evolución de su materia orgánica. En este caso, al igual que en los piornales, la mayor evolución llevaba aparejado un incremento de la relación AH/AF, por lo que tenemos que pensar en la intervención de la vía de humificación indirecta.

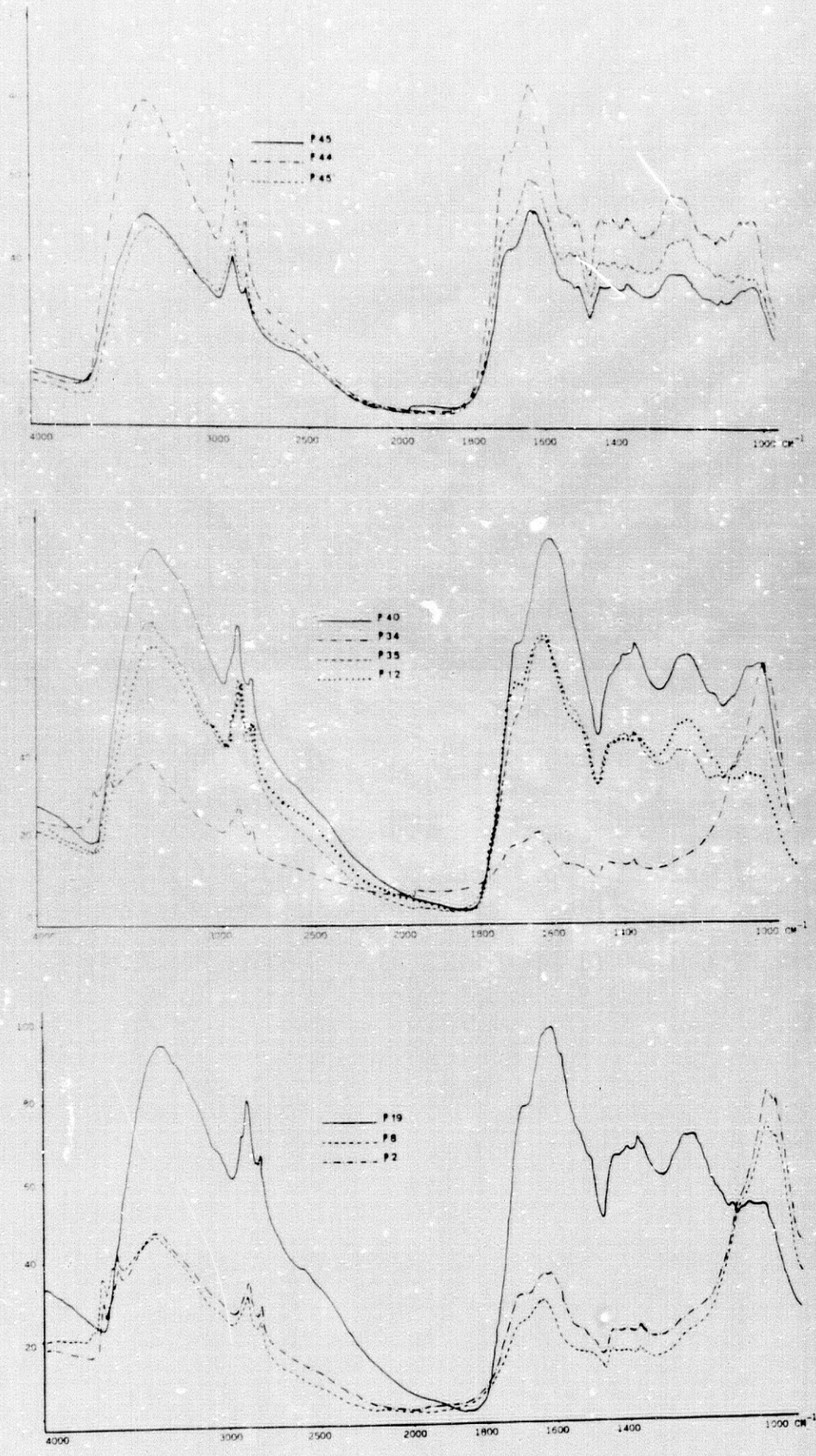


Fig. 7.47.- ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJOS DE LOS ACIDOS HUMICOS DEL HORIZONTE Ah. EN DIFERENTES PERFILES DEL LITOSISTEMA ACIDO.

Tanto bajo vegetación de pinar como de encinar, la mayor evolución de los componentes húmicos suele estar ligada a un incremento en el grado de saturación y pH del suelo.

Por último, el perfil 8, desarrollado bajo un pastizal a 2.100 m., presenta unos compuestos húmicos que recuerdan, en cierto modo, a los del perfil 34, desarrollado bajo pinar. Sus ácidos húmicos son los que presentan en núcleo aromático menos condensado y, después de los del perfil 34, son los más ricos en grupos OH (Tabla 7.9), mientras que el análisis químico elemental los define como altamente hidrogenados y el diagrama de VAN KREVELEN como "ácidos húmicos jóvenes" (fig. 7.46). Todas estas características podrían explicar, por el mismo razonamiento utilizado en el perfil 34, la elevada proporción de ácidos húmicos de tamaño molecular superior a 100.000 y el bajo porcentaje de los inferiores a 1000 (fig. 7.48: A).

De todo este conjunto de resultados, la primera conclusión que se puede extraer es la gran variabilidad que, dentro de un mismo tipo de vegetación, se puede producir en las características y propiedades del componente orgánico que se forma. No se puede afirmar de una forma rotunda que un tipo de vegetación condicione una materia orgánica mejor o peor que otro tipo de vegetación, ya que la descomposición y los compuestos húmicos formados están fuertemente influenciados por las características climáticas y edáficas. Unicamente manteniendo constantes estos factores se podría apreciar el efecto directo de la vegetación.

En nuestro estudio existen cuatro perfiles que, dos a dos, cumplen estas características, como son los perfiles 34 y 35, desarrollados bajo pinar y encinar respectivamente, y los perfiles 44 y 45, desarrollados sobre piornal y pinar.

Si comparamos los perfiles 34 y 35, se puede apreciar cómo es la materia orgánica desarrollada bajo el encinar la que presenta unos ácidos húmicos más evolucionados, con un núcleo aromático más denso, con menor proporción de grupos OH y cadenas alifáticas, más ricos en nitrógeno y menos hidrogenados, al tiempo que se incrementa la relación AH/AF. Si comparamos los perfiles 44 y 45, en este caso no se puede afirmar de una forma definitiva que la materia orgánica formada sobre el piornal esté más evolucionada que la del pinar o viceversa, ya que, si bien los ácidos húmicos formados bajo el piornal presentan una menor proporción de grupos OH y son más ricos en nitrógeno y menos hidrogenados que los del pinar, los de éste tienen un núcleo aromático algo más condensado y con un proporción equivalente en cadenas alifáticas y, en ambos casos, muestran una estructura próxima a lignina.

Si evaluamos el efecto que tiene la edad del pino, comparando los perfiles 44 y 45, se aprecia, aunque ligeramente, cómo los

àcidos hùmicos tienen tendencia a disminuir su tamaño molecular, incrementar su porcentaje de grupos OH y cadenas alifàticas, disminuir su contenido en nitrógeno y hacerse màs hidrogenados. Si a esto le sumamos las caracerísticas de los àcidos hùmicos del perfil 34, que es el pinar màs viejo y denso de los que hemos seleccionado, la conclusión podria ser que, cuando envejece el pinar, existe una tendencia a formar compuestos hùmicos cada vez màs reactivos y solubles que acomplejan al hierro y pueden lavarlo dentro del perfil; esta extracción del hierro libre del horizonte superficial y su acumulación en los subsuperficiales se observa claramente en el perfil 34.

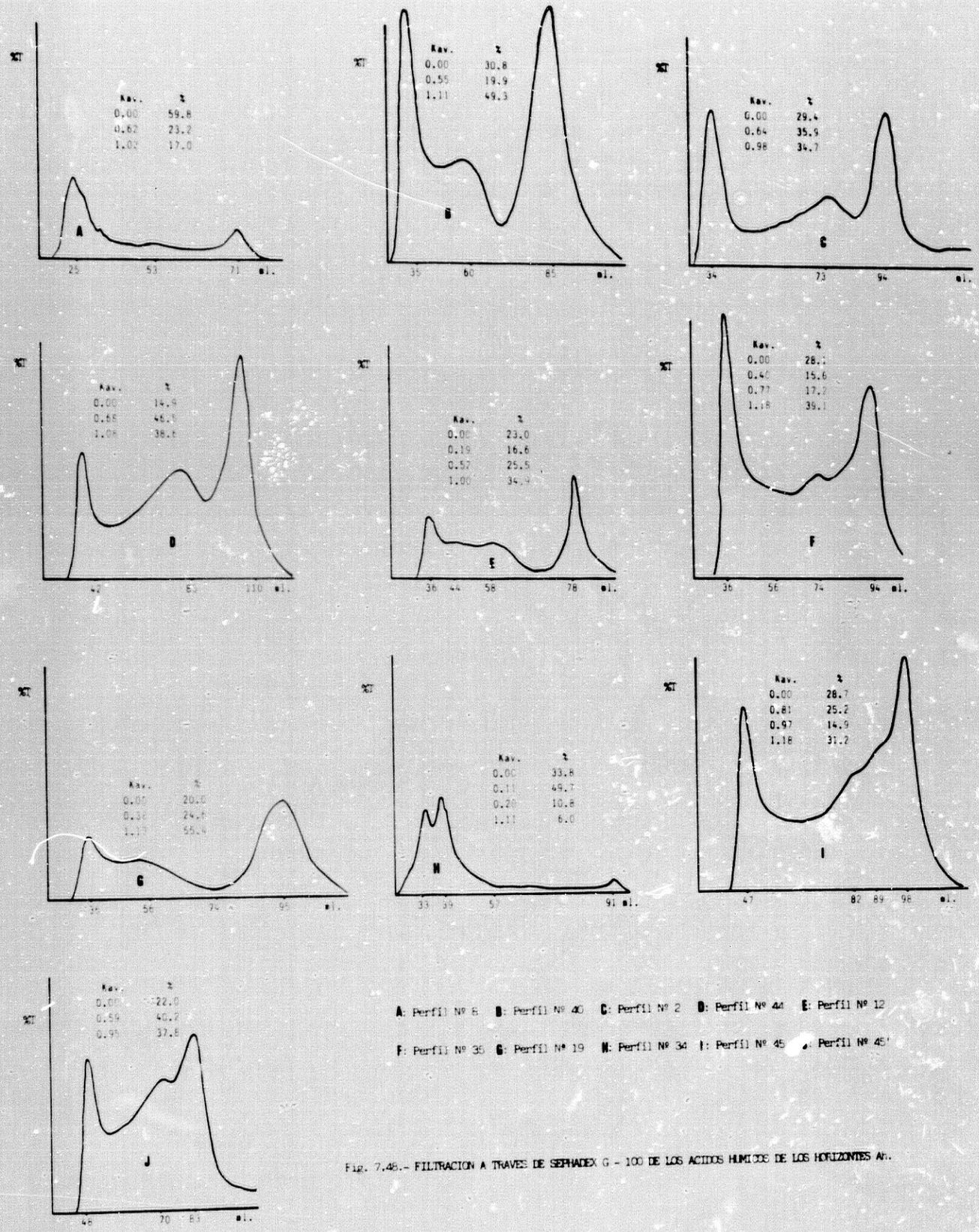
Esta tendencia parece verse alterada cuando cambia un factor como la orientación. Tanto el pinar como el encinar, que estàn orientados en dirección Oeste (perfiles 12 y 19), muestran, con respecto a los que estàn orientados al Este (perfiles 34 y 35), una menor descomposición y una mayor evolución de sus compuestos hùmicos, siempre comparando suelos desarrollados bajo el mismo tipo de vegetación. Probablemente, este hecho estè relacionado con las mayores insolaciones y fuertes contrastes estacionales que se dan en la orientación Este y que intensifican el proceso de humificación abiològica.

Análisis mineralògico de la fracción arcilla.-

Para realizar este estudio hemos seleccionado los mismos suelos que en el caso de la materia orgànica, aunque los perfiles completos. Los resultados aparecen reflejados en la tabla. 7.10.

TABLA 7.10.- ANALISIS MINERALOGICO DE LA FRACCION ARCILLA.

Perfil	Horizonte	Micas %	Caolinita %	Clorita %
8	Ah	***	**	*
	AC	***	**	*
	C	***	**	*
40	Ah	***	**	*
	Bw	***	**	*
	C	***	**	*
2	Ah	***	**	*
	Bw	***	**	*
	BC	***	**	*
	C	***	**	*



A: Perfil Nº 6 B: Perfil Nº 40 C: Perfil Nº 2 D: Perfil Nº 44 E: Perfil Nº 12

F: Perfil Nº 35 G: Perfil Nº 19 H: Perfil Nº 34 I: Perfil Nº 45 J: Perfil Nº 45'

Fig. 7.48.- FILTRACION A TRAVES DE SEPHADEX G - 100 DE LOS ACIDOS HUMICOS DE LOS HORIZONTES Ah.

TABLA 7.10 (Cont.).

44	Ah	***	**	*
	AC	***	**	*
	C	***	**	*
12	Ah	***	*	*
	Bw1	***	*	*
	Bw2	***	*	*
	C	***	*	*
35	Ah	***	**	*
	Bw1	***	**	*
	Bw2	***	**	*
	C	***	**	*
19	Ah	***	**	*
	Bw	***	**	*
	C1	***	**	*
34	Ah	***	**	**
	AB	***	**	*
	Bw1	***	**	*
	Bw2	***	**	*
	C	***	**	*
45	Ah	***	**	*
	Bw	***	**	*
45'	Ah	***	**	*

*** = Muy abundante (>30%)
** = Abundante-moderado (15-30%)
* = Minoritario

Lo màs destacado de este estudio es la gran uniformidad que, desde el punto de vista mineralógico, presenta la fracciòn arcilla de los distintos suelos analizados. En todos los casos, las micas son, con mucho, los minerales màs abundantes, representando entre el 60 y el 80% del total de la fracciòn; le sigue la caolinita, que representa entre el 15 y el 25%, y, finalmente, la clorita, que suele ser inferior al 15%.

Las ùnicas diferencias se establecen a nivel del perfil 12, donde la caolinita disminuye por debajo del 15%, y en el horizonte Ah del perfil 34, en el que la clorita supera el 15%. En cualquier caso, estas variaciones son poco significativas y siempre pueden ser atribuibles a pequeñas variaciones del material original.

7.1.2.- LITOSISTEMA ULTRABASICO.-

Se desarrolla sobre las peridotitas del Complejo Nevado Filàbride que estàn constituidas, fundamentalmente, por olivino (foresterita), piroxeno rômbico (enstatita), mena metàlica de tipo espinela y contenido variable de talco (IGME, 1983).

Estos afloramientos se sitûan en el Cerro del Almirez, entre las coordenadas UTM: 5.050-5.090 y 41.030-41.050, y ocupan una extensiòn aproximada de 273 Has., que representan el 0,5% del total del àrea estudiada.

Se localiza exclusivamente en el piso oromediterràneo, por lo que no cabe esperar grandes cambios climàticos en su seno, y de ahi que estè constituido por una sola climofacies: CLIMOFACIES ULTRABASICA OROMEDITERRANEA.

La vegetaciòn es la tipica del piso oromediterràneo nevadense aunque presenta algunas variaciones en su composiciòn floristica de entre la que cabe destacar, el enriquecimiento de los piornales en Erinacea anthyllis y la abundancia de enebros y sabinas, como consecuencia de la mayor riqueza en bases del sustrato.

Sus suelos se caracterizan por presentar un horizonte Bw de coloraciones pardas o pardo rojizas, excepto en las zonas de vaguada, donde el material acumulado muestra una gran uniformidad en profundidad. Dentro de los suelos con horizonte Bw, la diferencia entre ellos estriba, fundamentalmente, en la profundidad a que se presenta la roca. En general, se distribuyen en el espacio siguiendo una toposecuencia, en la que los suelos con horizontes Bw y de escasa potencia se sitûan en las partes cacuminales, los suelos con horizonte Bw y en los que la roca se presenta muy por debajo de los primeros 25 cm. se localizan en la zona de ladera, y los suelos homogèneos en profundidad en los que no se aprecia el desarrollo de un horizonte Bw se sitûan en vaguadas o en zonas de ruptura de pendiente.

Estos hechos, unidos a la escasa extensiòn que ocupan las peridotitas, nos han inducido a diferenciar, dentro de la Climofacies, dos ùnicas unidades de suelos. La unidad 10, en la que los suelos se distribuyen de acuerdo con la catena anteriormente mencionada, y la unidad 32, que representa las zonas de minas de hierro de La Gabiarra y en la que los suelos se clasifican como Antrosoles ùrbicos.

UNIDAD 10.- Bc/ (Ie) / (Re).

El que en esta unidad los suelos se distribuyan siguiendo una catena nos ha hecho variar el enfoque de su estudio con respecto

al que hemos seguido en el sistema àcido, de forma que lo hemos orientado, fundamentalmente, a conocer la dinàmica del conjunto de la toposecuencia y la relaciòn que se establece entre las propiedades de sus suelos.

Para abordar este estudio, seleccionamos tres perfiles que representan las distintas posiciones de una catena. El perfil 48 se localiza en las partes altas y fuertemente erosionadas, el perfil 22 ubicado a media ladera y el perfil 13 en zona de ruptura de pendiente, que recibe el material coluviado de las partes altas. Un esquema fisionòmico de la catena y morfològico de los perfiles se puede ver en la fig. 7.50.

La toposecuencia se sitùa en la vertiente sur, entre 2.100 y 2.400 m. de altitud, y presenta una pendiente de, aproximadamente, el 30% de inclinaciòn, con dos inflexiones que representan la zona convexa de la cima y la còncava de la base, en las que la inclinaciòn se sitùa alrededor del 15%, en la primera, y del 5%, en la segunda.

Si bien el material original se denomina genèricamente como Peridotitas, a fin de llegar a un mejor conocimiento del mismo, realizamos làminas delgadas de las rocas sobre las que se desarrollaba cada uno de los suelos.

En el estudio de estas làminas se observa que, en todos los casos, las peridotitas estàn constituidas por olivino, clinopiroxeno, ortopiroxeno, cromita y granates, con clorita e iddingsita màs serpentina como minerales secundarios. Presentan una textura blastomilonitica en la que los cristales de olivino estàn elongados y fracturados en neocristales con textura mosaico y bordes con puntos triples que se encuentran serpentinizados.

La foliaciòn està marcada por la orientaciòn de los cristales de olivino, asì como por los cristales y agregados de ortopiroxenos, que son escasos y presentan formas redondeadas y fracturadas.

La cromita es intergranular, a veces incluida en los minerales anteriores; mientras que los granates son de pequeño tamaño (aproximadamente 50) y estàn muy transformados. La serpentina afecta, sobre todo, a los agregados de cristales de olivino, en tanto que la clorita parece màs abundante en las zonas ricas en piroxenos.

De lo anteriormente expuesto, se puede deducir que la roca es una Lerzolita con granates y espinela y pobre en ortopiroxeno.

En el perfil 3, desarrollado sobre coluvios, junto a los fragmentos rocosos de Lerzolita, se han encontrado algunos frag-

mentos de piroxenita (Websterita, STRECKEISEN, 1967). Mineralògicamente està constituida por ortopiroxeno (enstatita), clinopiroxeno y cromita, con clorita como mineral secundario. Presenta una textura porfidoblàstica, con granos de ortopiroxeno elongados que constituyen la matriz y cristales de clinopiroxeno englobando granos alargados de ortopiroxeno y/o de clorita. La cromita es intergranular y existe abundante clorita magnèsica (clinocloro), que es màs abundante allì donde domina la cromita y los piroxenos.

La vegetaciòn varìa de un pastizal con algunos piornos en la zona màs alta de la catena a un denso piornal en la vaguada, pasando por el piornal-pastizal de media ladera.

El pastizal del perfil 48 muestra una baja cobertura (20-30%) aunque està constituido por gran diversidad de especies, de entre las que predominan Poa liqulata , Teucrium polio sbsp. aureum y Euphorbia flavicoma . Los piornos ocupan las escasas grietas de material fino que salpican la zona y estàn constituidos por Erinacea anthyllis fundamentalmente, con escaso Cytisus oromediterraneus .

El piornal-pastizal de media ladera presenta una mayor cobertura (60%) y està dominado por Erinaca anthyllis , apareciendo en menor proporciòn Cytisus oromediterraneus . En los claros del piornal son frecuentes especies como Festuca indigesta sbsp. hackeliana, Plantago holosteum , Koeleria vallesiana , Poa liqulata , Teucrium polio sbsp. aureum y Thymus serpylloides sbsp. gadorensis

La zona de vaguada està dominada por un piornal de elevada cobertura (90%), dominado por Cytisus oromediterraneus y con escasa representaciòn de Erinacea anthyllis y Genista baetica En los claros del mismo son frecuentes especies como Thymus serpylloides sbsp. gadorensis y Festuca indigesta sbsp. hackeliana.

Las caracterìsticas climàticas vienen condicionadas por su localizaciòn en el piso oromediterràneo y los paràmetros que las definen son: una precipitaciòn media que oscila de 760 mm. en el perfil 13 a 880 mm. en el perfil 48, pasando por los 860 mm. del perfil de mitad de ladera, al tiempo que muestran un intenso periodo de dèficit en los meses estivales; que hace que el règimen de humedad se clasifique como xèrico. La temperatura media anual se mantiene entre los 6,7ºC de la zona de vaguada y los 4,6ºC de la cumbre, con un valor intermedio de 5,1ºC en el perfil de mitad de ladera; mientras que la temperatura media de verano es inferior a 15ºC (13,1 y 13,5) en los perfiles 48 y 22 respectivamente, por lo que su règimen de temperatura es crìico, y de 15ºC en la vaguada, que hace que dicho règimen de temperatura sea frìgido.

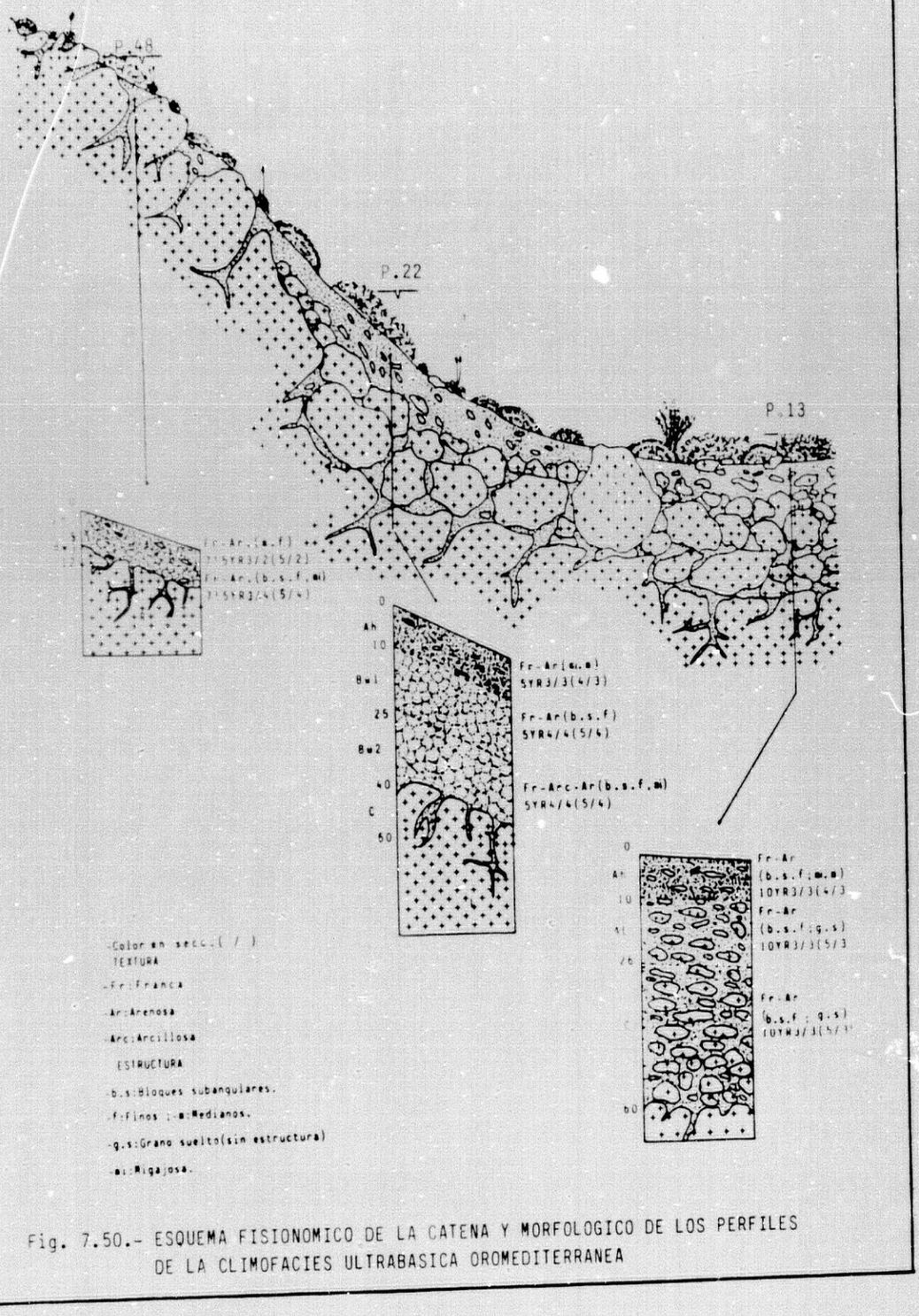


Fig. 7.50.- ESQUEMA FISIONOMICO DE LA CATENA Y MORFOLOGICO DE LOS PERFILES DE LA CLIMOFACIES ULTRABASICA OROMEDITERRANEA

Las caracteristicas analiticas de estos suelos se pueden ver en el anexo I; no obstante, en base a un conocimiento màs exhaustivo de la dinàmica que se produce en la catena, hemos realizado un estudio de los distintos sesquiòxidos y de los compuestos hùmicos (KONONOVA Y BELCHIKOVA, 1961), que aparece reflejado en la tabla 7.11; asi como un estudio mineralògico de las fracciones arcilla y arena mediante R-X, cuyos resultados se pueden ver en la tabla 7.12.

TABLA 7.11.- COMPUESTOS HUMICOS Y SESQUIOXIDOS.

						Sesquiòxidos totales %		Total	
Perf.	Hor.	Prof. cm.	% AH	% AF	AH/AF	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	Fe libre
P.48	Ah	0-5	0,60	0,50	1,20	3,8	10,1	39,1	3,49
P.48	Bw	5-7/12	0,28	0,27	1,04	6,3	11,1	42,1	4,66
P.22	Ah	0-10	0,33	0,20	1,65	5,5	11,8	43,6	3,69
P.22	Bw1	10-25	0,13	0,15	0,87	7,6	13 1	42,8	5,45
P.22	Bw2	25-40	0,06	0,12	0,50	6,8	11,5	44,3	4,90
P.13	Ah	0-10	0,52	0,32	1,62	11,1	9,9	46,8	3,93
P.13	AC	10-26	0,08	0,16	0,50	10,2	9,9	51,3	3,73
P.13	C	26-60	0,04	0,13	0,31	10,0	9,7	46,2	3,81

En general, los suelos presentan una textura franco arenosa, que se mantiene constante con la profundidad; no obstante, se observa una disminuciòn de materiales finos (UNIFIED), especialmente limo fino y arcilla, en los horizontes superiores de los suelos de ladera y un incremento en el suelo de vaguada. La estructura pasa de migajosa, en los horizontes Ah, a bloques subangulares, en los horizontes Bw; en la vaguada, el suelo muestra una estructura cuyo desarrollo disminuye con la profundidad, tomando el aspecto de grano suelto en el horizonte C.

La materia orgànica se concentra en los horizontes superiores y decrece regularmente con la profundidad, al tiempo que se muestra màs descompuesta; la relaciòn C/N varia de 16, en los horizontes superficiales, a 11 en los subsuperficiales. El extracto hùmico total (AH + AF) representa entre el 25 y el 33% del total

del carbono orgánico, dominando los ácidos húmicos sobre los fúlvicos en los horizontes superficiales e incrementándose el contenido de fúlvicos en profundidad.

TABLA 7.12.- MINERALOGIA DE LAS FRACCIONES ARENA Y ARCILLA.

Perfil	Hor.		Talco	Clorita	Moscov.	Caolin.	Serpent.	Pirox.	Plagiocl.	Cuarzo	Esmectit.
P-48	Ah	Arena	###	###	+	-	##	+	+	+	-
		Arcilla	###	###	###	##	-	-	-	-	-
	Bw	Arena	###	###	+	-	###	##	+	+	-
		Arcilla	###	###	###	+	+	-	-	-	-
P-22	Ah	Arena	###	###	+	-	+	+	+	##	-
		Arcilla	###	###	###	+	+	-	-	-	-
	Bw1	Arena	###	###	##	-	##	##	##	###	-
		Arcilla	###	###	###	-	+	-	-	-	+
	Bw2	Arena	###	###	##	-	###	###	##	-	-
		Arcilla	+	+	+	-	+	-	-	-	###
P-13	Ah	Arena	###	##	###	-	###	-	+	##	-
		Arcilla	###	###	###	-	+	-	-	-	+
	AC	Arena	###	##	###	-	###	-	+	###	-
		Arcilla	##	##	###	-	-	-	-	-	+
	C	Arena	###	##	###	-	###	+	-	-	-
		Arcilla	-	##	###	+	+	-	-	-	+

= Muy abundante ## = Abundante- moderado + = Minoritario

Tanto la sílice como el aluminio muestran una tendencia a incrementarse desde las cotas altas a las bajas, al tiempo que su

distribución dentro del perfil varía en función de la posición topográfica que ocupe, y así, en los suelos de ladera se incrementan con la profundidad, mientras que en la vaguada la sílice se concentra en el horizonte AC y el aluminio en el Ah. El hierro no parece seguir el mismo comportamiento, ya que es minoritario en el suelo de vaguada y dentro de los perfiles de ladera se concentra en el seno de los horizontes de alteración (horizonte Bw).

El complejo de cambio muestra unos valores de capacidad relacionados con el contenido en limo, arcilla y materia orgánica mediante la siguiente ecuación de regresión lineal:

$$C.C(meq/100gr) = (-0,1972\%limo) + (0,4215\%arcilla) + (1,4899\%M.O.) + 6,6086$$

con un coeficiente de correlación múltipe de 0,95, un coeficiente de determinación de 0,90 y un error estándar estimado de 1,05.

Todos los suelos se presentan ligeramente desaturados en superficie, con pH entre 6,6 y 6,8 y completamente saturados en profundidad, donde el pH es prácticamente neutro o ligeramente alcalino (6,9-7,1). El calcio es el catión de cambio dominante en los horizontes Ah, en profundidad se ve substituido por el magnesio, que pasa a ser mayoritario; el potasio es minoritario, con cierta tendencia a aumentar en superficie, y el sodio prácticamente inexistente.

En el estudio mineralógico se aprecia cómo el talco es muy abundante en todos los suelos y en todas las fracciones, excepto en los horizontes más profundos de los perfiles 22 y 13, donde se hace minoritario e incluso llega a desaparecer. Se trata de un mineral heredado que tiende a concentrarse por desaparición de otros minerales más inestables.

La clorita se presenta tanto en la fracción arena como en la arcilla, pero, mientras que en la fracción arena se distribuye de forma homogénea a lo largo del perfil, en la fracción arcilla tiende a disminuir en profundidad, especialmente en el suelo de mitad de ladera. En general, parece proceder de la alteración de los piroxenos, alteración que se observa en la roca; aunque, según LOUGHNAN (1969), también podría proceder de la alteración del olivino, con o sin paso previo a serpentina.

La moscovita se concentra fundamentalmente en la fracción arcilla, donde es muy abundante, a excepción del horizonte Bw2 del suelo de mitad de ladera en el que, al igual que la clorita y el talco, se hace minoritaria. En la fracción arena su contenido varía mucho en función del perfil de que se trate; en la vaguada es

muy abundante, a mitad de ladera es abundante-moderada con tendencia a disminuir en superficie, y en la parte alta de la catena minoritaria. Se trata de un mineral heredado que, por un proceso de desagregación física, pasa a fracciones cada vez más pequeñas.

La caolinita se presenta únicamente en la fracción arcilla y en los horizontes superiores, excepto en el suelo de vaguada, en que aparece en profundidad. Según LOUGHNAN (1969), TARDY (1969) y otros, puede proceder de la alteración de olivinos y piroxenos en ambientes lavados.

La serpentina muestra una distribución irregular en función del perfil y de la fracción de que se trate. En la fracción arena su contenido varía de abundante-moderado a muy abundante, con tendencia a aumentar en profundidad, a excepción del suelo de vaguada, en el que es muy abundante en todo el perfil. En la fracción arcilla es minoritaria e incluso llega a desaparecer en los horizontes Ah de los suelos de ladera. Según LOUGHNAN (op.cit) procede de la alteración del olivino.

Los piroxenos únicamente se presentan en la fracción arena, con fuerte tendencia a incrementase en profundidad. En la vaguada desaparecen de los horizontes superiores. Se trata de un mineral heredado que, por transformación, pasa a clorita, transformación que se ha observado en la roca.

Las plagioclasas muestran un comportamiento y contenido semejante al de los piroxenos, a excepción del suelo de vaguada, en el que se presentan en los horizontes superiores y desaparecen en el horizonte C.

El cuarzo únicamente está presente en la fracción arena y queda restringido a los primeros 25 cm., por lo que podría tener un origen fundamentalmente eólico, que es el mismo que atribuye YUSTA SIVIANES (1984) al cuarzo presente en los suelos desarrollados sobre peridotitas de los Reales (Málaga).

Las esmectitas se han detectado únicamente en la fracción arcilla, en los horizontes en los que no hay caolinita, concentrándose allí donde disminuye bruscamente la clorita. En la vaguada es minoritaria y con una distribución uniforme a lo largo del perfil. Se trata de un mineral que procede de la alteración de olivinos y piroxenos (LOUGHNAN op. cit.) al igual que clorita y caolinita, aunque en ambientes ricos en bases y poco lavados.

En la fig. 7.51, se pueden ver los diagramas de R-X de las arcillas del perfil 22.

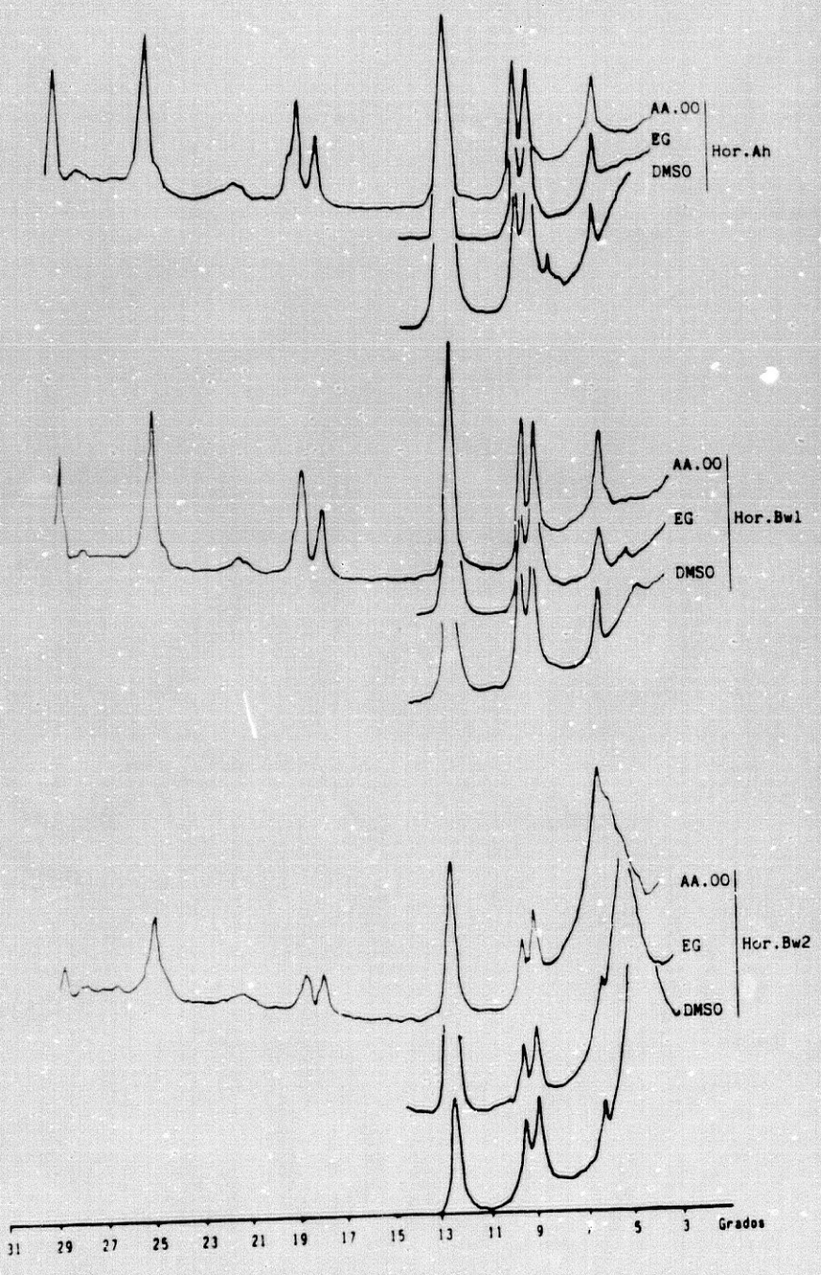


Fig.7.51.- DIAGRAMAS DE R-X DE LAS ARCILLAS DEL PERFIL 22. LA SERPENTINITA SE HA DETECTADO POR LA DIFERENCIA DE INTENSIDADES DE LOS PICOS A 7.12 y 13.84 A EN LA MUESTRA TRATADA CON DMSO.

De acuerdo con todas las caracteristicas morfològicas y analìticas de los suelos, la toposecuencia que se establece sobre las peridotitas de Sierra Nevada es:

Leptosol eùtrico - Cambisol cròmico - Regosol eùtrico.

En general, estos materiales presentan una meteorizaciòn quìmica relativamente fàcil que favorece la formaciòn de horizontes de alteraciòn, aun en los casos de menor desarrollo de suelo, caracterizados por un color pardo o pardo rojizo; ùnicamente en las zonas màs bajas, formadas por coluvios relativamente recientes, aùn no ha tenido lugar el desarrollo de dicho horizonte de alteraciòn, mostrando un perfil muy uniforme, sin otro horizonte de diagnòstico mas que un òcrico.

Dentro de la catena, tanto los materiales finos (limo fino y arcilla) como la sìlice y el aluminio, se incrementan en la vaguada, al tiempo que disminuyen en los horizontes superiores de los suelos de ladera; lo que pone de manifiesto la existencia de un proceso de lavado. El hierro no parece estar sujeto, en principio, a este proceso de lavado, al menos con la intensidad de los constituyentes anteriores, ya que el suelo de vaguada es màs pobre.

En los suelos de ladera, tanto el hierro y aluminio total como el hierro libre dismimuyen en los horizontes superiores y se concentran en los Bw, lo que parece indicar la existencia de un cierto lavado vertical, probablemente favorecido por compuestos orgànicos solubles que se forman en el proceso de descomposiciòn de la materia orgànica; no obstante, este lavado parece detenerse ràpidamente, concentràndose en el horizonte Bw1 del suelo de mitad de ladera, debido probablemente a la rapidez con que dichos compuestos orgànicos sobrepasan la relaciòn catiòn/aniòn que les permite mantenerse solubles y precipitar.

La materia orgànica se muestra medianamente descompuesta en superficie (C/N= 16) y bien descompuesta en profundidad (C/N= 11). En su proceso de transformaciòn parece que se forman en primer lugar, àcidos hùmicos que son los que dominan en los horizontes superficiales mientras que, en profundidad, se incrementa el contenido en àcidos fùlvicos, lo que podrìa deberse tanto a un lavado de dichos compuestos, ya mencionado anteriormente, como a una intervenciòn prioritaria de la vìa de humificaciòn directa (INOKO y TAMAI, 1977; GARCIA ET AL. 1984; 1985a), conducente a la formaciòn de compuestos orgànicos cada vez menos polimerizados, sobre la indirecta, que provoca el efecto contrario.

El complejo de cambio presenta unos valores de capacidad relacionados con el contenido en materia orgànica y elementos finos, mientras que las bases de cambio ponen de manifiesto la

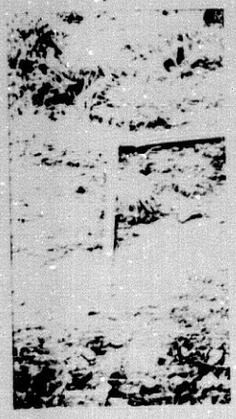
existencia de un ciclo biogeoquimico que concentra en superficie el calcio y el potasio fundamentalmente, dominando en profundidad el magnesio, ya que es el catiòn mayoritario en el material original. El grado de saturaciòn es del 100%, excepto en los horizontes Ah, que se encuentran ligeramente desaturados, lo que parece estar relacionado con el lavado que, a excepciòn del suelo de vaguada, viene confirmado por la presencia de caolinita en el seno de dichos horizontes.

En general, el proceso de meteorizaciòn fisica y quimica de estos suelos es relativamente alto, como se pone de manifiesto por el elevado contenido en moscovita de la fracciòn arcilla y la desaparición de olivino de la fracciòn arena, respectivamente. La intensidad de estos procesos, en especial la meteorizaciòn quimica, parece disminuir con la profundidad, con el consiguiente incremento en serpentina y piroxenos; disminuciòn que podria estar relacionada con la elevaciòn del pH y el incremento en calcio y magnesio de las aguas de drenaje, conforme percolan en el perfil, lo que las hace cada vez menos reactivas. Este hecho parece venir confirmado por la acumulaciòn de esmectitas en el horizonte màs profundo del suelo de mitad de ladera, en detrimento de clorita. La ausencia de esmectitas en el perfil màs alto de la catena, hay que imputarlo a su escasa profundidad.

El suelo de vaguada presenta, a excepciòn del contenido en cuarzo, una mineralogia relativamente uniforme y, al mismo tiempo, incoherente, con los procesos de alteraciòn vistos anteriormente, lo que hay que atribuir fundamentalmente a su gènesis, mezcla de coluvio, que podria explicar tanto el contenido en esmectita en todos los horizontes como la presencia de caolinita en el horizonte màs profundo. Desde el punto de vista analitico, muestra la misma homogeneidad, con la ùnica diferenciaciòn impuesta por el proceso de acumulaciòn de materia orgànica en superficie.

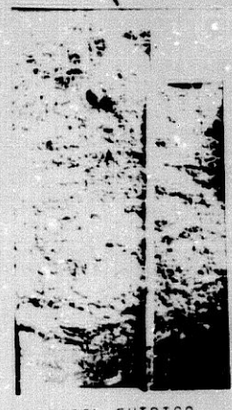
UNIDAD 32.- *u.

Como hemos mencionado anteriormente, està unidad corresponde al àrea ocupada por las explotaciones mineras de la Gabiarra y sus zonas de influencia, en las que se acumulan los escombros. La mayor parte de los suelos aparecen desarrollados sobre antiguas àreas de escombrera por lo que la hemos definido como unidad constituida exclusivamente por Antrosoles ùrbicos.



LEPTOSOL EUTRICO

CAMBISOL CROMICO



REGOSOL EUTRICO

LAMINA VI.- Panorámica del Cerro del Almiréz (Climofacies ultrabásica oromediterránea) y suelos representativos de la catena.

7.1.3.- LITOSISTEMA CARBONATADO.-

Como su nombre indica, se desarrolla sobre los distintos materiales carbonatados del Complejo Alpujàrride, entre las que cabe destacar calizas, dolomias y filitas; asi como sobre los màrmoles del Complejo Nevado-Filàbride.

Ocupa una extensiòn aproximada de 3.563 Has., que representan el 6,5% del total del àrea estudiada. En ellas, se alternan los distintos materiales carbonatados, situàndose las calizas y dolomias del Manto del Alcàzar encima de las filitas y cuarcitas del mismo Manto; mientras que en el Manto de Lùjar ambos materiales no se separan en el espacio, estando las filitas intercaladas con las calizas y dolomias. Los màrmoles aparecen en forma de afloramientos de poca extensiòn y se distibuyen a modo de manchas en el contacto de los materiales Nevado-Filàbrides y Alpujàrrides

Se localiza fundamentalmente entre las cotas de 900 y 1.500 m., aunque de forma esporàdica puede superar la cota de 1.700 m. Esta distribuciòn altitudinal sitùa al Litosistema en el piso mesomediterràneo, con una pequeña representaciòn del supramediterràneo a la altura de la Loma del Peñòn Blanco.

Por lo tanto, y al igual que en el Litosistema Ultrabàsico, ùnicamente se puede diferenciar en èl una Climofacies: CLIMOFACIES CARBONATADA SUPRA-MESOMEDITERRANEA.

Con respecto a la vegetaciòn, la presencia de un sustrato carbonatado o, al menos, rico en bases y su localizaciòn a baja altitud, fundamentalmente en el piso mesomediterràneo, determinan una vegetaciòn perteneciente a la serie **Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae S.** que, como ya indicamos en el capitulo de vegetaciòn, aparece muy degradada con escasa representaciòn de las formaciones boscosas. La mayor parte del àrea potencial de estos encinares aparece ocupada por cultivos de secano o por matorrales seriales, tomillares y aulagares fundamentalmente. Estos matorrales se caracterizan por la frecuente presencia de especies termòfilas caracteristicas de la serie **Smilaci-Querceto rotundifoliae S.**, representativa del piso inferior (termomediterràneo), probablemente como consecuencia del alto grado de erosiòn de los suelos que determina unas condiciones xerotèrmicas bastante pronunciadas. La riqueza en bases y la presencia de especies de niveles inferiores son los agentes responsables de la gran riqueza floristica que, pese a su baja cobertura, caracteriza a estas formaciones.

Con respecto al piso supramediterràneo, su presencia es anecdòtica dentro de esta climofàcies, restringiendose a los niveles

superiores de Peñón Blanco que, por otra parte, es un puro afloramiento rocoso por lo que la serie del **Berberidi hispanicae-Querceto rotundifoliae S.**, aparece representada exclusivamente por un pastizal perteneciente a la as. **Phlomido lychniti-Brachypodietum retusi.**

En puntos donde los suelos se han conservado o bien, en aquellos lugares en que la roca aparece disgregada o es facilmente deleznable (filitas), se ha llevado a cabo una intensa reforestación pero que dado las caracteristicas de estos enclaves, salvo excepciones, las formaciones son poco densas y permiten el desarrollo del matorral serial en el sotobosque.

7.1.1.3.- CLIMOFACIES CARBONATADA SUPRA-MESOMEDITERRANEA.

En general, con independencia del material, se presenta intensamente erosionada, de forma que Leptosoles y Regosoles son los suelos más abundantes. Las unidades de suelos que caracterizan a esta climofacies, aparecen representadas en la fig. 7.52.

El contacto más o menos nitido entre los distintos materiales y la fuerte erosión que afecta a los suelos, que hace que sus propiedades están directamente relacionadas con las del material sobre el que se forman, nos han inducido a realizar el estudio de esta Climofacies, tomando como base para una primera división el tipo de manto geológico. Dentro de cada manto se procederá a una división de las distintas unidades edáficas en función de la tipología, propiedades y abundancia de cada tipo de suelo.

Manto del Alcázar.-

Está constituido por una serie monótona de filitas y cuarcitas sobre la que se dispone una formación carbonatada constituida por rocas calizodolomiticas de aspecto diverso.

Las distintas propiedades fisicas y quimicas de ambos grupos de materiales constituyen la base sobre la que se asienta la división de unidades edáficas dentro de este manto. Asi, sobre las filitas y cuarcitas, se ha diferenciado la unidad 24; sobre calizas y dolomias, la unidad 27; mientras que la unidad 23 se desarrolla fundamentalmente sobre filitas y cuarcitas, pero salpicada por numerosos cerros calizos y dolomiticos.

UNIDAD 23.- Ie/Rc/ (Re)

Se localiza al Sur y Sureste de la zona de estudio y, como ya hemos mencionado, se desarrolla sobre cuarcitas y filitas salpicadas de cerros calizos y dolomiticos. Sus pendientes son relativamente suaves, entre 5 y 15% de inclinación, aunque localmente

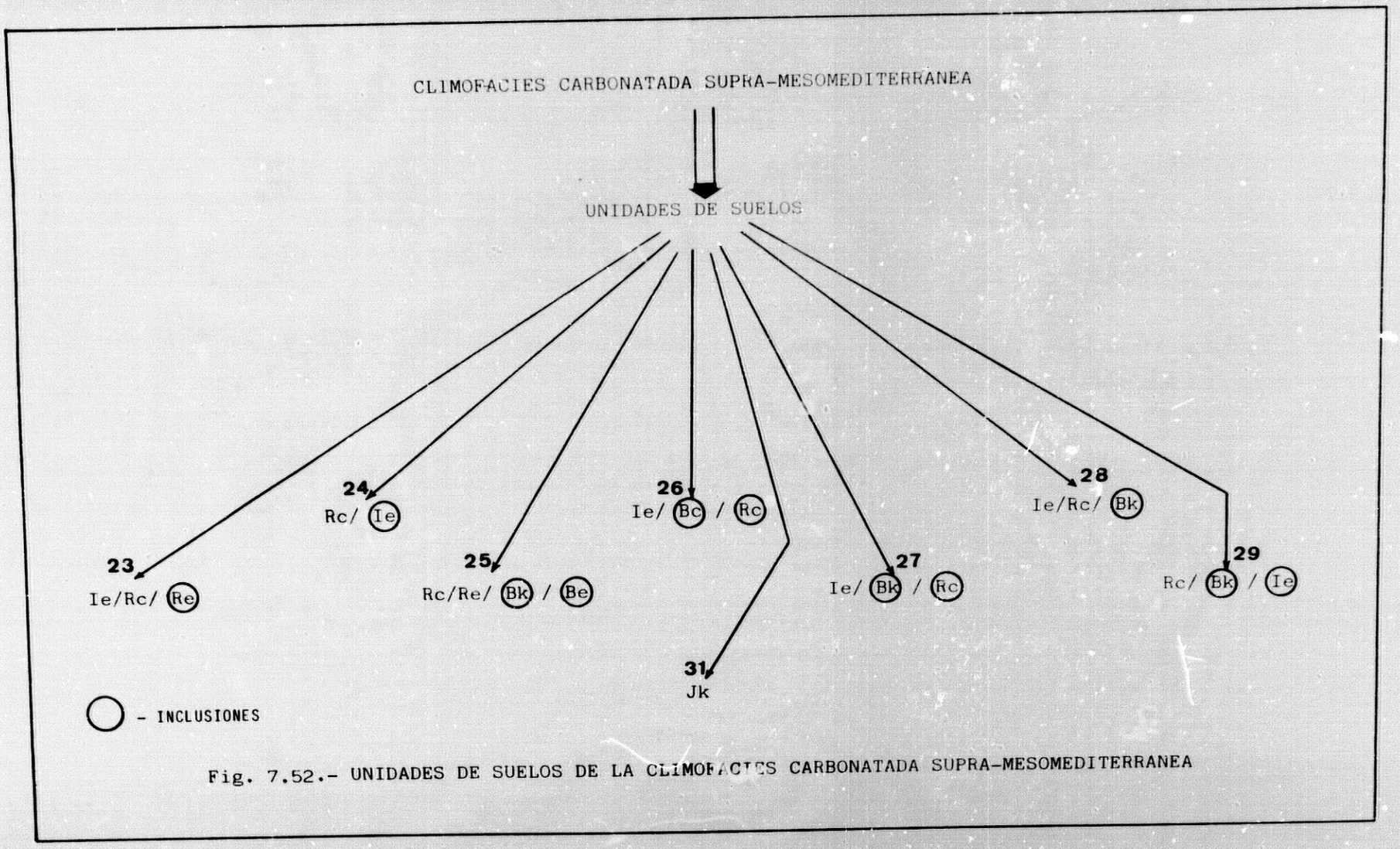


Fig. 7.52.- UNIDADES DE SUELOS DE LA CLIMOFACIES CARBONATADA SUPRA-MESOMEDITERRANEA

se pueden presentar zonas bastante escarpadas. La vegetación es variada y en ella podemos encontrar desde diversos cultivos, de entre los que el almendro es el más representativo, hasta un pastizal-matorral xérico de baja cobertura, que se sitúa en aquellos puntos en que la profundidad del suelo es escasa o donde las fuertes pendientes limitan las prácticas agrícolas.

Toda la unidad se encuentra afectada por fuertes procesos de denudación, que hacen que sus suelos presenten un desarrollo muy elemental y que sus propiedades estén íntimamente ligadas a las del material de partida.

La dureza y compactación de la roca divide a los suelos en Leptosoles y Regosoles. Sobre los materiales calizos y dolomíticos los suelos presentan, casi invariablemente, un contacto lítico dentro de los primeros 25 cm., por lo que se encuadran en la categoría de Leptosoles y, más concretamente, como Leptosoles eútricos, dado el elevado grado de saturación que presentan; este tipo de Leptosol, lo podemos encontrar también asociado a afloramientos cuarcíticos. Sobre filitas, material fácilmente cavable, no se puede considerar la existencia de un contacto lítico, como tal, y los suelos se clasifican como Regosoles calcáricos, en los que, al igual que en los Leptosoles, se desarrolla un delgado y claro epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico.

Ambos tipos de suelos son los que dominan la unidad, aunque también se puede detectar la presencia de Regosoles eútricos, desarrollados sobre cuarcitas y en los que la roca aparece por debajo de los primeros 25 cm.; en cualquier caso, son minoritarios y su proporción supera ligeramente el 5%.

Por lo tanto, la unidad vendrá definida por una asociación de Leptosoles eútricos y Regosoles calcáricos con inclusiones de Regosoles eútricos.

UNIDAD 24.- Rc/ (Ia)

Se localiza en una franja que se extiende desde el Río Bayarcal hasta la Rambla de Milhombres, en altitudes que no superan los 1.200 m. El material sobre el que se desarrolla está constituido por filitas salpicadas de afloramientos cuarcíticos y es precisamente la naturaleza del material la que condiciona sus características pasajísticas, de forma que es la escasa competencia de estas filitas la que hace que sea una unidad muy erosionada, con fuertes acarcavamientos y pendientes que suelen sobrepasar el 20% de inclinación.

La vegetación está constituida por un matorral heliófilo de tipo aulagar con baja cobertura que, en ningún momento, constitu-

ye un freno a los procesos erosivos, los cuales son una constante a lo largo y ancho de la unidad, a excepción de aquellas zonas aterrazadas con fines agrícolas que han visto reducidas drásticamente sus pendientes.

Al igual que ocurría en la unidad anterior, la propia naturaleza de la filita excluye un contacto lítico dentro de los primeros 25 cm. del perfil del suelo, lo que unido a su carácter carbonatado y al continuo rejuvenecimiento del perfil por erosión que impide el desarrollo de cualquier horizonte de diagnóstico, a excepción del ócrico superficial, hace que sus suelos se clasifiquen como Regosoles calcáricos.

Los afloramientos cuarcíticos, mucho menos abundantes que en la unidad anterior, se presentan también fuertemente erosionados y su mayor resistencia, en comparación con las filitas, hace que sus suelos se vean fuertemente limitados en profundidad y no sobrepasen los 25 cm. de profundidad, por lo que entran en la categoría de Leptosoles eútricos. Estos Leptosoles los podemos encontrar también asociados a los escasos afloramientos calizos y dolomíticos presentes en esta unidad.

En cuaquier caso, los Leptosoles no suelen alcanzar el 20% de la superficie total de la unidad, por lo que ésta vendrá definida por Regosoles calcáricos con inclusiones de Leptosoles eútricos.

UNIDAD 27.- Ie/ (Bk) / (Rc)

Se localiza al Sureste de la zona de estudio, repartida en forma de pequeñas manchas en las que afloran calizas y dolomías, ocupando numerosos cerros, de entre los que cabe destacar el Castillo, Collado de la Mora, Cerro de las Yeseras, etc.

Paisajísticamente, se trata de una unidad fuertemente erosionada, cubierta por un tomillar xerofítico y en la que son extremadamente abundantes los afloramientos rocosos.

La gran mayoría de sus suelos se caracterizan por presentar un contacto lítico dentro de los primeros 25 cm., por lo que se encuadran en la categoría de Leptosoles eútricos, ya que están completamente saturados. Junto a los Leptosoles, también se ha podido detectar la presencia de Regosoles calcáricos y Cambisoles cálcicos, asociados a las áreas más protegidas que quedan entre los afloramientos rocosos y, más frecuentemente, a los coluvios en los que, en ocasiones, se aprecia el desarrollo de un horizonte cámbico.

Tanto Regosoles como Cambisoles son muy minoritarios y estimamos que, en conjunto, no llegan a sobrepasar el 10% de la su-

perficie total de la unidad, por lo que vendrà definida por Leptosoles eùtricos con inclusiones de Regosoles eùtricos y Cambisoles eùtricos.

Manto de Lújar.-

Està constituido por materiales calizos y dolomiticos con intercalaciones de filitas. En este caso, ambos grupos de materiales no se pueden separar en el espacio, por lo que la diferenciaciòn de las unidades edàficas que aparecen en èl no està basada en la naturaleza del material, sino en la forma de presentarse èste, es decir, como material "in situ" o en forma de coluvios.

UNIDAD 28.- I●/Rc/ (Bk)

Se sitùa al Sureste de la zona de estudio, en los parajes conocidos como Lobera, Cabañuela y Loma del Peñòn Blanco, que se distribuyen entre 1.000 y 1.600 m. de altitud.

Se desarrolla sobre el material "in situ" y la vegetaciòn està constituida por un matorral xeròfilo de escasa cobertura, acompañado, en las zonas donde la profundidad del suelo lo permite, de pinos de repoblaciòn. Las pendientes son muy variadas de forma que, superficies màs o menos llanas, alternan con otras que superan el 20% de inclinaciòn.

Al igual que las unidades anteriores, se presenta fuertemente erosionada con fuerte predominio de afloramientos rocosos, lo que hace que gran parte de sus suelos presenten un contacto lìtico dentro de los primeros 25 cm. y que se clasifiquen como Leptosoles eùtricos. El perfil 26 es un representante de este tipo de suelo y se caracteriza por un epipedòn òcrico de espesor variable de textura franco-limosa y estructura en bloques subangulares; estas caracterìsticas, unidas a la descarbonataciòn parcial del mismo, nos inducen a pensar que el actual epipedòn òcrico es un resto del primitivo horizonte cámbico que debiò formarse sobre estos materiales y que, en la actualidad, se circunscribe a las pequeñas concavidades que quedan entre los afloramientos rocosos.

Junto a los Leptosoles y asociados a los afloramientos de filitas, se desarrollan Regosoles calcàricos de caracterìsticas semejantes a los de las unidades anteriores. Estos Regosoles vienen caracterizados por el perfil 25, en el que se puede apreciar que la filita se encuentra enterrada por un pequeño derrubio calizo, que constituye el horizonte A; està constituida, fundamentalmente, por limo, con muy escaso contenido en hierro libre y todo el perfil se encuentra fuertemente carbonatado. En estos suelos es donde se han implantado la mayor parte de los pinos de repoblaciòn que se han introducido en la unidad.

En las zonas màs protegidas de los materiales calizos y dolomíticos, se puede detectar la presencia de autènticos Cambisoles càlcicos, en los que la roca se suele presentar dentro de los primeros 50 cm., por lo que tendrían el calificativo de lèpticos.

Tanto los Leptosoles eùtricos como los Regosoles calcàricos, màs los primeros, ocupan una superficie que excede del 20% de total de la unidad, mientras que los Cambisoles càlcicos son minoritarios y apenas alcanzan el 10%. Por lo tanto, esta unidad vendrà definida por una asociaciòn de Leptosoles eùtricos y Regosoles calcàricos con inclusiones de Cambisoles càlcicos.

UNIDAD 29.- Rc/ (Bk) / (Ie)

Se localiza al Sureste de la zona de estudio y Norte de Laujar, en alturas comprendidas entre 1.000 y 1.400 m.

Se forma sobre materiales coluviales del Manto de Lùjar y su vegetaciòn està constituida por un matorral heliòfilo de baja cobertura que, en ocasiones, ha sido substituido por pinares de repoblaciòn. Las pendientes son variadas y, junto a àreas que no sobrepasan en 15% de inclinaciòn, existen otras que superan el 30%.

Dada la naturaleza del material, los suelos no presentan, por lo general, un contacto lìtico o paralìtico dentro de los primeros 25 cm., lo que, unido a la riqueza en material fino, hace que sean muy escasos los suelos con caracter lèptico. Unicamente en las zonas marginales de esta unidad, en contacto con la unidad 28, el coluvio muestra una escasa potencia y los suelos pueden entrar en la categoria de Leptosoles o, al menos, adquirir el caràcter lèptico

En general, el coluvio se muestra muy uniforme en profundidad, con colores que varian del pardo al pardo rojizo, muy rico en limo y arcilla, muy rico en hierro libre y carbonatado en toda su profundidad, aunque màs en superficie. Todas estas caracterìsticas nos indican que, probablemente, procedan de antiguos Cambisoles cròmicos que debieron formarse en el seno de la unidad 28, en la que aùn quedan vestigios protegidos entre las grietas de la roca, pero que no entran en la definiciòn de la unidad por su escasa representatividad.

En la actualidad, el coluvio aparece indiferenciado y no se observa en èl la intervenciòn de un proceso de meteorizaciòn lo suficientemente intenso como para que dè lugar a un horizonte càmbico, por lo que se encuadran en la categoria de Regosoles calcàricos, que vienen representados por el perfil 24. No obstante, no se puede excluir la existencia de autènticos Cambisoles

cálcicos, en los que se aprecie, bien morfológica o bien analíticamente, la presencia de un horizonte cámbico.

En las zonas de contacto con la unidad 23, se puede observar la existencia de Regosoles calcáricos, en los que el coluvio calizo entierra a la filita. Es el caso del perfil 23, en el que se distingue una clara discontinuidad entre ambos materiales y todo él se presenta fuertemente carbonatado.

Basándonos en todo lo expuesto anteriormente, esta unidad vendrá definida, fundamentalmente, por Regosoles calcáricos con inclusiones de Leptosoles eútricos, con tendencia a concentrarse en las zonas marginales en contacto con la unidad 23, y Cambisoles cálcicos en zonas de coluvio, donde la escasa pendiente o la densidad de vegetación permiten el desarrollo de un horizonte cámbico.

Manto del Mulhacén.-

Dentro de este Litosistema carbonatado, está representado por los mármoles de las unidades de Laroles y Mairena, que se reparten en forma de manchas aisladas en el contacto con el Complejo Alpujárride. En este tipo de materiales, se ha diferenciado una única unidad de suelos que a continuación pasamos a describir.

UNIDAD 26.- Ie/ (Bc) / (Rc)

Como ya hemos mencionado, se trata de una unidad desarrollada sobre mármoles y distribuida en forma de pequeñas manchas.

Al igual que las unidades anteriores del Litosistema carbonatado, su característica más patente es la fuerte erosión que la afecta y que hace que, en la actualidad, esté dominada por afloramientos rocosos, en los que la mayoría de los suelos presentan un contacto lítico dentro de los primeros 25 cm. Unicamente entre las grietas de las rocas se conservan restos de suelos con mayor potencia y en los que se observa una evolución relativamente intensa.

Estos suelos más evolucionados están representados por el perfil 57 y se trata de un Cambisol crómico de color pardo rojizo en superficie a rojo amarillento en profundidad, que se forma directamente sobre el mármol. Todo él se presenta decarbonatado, rico en arcilla y en hierro libre, con una estructura en bloques angulares que pasa a grumosa en superficie y casi completamente desaturado. El conjunto de estas propiedades nos indica que se trata de restos de antiguos Cambisoles crómicos, formados en un período húmedo y que en su día debieron cubrir la superficie ocupa-

da por estos materiales; posteriores procesos erosivos desmantelaron estos suelos y, en la actualidad, sólo se conservan restos del primitivo horizonte cámbico protegidos entre las grietas de los mármoles y sobre el que se está formando un horizonte Ah, que toma coloraciones pardas por efecto de la incorporación de materia orgánica.

Sobre estos materiales también se puede detectar la presencia de Cambisoles cálcicos, caracterizados por el perfil 33, y en los que la decarbonatación es únicamente parcial, presentando el suelo un menor contenido en hierro libre; muestra un horizonte cálcico, que coincide con el Bw2 y en el que son abundantes los nódulos calcáricos y restos de un pequeño encostramiento laminar. Este tipo de suelo es muy puntual, aunque, en cierto modo, representa a los Cambisoles cálcicos que se pueden encontrar en este Litosistema carbonatado.

En las zonas de coluvios también se puede detectar la presencia de Regosoles calcáricos semejantes a los del perfil 24 de la unidad 29.

Pasándonos en la abundancia de todos estos tipos de suelos, la unidad vendrá definida por Leptosoles eútricos con inclusiones de Cambisoles crómicos y Regosoles calcáricos; los Cambisoles cálcicos no llegan a ocupar el 5% de la superficie total de la unidad y, de ahí, que no se consideren en su definición.

Dentro de este Litosistema carbonatado, hemos incluido también unos pequeños afloramientos de micasquistos del Complejo Alpujárride, que se sitúan entre los Barrancos de Langosta y del Castillo, en los que, si bien el material original no contiene carbonatos, los suelos presentan frecuentemente reacción positiva al ClH, como consecuencia de la contaminación de los materiales carbonatados circundantes. Sobre ellos hemos diferenciado la unidad 25.

UNIDAD 25.- Rc/Re/ (Bk) / (Be)

Se trata de una unidad muy escasamente representada, de aspecto alomado y sin fuertes acarcavamientos, cuya fisionomía está condicionada por una densidad de vegetación relativamente alta, constituida por un retamal en el que domina <u>Genista cinerea.</u> Las pendientes más frecuentes oscilan en torno al 20% de inclinación.

Se presenta como una unidad fuertemente erosionada, pero en la que los suelos sobrepasan siempre los 25 cm. de profundidad, aunque no suelen desarrollar mas epipedón que un ócrico superficial, por lo que se clasifican como Regosoles. En zonas donde la vegetación natural es más densa o donde se reducen las pendien-

tes, se puede llegar a formar un horizonte cámbico que da al suelo la categoría de Cambisol.

Tanto los Regosoles como los Cambisoles se pueden presentar carbonatados o no carbonatados, en función de que el proceso de contaminación les afecte o no. Este hecho, unido a la abundancia de cada tipo de suelo, nos ha llevado a definir la unidad como una asociación de Regosoles calcáricos y Regosoles eútricos, con inclusiones de Cambisoles cálcicos y Cambisoles eútricos.

UNIDAD 31.- Jc

En esta unidad se incluyen los suelos formados sobre los depósitos aluviales que constituyen las pequeñas vegas y ramblas en los ríos Paterna y Andarax, a su paso entre los materiales del Complejo Alpujárride. Se trata de una unidad de Fluvisoles calcáricos, cuyas características morfológicas son semejantes a las de los suelos de la unidad 30, con la única diferencia de que aparecen carbonatados.

CAMBISOL CROMICO

LEPTOSOL EUTRICO

REGOSOL CALCARICO

REGOSOL CALCARICO

LAMINA VII.- Unidades y suelos más representativos de la Climofacies carbonatada supra-mesomediterránea.

8. CONCLUSIONES

1.- La mayor parte del área estudiada aparece ocupada por materiales metamórficos del Complejo Nevado-Filábride en el que micasquistos y cuarcitas son las rocas dominantes, acompañadas de reducidos afloramientos de rocas ultrabásicas y mármoles de forma puntual. El sector suroriental constituye el dominio del Complejo Alpujárride, cuyos materiales son fundamentalmente de caracter carbonatado: calizas, calizo-dolomias y filitas son los más abundantes y en menor proporción mármoles, esquistos y cuarcitas.

La amplitud altitudinal, longitud geográfica y orientación de las vertientes principales, determinan una gran heterogeneidad climatica. La vertiente sur es más térmica y húmeda como consecuencia de la influencia directa del mediterráneo; mientras que la norte presenta una acusada continentalidad.

La distribución de las precipitaciones muestra un comportamiento irregular en ambas vertientes del macizo variando en función de la longitud geográfica; así, mientras que en la vertiente septentrional disminuye gradualmente hacia el este, en la meridional se incrementa en la misma dirección, lo que sugiere que una parte importante de la humedad en esta última, tiene su origen en precipitaciones de tipo orográfico asociadas a frentes cálidos y húmedos procedentes del Mediterráneo.

Si bien estos cambios climáticos no modifican el régimen de humedad que es Xérico en toda la zona estudiada, si lo hacen con el de temperatura que pasa gradualmente de Mésico a Frigido y Crico en función de la cota altitudinal y sus límites varian igualmente en base a la vertiente, disminuyendo en la septentrional.

En relación al relieve, el área estudiada presenta un desnivel máximo de 2.200 m., con una cota mínima a 720 m. y una máxima a 2.920 m.. Más del 93% de su superficie corresponde a terrenos moderadamente escarpados y escarpados con neto predominio de los segundos. En su modelado, se detecta la presencia de dos sistemas morfoclimáticos diferentes: Mediterráneo y Periglaciar; este último con formas antiguas y actuales y en ambos casos, sus efectos son mucho más patentes en la vertiente meridional, lo que sugiere una mayor efectividad del par hielo deshielo asociada a la mayor termicidad de esta vertiente.

Con respecto a la vegetación, la complejidad ecológica del macizo determina la existencia de tres pisos bioclimáticos, y cinco series de vegetación climatófilas. Por otra parte, la fuerte presión antrópica que ha padecido la zona, es la responsable de la relativa escasez de comunidades climácicas que aparecen sustituidas por sus etapas subseriales o más frecuentemente, por las seriales.

2.- Existe toda una gradaciòn en la influencia que estos factores formadores tienen en el proceso de diferenciaciòn cuantitativa de los suelos. Roca y/o clima son los que inducen una mayor diversidad, aunque no siguen un comportamiento fijo y esta depende de la naturaleza del cambio introducido; por lo que en ocasiones, la variaciòn conjunta de los dos factores formadores puede dar lugar a suelos màs semejantes entre si que cuando se modifica uno solo de ellos, ya que los cambios producidos por el uno se pueden ver compensados por los del otro. A igualdad de roca y clima, serán los demàs factores formadores los responsables de la diversidad de los suelos, aunque en este caso en un grado generalmente inferior.

3.- Partiendo del factor de mayor influencia en la diversificaciòn cuantitativa de los suelos, hemos establecido un sistema de sectorializaciòn progresiva del territorio que permite el establecimiento de conclusiones en cada nivel del mismo. En el caso que nos ocupa, consideramos a la roca como el factor de mayor influencia en las caracteristicas y grado de diferenciaciòn de los suelos, denominando LITOSISTEMA a este primer nivel de diferenciaciòn. El segundo nivel lo constituyen las CLIMOFACIES, resultado de la interacciòn de una roca y un clima determinados y, el último nivel, corresponde a las UNIDADES DE SUELOS en que se divide cada climofacies.

La sobreimposiciòn de los pisos bioclimàticos a la cartografia de unidades edàficas obtenida mediante este sistema de sectorializaciòn, enriquece la informaciòn cartogràfica sin complicarla excesivamente, al aportar informaciòn adiccional sobre los distintos Ecotopos Potenciales presentes en el territorio y, por tanto, un conocimiento màs claro y preciso sobre el contenido y valor ecològico de cada una de las unidades cartografiadas.

4.- El diferente grado de similitud observado entre las muestras analizadas, nos llevò a diferenciar en el territorio tres LITOSISTEMAS: ACIDO, ULTRABASICO y CARBONATADO.

En todos ellos, los procesos zonales que rigen la gènesis de sus suelos son: acumulaciòn de materia orgànica y meteorizaciòn. El escaso incremento del valor medio de la relacciòn Fe libre/ Fe total en el seno de los horizontes Bw en comparaciòn con los C, indican la escasa entidad de los procesos de meteorizaciòn quimica, los cuales tienden a elevar el valor medio del pH y a uniformizar la textura y los valores de capacidad de cambio de los suelos, al tiempo que incrementan el calcio de cambio en detrimento del magnesio. La erosiòn altera esta dinàmica en el seno de los horizontes A, donde hierro y arcilla parece ser que migran conjuntamente en el perfil.

5.- En el Litosistema Acido, la amplitud altitudinal y la orientaciòn de sus vertientes principales, determinan patentes variaciones en las caracteristicas de los suelos.

Los cambios que se producen con la altitud, se traducen en una ralentizaciòn progresiva de los procesos de meteorizaciòn quimica y un predominio de la meteorizaciòn fisica; lo que conduce a un incremento en los valores medios de limo, carbono orgànico y relaciòn C/N y, paralelamente, una disminuciòn en los valores medios de arcilla, bases de cambio, pH y grado de saturaciòn de los suelos. Arena, capacidad de cambio y relaciòn Fe libre/ Fe total, muestran una distribuciòn irregular con la altitud.

Por otra parte, los cambios climàticos en funciòn a la vertiente, dan lugar a un claro incremento de los valores medios de pH, carbono orgànico, relaciòn C/N, arcilla, limo, capacidad de cambio, suma de bases, grado de saturaciòn e incluso, la relaciòn Fel/FeT en los suelos de la vertiente norte. Estas variaciones, si bien por una parte estan de acuerdo con las diferencias climàticas de ambas vertientes; por otra, reflejan un mayor grado de evoluciòn de los suelos de la vertiente septentrional.

En general, los suelos presentan una tendencia a incrementar los valores de pH y grado de saturaciòn conforme disminuye su nivel de evoluciòn, al tiempo que son màs pobres en carbono orgànico y su textura se hace màs gruesa.

Estos cambios en el clima y en las caracteristicas de los suelos, llevan aparejados cambios en la naturaleza de la vegetaciòn, que aparece representada por cuatro series climatòfilas, en funciòn al piso bioclimàtico y ombroclimas.

El conjunto de variaciones que se producen en los distintos paràmetros de los suelos, son cuantitativamente màs acusadas a partir del piso oromediterràneo y las diferencias de sus valores medios, con respecto a las de los pisos supra y mesomediterràneo, mucho màs significativas; lo que unido a los resultados del anàlisis de similaridades, nos llevò a la divisiòn de este litosistema en dos climofacies: ACIDA OROMEDITERRANEA y ACIDA SUPRAMESOMEDITERRANEA.

6.- La climofacies àcida oromediterrànea se localiza por encima de los 1.900-2.000 m. y sus suelos presentan en general un caracter districo.

En ella, la ralentización en los procesos de meteorización química con la altitud, se traduce en la desaparición del horizonte Bw a partir de la cota 2.300-2.400 m. y en la disminución gradual del espesor del horizonte orgánico mineral, lo que trae consigo toda una gradación en la tipología de sus suelos que varían desde Cambisoles dístricos y úmbricos, en las cotas inferiores de la climofacies, a Leptosoles dístricos y úmbricos en las más elevadas. En muchos casos la presencia del epipedon úmbrico está limitada por el color oscuro de la roca.

Respecto a sus suelos, únicamente las variaciones impuestas por el proceso de acumulación de materia orgánica son significativas, mientras que no lo son aquellas inducidas por los procesos de meteorización química, lo que confirma la escasa intensidad de los mismos.

Dentro de esta climofacies y por condicionamientos microclimáticos, hemos separado dos sectores que escapan a la dinámica general de la misma; son los sectores de cumbres e hidromorfo. En el primero, los suelos se caracterizan por un fuerte incremento de los valores de pH, bases de cambio y grado de saturación, al parecer asociado a la acción de los fuertes vientos que determinan una casi total ausencia de lavado y los suelos adquieren de esta forma un caracter eútrico. En el sector hidromorfo, los suelos presentan una mayor profundidad, un incremento significativo en carbono orgánico, nitrógeno, arcilla, limo y capacidad de cambio, y una patente disminución del pH, bases de cambio y grado de saturación; al tiempo que sus horizontes Bg incrementan considerablemente el contenido en hierro libre.

El conjunto de variaciones macro y microclimáticas, unido al proceso de erosión que no afecta por igual a toda la climofacies, nos ha llevado a diferenciar dentro de ella 9 unidades de suelos, en las que las tipologías se distribuyen entre Leptosoles dístricos, eútricos y úmbricos, Regosoles dístricos y eútricos, Cambisoles dístricos y úmbricos, Gleysoles dístricos y úmbricos, y Rankers; estos últimos, consideramos que no debían haber sido suprimidos en la nueva clasificación de la FAO (1985)

Con respecto a la vegetación, en el contexto general de esta climofacies se observa una patente relación entre las características de los suelos y la vegetación que los ocupa; así, mientras que en el sector aireado dominan las diferentes etapas de la serie del Genisto baeticae-Juniperetum nanae S. y se detecta un cierto paralelismo entre dichas etapas y el grado de evolución de los suelos, en el sector hidromorfo la serie climatófila aparece sustituida por una serie edafófila en la que dominan prados y herbazales y en el sector de cumbres

por una comunidad basòfila que, a nuestro juicio, no deberia ser considerada como una etapa de degradaciòn de la serie climatòfila sino como una serie edafòfila.

7.- La climofacies acida supra-mesomediterrànea, se situa por debajo de la cota 1.900-2.000 m. y sus suelos presentan un caracter eùtrico. La vegetaciòn està representada por las series: Adenocarpo decorticantis-Querceto rotundifoliae S. y la Adenocarpo decorticantis-Querceto pyrenaicae S., esta ùltima restringida a los enclaves de mayor humedad.

La intensidad de los procesos de meteorizaciòn y acumulaciòn de materia orgànica, permiten en toda ella el desarrollo de un horizonte cambico y/o la formaciòn de un epipedon mòllico, siendo los procesos de erosiòn y la actividad antròpica los que limitan el desarrollo de los mismos. Sus suelos varian desde Leptosoles, Regosoles y Antrosoles a Cambisoles y Phaeozems. Otros suelos presentes en la misma son los Fluvisoles, asociados a zonas de vega y ramblas y los Luvisoles, relictos de èpocas climàticas distintas de las actuales.

En el seno de los perfiles, las diferencias màs significativas vienen impuestas por el proceso de acumulaciòn de materia orgànica, mientras que las asociadas a los procesos de meteorizaciòn, siguen sin ser significativas.

El proceso de ilimerizaciòn impone diferencias altamente significativas en los contenidos medios de arcilla de los horizontes Bt, respecto a los demas tipos de horizontes.

La actuaciòn diferencial de todos estos procesos nos ha inducido a dividir esta climofacies en un total de trece unidades de suelos, cuyas tipologias son: Leptosoles eùtricos, Regosoles eùtricos, Cambisoles eùtricos, Phaeozems hàplicos, Luvisoles cròmicos, Fluvisoles eùtricos, Anthrosoles àricos y, de forma puntual, Phaeozems lùvicos y Alisoles hàplicos.

La mayor degradaciòn de esta climofacies, hace muy dificil establecer equivalencias entre la evoluciòn de los suelos y la vegetaciòn que soportan; no obstante, resulta bastante evidente la relacciòn que existe entre las caracteristicas de las superficies geomòrficas sobre las que se desarrollan los suelos y la vegetaciòn que los ocupa.

8.- Del estudio de la fracciòn orgànica en el litosistema àcido, podemos deducir que sus caracteristicas estan intimamente asociadas a la naturaleza de los restos vegetales aportados al suelo: asi como a las propiedades de este y condiciones climàticas en que se desarrolla.

Dentro de unas caracteristicas de clima y suelo constantes, si comparamos la vegetación de pinar y encinar, esta última es la que da lugar a unos compuestos húmicos màs evolucionados, mientras que si comparamos pinar y piornal no podemos afirmar que uno de lugar a una materia orgànica màs evolucionada que el otro.

Con la edad, la materia orgànica formada bajo pinares tiende a incrementar su contenido en compuestos hùmicos de bajo tamaño molecular, y estos, a elevar su proporción en cadenas alifàticas y grupos OH, al tiempo que disminuye su contenido en nitrògeno y se enriquecen en hidrògeno; caracteristicas que los hacen màs reactivos y solubles, con lo que intensifican su capacidad de acomplejar al hierro y lavarlo dentro del perfil.

En el estudio mineralògico de la fracción arcilla, el aspecto màs destacado es la gran uniformidad que presentan todas las muestras estudiadas en las que las micas son los minerales màs abundantes, seguidos de caolinita y clorita

9.- El litosistema ultrabàsico se restringe al piso oromediterràneo, por lo que en èl està representada una sola climofacies, la ULTRABASICA OROMEDITERRANEA.

Su escasa extensión nos ha inducido a estudiarlo a modo de toposecuencia en la que sus suelos van desde Leptosoles eùtricos, en las zonas altas y erosionadas a Regosoles eùtricos en la base de la catena, , pasando por Cambisoles cròmicos en mitad de ladera.

La vegetación es muy similar a la de la climofacies acida oromediterrànea, aunque los piornales aparecen muy enriquecidos en elementos basòfilos como Erinacea anthyllis, Juniperus sabina y Jurinea humilis.

La actividad minera en esta climofacies, ha motivado su división en dos unidades de suelos: una que representa la evolución zonal caracterizada por los suelos de la catena y otra en la que se agrupan los Anthrosoles ùrbicos.

10.- El litosistema carbonatado se localiza bàsicamente en el piso mesomediterràneo y un pequeño sector del mismo alcanza el supramediterràneo; por lo que aparece representado por una sola climofàcies: la CARBONATADA SUPRAMESOMEDITERRANEA.

Toda ella se presenta intensamente erosionada y las caracteristicas de sus suelos estan directamente relacionadas con las del material de partida, por lo que su división en unida-

des de suelos, se ha realizado tomando como base los distintos mantos geològicos.

Sobre filitas se desarrollan invariablemente Regosoles calcàricos; mientras que sobre dolomias y calizas, materiales màs competentes, la diversidad es mayor y va desde Leptosoles eùtricos en las àreas màs erosionadas, a Regosoles calcàricos en las zonas de coluvios, pasando por Cambisoles càlcicos en aquellos puntos donde la erosiòn ha sido menos intensa. Sobre màrmoles, ademas de los anteriores, se ha detectado la presende Cambisoles cròmicos; tambien se pueden encontrar Regosoles y Cambisoles eùtricos asociados a los afloramientos cuarciticos que salpican esta climofacies.

Se ha dividido en siete unidades caracterizadas por distintas combinaciones cuali y cuantitativas de los suelos anteriores, màs una que engloba a los Fluvisoles calcàricos, correspondiente a los depòsitos aluviales que constituyen las zonas de vega y ramblas.

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, J.; FERNANDEZ, J. Y SIERRA, C. (1986).
Algunos problemas de clasificaciòn en suelos de Sierra Nevada. Anal. Edaf. y Agrobiol. XLV. (5-6): 565-576.

AGUILAR, J.; SIMON, M.; FERNANDEZ, J.; DELGADO, G.; GIL, C., MARAÑES, A. Y MEDINA, J. (1986).
Mapa de suelos de Berja a E= 1:100.000. Public. Min. Agric. Pesca y Alim. Proyecto LUCDEME. Madrid, 191 p.

AGUILAR, J.; SIMON, M.; FERNANDEZ, J.; GIL, C. y MARAÑES, A.(1986)
Mapa de suelos de Aldeire a E= 1:100.000. Public. Min. Agric. Pesca y Alim. Proyecto LUCDEME. Madrid, 230 p.

AGUILAR, J.; SIMON, M.; FERNANDEZ, J.; GIL, C. y MARAÑES, A.(1987)
Mapa de suelos de la cuenca del rio Adra a E= 1:50.000. Proyecto LUCDEME. (en prensa)

AGUILAR, J; VARO ALCALA, J Y MORALES TORRES, C. (1972).
Estudio de las turberas del Barranco de San Juan (Sierra Nevada). Trab. Depto. Bot. Univ. de Granada, 1: 7-20.

ALDAYA, F. (1969).
Los mantos Alpujàrrides al sur de Sierra Nevada. Tesis Doctoral Univ. de Granada, 527 p. (inèd.)

ALIAS, J.L. Y PEREZ PUJALTE, A. (1968).
Los suelos del piso montano superior y alpino de la ladera sur del Mulhacem (Sierra Nevada). Anal. Edaf. y Agrobiol, 27.

ALMENDROS MARTIN, G. (1981).
Composiciòn y propiedades de la materia orgànica de las principales turberas españolas. Tesis Doctoral Univ. Comp. Madrid. Ed. UCM 125 p.

AUBERT, G. Y BOULAINE, J. (1986).
La Edafologia, El suelo en el que vivimos. Biblioteca de Divulgaciòn Cientifica, po 125-133. Madrid.

AZEVEDO, M.L. (1982).
Ectomicorrizas del Pinus pinaster Sol. ex Ait. Boletin de la Estaciòn Central de Ecologia, 11 (22): 37-42.

BARAHONA FERNANDEZ, E. Y SANTOS FRANCES, F. (1977).
Mapa de suelos de la provincia de Granada a E= 1:400.000. (inèd.).

BARAHONA FERNANDEZ, E. Y LINARES GONZALEZ, J. (1979).:
Sobre la coexistencia de los procesos edàficos y geomorfològicos. Anal. Edaf. y Agrobiol. XXXVIII. (11-12): 2039-2046.

BARAHONA, E.; DELGADO CALVO-FLORES, R. Y LINARES, J. (1982).:
Estudio de las caracteristicas del sistema edàfico de Sierra Nevada mediante anàlisis factorial. Anal. Edaf. y Agrobiol. XLI, (3-4): 427-444.

BARAHONA, E. (1984).:
Determinaciones analiticas en suelos. Normalizaciòn de mètodos IV. Determinaciòn de carbonatos totales y caliza activa (Grupo de Trabajo de Normalizaciòn de Mètodos Analiticos). En: Actas del Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Madrid, I: 53-67.

BARRY, R.G. Y CHORLEY, R.J. (1985).
Atmosfera, Tiempo y Clima. Ed. Omega (4a Edic). Barcelona, 500 p.

BERTRAND, G. (1970)
Ecologie de lèspace gèographique. Recherches pour une science du paysage. Societè de Biogeographie, Transcripciòn sesiòn del 19 de Diciembre de 1969. pp 195- 205.

BOLUDA HERNANDEZ, R.; MOLINA DONATE, M.J. Y SANCHEZ DIAZ, J. (1984).
Definiciòn y metodologia de Unidad de Paisaje. Importancia de la Geologia Ambiental en su descripciòn. Comunicaciones I Congreso Espanol de Geologia. Segovia. I:611-621.

BRAUN BLANQUET, J. (1979).:
Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ed. H. Blume, Madrid. 820 p.

BRAY, R.H. Y KURTZ, L.T. (1945).
Determinatiòn of total organic and available phosphorus in soils. Soil. Sci. 59.

BROWN, L.F. et al. (1971).:
Resource capability units; Their utility in land and water use management, wiht examples from the Texas coastal zone. Bureau Econ. Geol. Circular 71-1. Univ. of Texas at Austin, 22 p.

BRUNTON, G. (1955).
Vapour Glycolation. Am. Miner, 40:124-126

BUOL, S.W.; HOLE, F.D. Y McKRAKEN, R.J. (1973).
Soils Genesis and Classficatiòn. The Iowa State. Univesity Press. Amer, 417 p.

CASTILLO, A. (1984).
El clima en Sierra Nevada. En Martin Montero, M. y otros (Plan Especial de protecciòn del macizo de Sierra Nevada. (inèd.)

CATALA DE ALEMANY, (1986).
Diccionario de meteorologia. Ed. Alhambra, 270 p.

CENDRERO, A. (1980).:
Bases doctrinales y metodològicas. Ponencias de la I Reuniòn de Geologia Ambiental y Ordenaciòn del Territorio. Santander, pp 1-62

CHRISTIAN, C.S. (1957).
The concept of Land Units and Land Systems. Proc. 9th. Pacific Sci. Congr. 20, pp 74-87

CHRISTIAN, C.S. Y STEWART, G.A. (1952).
Sumary of General Report on Survey of Katherine-Darwin Region., 1946. (C.S.I.R.O. Australia). Land Research Series , 1 , p.24

CHRISTIAN, C.S. Y STEWART, G.A. (1968).
Methodology of Integrated Survey. Aerial Surveys and Integrated Studies , Proc. of The Toulouse Conf. (UNESCO), Paris, 233-280.

CLAVER FARIAS, I. (1982).:
Guia para la elaboraciòn de estudios del medio fisico: Contenido y metodologia. CEOTMA. Madrid. 572 p.

COOKE, R.U. Y DOORNKAMP, J.C. (1974).:
Geomorphology in Enviromental Management. Clarendon Press. Oxford. 413 p.

C.S.I.C. (1966).
Mapa de suelos de España a E= 1:1000.000. C.S.I.C. Madrid.

CURRAS, R. Y GUARA, M. (1987).
La acciòn del viento sobre la distribuciòn microtopogràfica de las comunidades vegetales de las montañas pròximas al litoral levantino. Lazaroa, 7: 281-292.

DABIN, B. (1971).
Etude d'une mèthode d'estraccion de la matière humique du sol. Sci. du Sol, 1:47-63.

DE MIRO I ORELL, J. Y DOMINGO I MORATO, M. (1985).:
Breviario de Geomorfologia. Colecciòn Opera Geogràfica Minora, 2. Ed. Oikos-Tau. Barcelona, 141 p.

DELGADO CALVO-FLORES, R. (1977).
Balance geoquimico de las alteraciones superficiales en el Barranco Hondo (Sierra Nevada). Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias, Univ. de Granada, 233 pp.

DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E. Y LINARES, J. (1979a).
Los suelos del Barranco Hondo (Sierra Nevada). (I). Tipologias y factores formadores. An. Edaf. y Agrobiol. XXXVIII: 1543-1548.

DELGADO CALVO-FLORES, R.; HUERTAS, F. Y LINARES, J. (1979b).
Los suelos del Barranco Hondo (Sierra Nevada). (II). Estudio geoquímico.An.Edaf. y Agrobiol. XXXVIII: 1549-1555.

DELGADO CALVO-FLORES, R. (1980)
Edafología y geoquímica de las alteraciones superficiales en la cuenca alta del río Dílar. Tesis Doctoral Univ. de Granada, 668 p. (inèd.).

DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. Y LINARES, J. (1981).
Cuantificaciòn de la meteorizaciòn química de una cuenca de Sierra Nevada. Est. Geol, 37:329-335

DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E. Y LINARES, J. (1982a)
Factores formadores de los suelos en la cuenca del río Dílar. (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol. XLI. (1-2): 21-38

DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E. Y LINARES, J. (1982b).
Distribuciòn de los suelos en la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol. XLI. (1-2): 39-58.

DELGADO CALVO-FLORES, R.; BARAHONA, E. Y LINARES, J. (1982c).
El relieve como factor formador de los suelos de Sierra Nevada. An. Edaf. y Agrobiol. XLI. (3-4): 447-474

DELGADO, R.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. Y LINARES, J. (1982a).
Los mollisoles de la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol. XLI. (1-2): 59-82.

DELGADO, R.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. Y LINARES, J. (1982b).
Los inceptisoles de la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol. XLI. (1-2): 83-112.

DELGADO, R,; BARAHONA, E.; HUERTAS, F. Y LINARES, J. (1982c).
Los entisoles de la cuenca alta del río Dílar (Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol. XLI. (1-2): 113-131.

DELGADO CALVO-FLORES, R. Y ORTEGA BERNALDO DE QUIROS, E. (1984).
Edafoclimas de la vertiente sur-suroeste de la Sierra Nevada. An. Edaf. y Agrobiol. XLIII. (7-8): 987-1018

DELGADO CALVO-FLORES, R. Y SIMON TORRES, [illegible] (1984).
Los suelos de Sierra Nevada. Plan Especial de Protecciòn de Sierra Nevada. (Granada) (inèd.)

DELGADO RODRIGUEZ, M. Y DELGADO CALVO-FLORES, R. (1984).
El tiempo como factor formador del suelo. Trab. recap. en An. Edaf. y Agrobiol. XLIII. (5-6): 959-982.

DELGADO CALVO-FLORES, G.; PARRAGA MARTINEZ, J.; SERRANO MOLINA, E. Y DELGADO CALVO-FLORES, R. (1985).
Los xerumbrepts bajo matorral de alta montaña de la vertiente sur de Sierra Nevada (Granada). An. Edaf. y Agrobiol. XLIV. (7-8): 1029-1044.

DENNES, B. Y GRAINGER, P. (1976).
The preparation of slope maps by the movil interval method. Area, 18: 213-219.

DERRRUAU, M. (1977).
Las formas del relieve terrestre. Versión castellana de M.L. Andrade Couce. Ed. Toray-Masson, Barcelona, 118 p.

DERRUAU, M. (1983).
Geomorfología. Ed. Ariel. Barcelona. 510 p, pp 197-222.

DIAZ DE FEDERICO, A. (1980)
Estudio geológico del Complejo de Sierra Nevada en la transversal del Puerto de la Ragua. (Cordillera Bética). Tesis Doctoral Univ. de Granada, (inédita).

DIAZ DE TERAN, J.R. (1985).
Estudio Geológico-Ambiental de la franja costera Unquera-Castro-urdiales (Catabria) y establecimiento de bases para su Ordenación Territorial. Tesis Doctoral Fac. de Geología Univ. de Oviedo. 761 p. (inédita).

DORADO,E; POLO, A. Y DEL RIO, J. (1972).
Caracterización de los ácidos húmicos por electroforesis y gel-filtración. An. Edaf. y Agrobiol. 31: 693-718.

DUCHAFOUR, P. (1963). Precis de Pedologie. Masson ed. Paris

DUCHAFOUR, P. (1968).
L'evolutions des sols. Essai sur la dynamique des profils. Masson Ed. Paris.

EGELER, C.G. Y SIMON, O.J. (1969)
Sur la tectónique de la Zone Bétique (Cordilleres Bétiques, Espagne). Verh. Kon. Ned. Akad. Wet. Afd. Nat., XXV: 5-90

ELIAS CASTILLO, F. Y RUIZ BELTRAN (1977).
Agroclimatología de España. Cuadernos del INIA. Madrid,7.

ETCHEVEHERE, P.H.; MURO, E.E. Y OLMOS, J.E. (1971).
Taxonomía numérica. Su aplicación en correlación de suelos. Rev. Ing. Agrop. (INTA), clima y suelo, VIII: 31-48.

FAO-UNESCO (1974).:
Soil Map of the World, E= 1:5.000.000. Vol. I: Legend. Roma.

FAO-UNESCO (1985).:
Soil Map of the World, E= 1:5.000.000. Revised Legend. Third Draft Roma.

F.A.O. (1977).
Guia para la descripciòn de perfiles de suelos. F.A.O. Roma.

GANDULLO, J.M. Y SERRADA, R. (1977).
Mapa de productividad potencial forestal de la España peninsular. Pub. del INIA. Madrid.

GARCIA FERNANDEZ, I. (1983).
Los suelos en el paisaje de la Alfaguara (Sierra de Alfacar). Tesis Doctoral de la Univ. de Granada, 378 p. (inèd.)

GARCIA FERNANDEZ, I.| SIMON TORRES, M. Y AGUILAR RUIZ, J. (1983)
Contribuciòn al estudio morfològico y evolutivo de los suelos desarrollados sobre coluvios calizos en clima xèrico. Anal. Edaf. y Agrobiol. XLII. (11-12): 1961-1976.

GARCIA FERNANDEZ, I. Y SIMON TORRES, M. (1984).
Influencia del factor antròpico en la evoluciòn de los suelos desarrollados sobre cuarcitas en clima xèrico. Anal. Edaf. y Agrobiol. XLIII. (3-4): 443-462.

GARCIA FERNANDEZ, I.| SIMON TORRES, M. Y POLO SANCHEZ, A. (1985a)
Influencia de la vegetaciòn sobre las caracteristicas de la materia orgànica de los suelos de la Alfaguara (Sierra de Alfacar-Granada). Anal. Edaf. y Agrobiol. XLIV. (1-2): 81-92.

GARCIA FERNANDEZ, I.| SIMON TORRES, M. Y POLO SANCHEZ, A.(1985b)
Aplicaciòn de un analisis multivariante a los suelos de la Alfaguara (Sierra de Alfacar-Granada). Anal. Edaf. y Agrobiol. XLIV. (7-8): 1045-1058.

GARCIA FERNANDEZ, I| SIMON TORRES, M. Y GIL DE CARRASCO, C. (1985c).
Contribuciòn al estudio de los suelos desarrollados bajo los encinares de la provincia de Granada. Anal. Edaf. y Agrobiol. XLIV (9-10): 1381-1399.

GARCIA FERNANDEZ, I.|GIL DE CARRASCO, C.|ORTEGA HUERTAS, M. Y SIMON TORRES, M. (1987).
Suelos desarrollados sobre peridotitas de Sierra Nevada (Granada) An. Edafol. Agrobiol. XLVI: 301-312.

GEHU, J.M. Y RIVAS MARTINEZ, S. (1981).:
Notions fundamentales de phytosociologie. Syntaxonomie, 1-55. J. Cramer Ed.

GIL DE CARRASCO, CISIMON TORRES, M.I VALLE TENDERO, F. Y AGUILAR RUIZ, J. (1986).
Aportaciones al conocimiento de las relaciones suelo-vegetaciòn en el Piso Oromediterràneo Nevadense. Monografias del ICONA, 47: 7-33

GOMEZ OREA, D. (1978).
El Medio Fisico y la Planificaciòn. Cuadernos del CIFCA, I-II. Madrid, 144 y 163 p.

GOMEZ OREA, D. (1983).
Metodologia general de un estudio de Medio Fisico aplicado al Planeamiento Territorial y Especial. Texto Conf. Curso sobre Planes Especiales de Protecciòn del Medio Fisico. Granada 1983.

GONZALEZ BERNALDEZ, F. (1973).: En "Estudio temàtico ecològico de la subregiòn de Madrid". Informe para COPLACO, Madrid, 350 pp

GONZALEZ BERNALDEZ , F (1976).:
Estudios ecològicos en Sierra Morena. ICONA. Monografias, 8. Ministerio de Agricultura. Madrid.

GONZALEZ BERNALDEZ, F.I MERINO,J. Y GARCIA NOVO, F. (1977)..
Distribuciòn de las especies de matorral en relaciòn con el pH del suelo en Sierra Morena. Anal. Edaf. y Agrobiol. XXXVI: 381-391

GONZALEZ BERNALDEZ, F. (1981)
Ecologia y Paisaje . H. Blume ed. Madrid.

GONZALEZ GARCIA, F. Y SANCHEZ CAMAZANO, M. (1968).
Differentiation of kaolinite from chloride by treatament whith dymetylsulfoxide. Clay Min. 7:447-451.

GUTIERREZ RIOS, E. Y MEDINA ORTEGA, A.M. (1946).
Procesos de erosiòn en Sierra Nevada. An. Inst. Esp. Edaf. Ecol. y Fis. Veg. 5: 257-276. Madrid.

GUTIERREZ RIOS, E. Y MEDINA ORTEGA, A.M. (1950).
Procesos de formaciòn de arcilla en Sierra Nevada. An. Edaf. y Fis. Veg. 19: 475-536.

HAYWWARD, E.W.I PIPER, C.S. Y JACKSON, R.K. (1973).
Soils and plant analysis. Interscience Publish. Inc. New York.

HENIN, S.I GRAS, R. Y MONNIER, G. (1972).
El perfil cultural. El estado fisico del suelo y sus consecuencias agronòmicas. Versiòn española de C. Roquero de Laburu y J. Garcia. Ed. Mundi-Prensa, 342 p. Madrid.

HERART, H. (1967).
La gènese des sols en tant que fhènomene gèologique. Esquisse d'une Gèologique et Gèochimique. Biostasie et Rhexistasie. Masson Ed. (2a Edic.), Paris, 177 p.

HILLS, G.A. (1961).
The ecological basis for land-use planning. Ontario Dept. of Lands and Forests, Research Report, 46, 57 p.

HILLS, G.A. (1970).
Developing a better enviroment. Ontario. Economic Council. Toronto

HILLS, G.A. Y PORTELANCE, R. (1960).:
The Glackmeyer report on multiple land-use planning. Ontario Dep. of Lands and Forest.

HOLMGREN, G. (1967).
A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 31: 210-211.

HOYOS DE CASTRO, A. Y MEDINA ORTEGA, A.M. (1951).
Sucesiòn de suelos en Sierra Nevada, en relaciòn con la altura sobre el nivel del mar. Anal. Edaf. y Fis. Veg. 10 (1): 19-50.

HOYOS, R. (1979).
Influencia de la materia orgànica en la gènesis de algunos suelos de Sierra Nevada. Tesis de Licenciatura, Fac. de Farmacia, Univ. de Granada.

IBAÑEZ MARTI, J.J. (1986).
Ecologia del paisaje y sistemas edàficos en el Macizo de Ayllòn. Colecciòn Tesis Doctorales 1/86. UCM Ed. 581 p.

IBAÑEZ MARTI, J.J.; GARCIA ALVAREZ, A. Y MONTURIOL RODRIGEZ, F. (1987)
Ecologia del paisaje: Propuesta de una metodologia para la prospecciòn del medio fisico en àreas de montaña mediterrànea. Com. III Reuniòn Nacional de Geologia Ambiental y Ordenaciòn del Territorio, Valencia, II: 1067-1084.

IGLESIAS CASADO, A. (1985).:
Repoblaciòn forestal en Sierra Nevada. En: Sierra Nevada y la Alpujarra. FERRER, M. (1985) II: 689- 699. Edit Anel. Granada.

IGME, (1983).
Mapa Geològico de España, escala 1:50.000. Aldeire, hoja topogràfica 1.028.

INOKO, A. Y TAMAI, M. (1977).
Estudies on soil humus with especial reference to its molecular weigth systems. Japan Agric. Res. Quaterly, 11 (11). Reprented JARJA, 9, 11: 30-35.

JANSA GUARDIOLA, J.M. (1969).
Curso de climatologia. Public. del Instituto Nacional de Meteorologia. N.19, 445 p.

JENNY, H. (1941).
Factor of soil formation. Ed. McGraw-Hill. New York.

JOURDAN, M. (1972).:
Carte ecologique de la regiòn du Saguenay-Lac-Saint Jean. Notice explicative. En: Enviroment Canada. Centre de Rech. For des Laurentides. Rap. Int. QFX-31 (3 vol.).

KONONOVA, M.M. Y (1961).
Soil Organic Matter. Pergamon Press. London, 450 pp.

KONONOVA, M.M. Y BEL'CHIKOVA, P. (1960).
Investigation of nature of soil humic substances. Soviet Soil Sci. 11:1149-1155.

KONONOVA, M.M. (1982).
Materia orgànica del suelo. Oikos-Tau. Barcelona, 365 p.

LABRANDERO, J.L. (1980).
Unidades naturales de la provincia de Guadalajara. Anal. Edaf. y Agrobiol. XXXIX (3-4): 551-562.

LEPORE, M. (1972).
Rubens. Prensa Española.

LONGLEY, R.W. (1967).
Temperatura increases under snow during a mild spell. Soil Sci. 104: 379-382.

LOUGHNAN, F.C. (1969).
Chemical weathering of de silicate minerals. Elsevier, New York.

LOZA QUINTANA, J.M.; MOLERO MESA, J. Y CASARES PORCEL, M. (1986).
El Paisaje Vegetal de Sierra Nevada. La Cuenca Alta del Genil. Serv. Public. Univ. de Granada, 285 p.

MARGALEF, R. (1981).
Ecologia. Planeta Ed. Barcelona.

MARTIN MONTERO, M. Y otros (1984).
Plan Especial de Protecciòn del Macizo de Sierra Nevada. Inèdito.

MARTIN VIVALDI, J.L. Y RODRIGUEZ GALLEGO, M. (1961).
Some problems in the identification of clay minerals in mixtures by X-ray diffraction photographs. Part I - Chlorite-Kaolinite mixtures Part II. - Chlorite-swelling, chlorite and montmorillonite. Clay Min. Bull, 4:282-292 y 293-298

MARTINEZ GARZON, F.J. (1986).
Estudio edàfico de los suelos de la vertiente oriental de Sierra Nevada. Provincia de Almeria. Tesis de Licenciatura Fac. de Farmacia Univ. de Granada, 215 p. (inèd.)

MARTINEZ PARRAS, J.M. (1987)
Sierra Nevada, su flora y vegetaciòn. En Sierra Nevada. Flora, vegetaciòn y actividad humana. Pub. Junta de Andalucia (AMA), Granada: 11-27.

McHARG, I.L. (1969).
Desing with nature. Natural Histori. Press. Garden City, New York, 197 p.

MESSERLI, B. (1965).
Beitrague zur geomorphologie der Sierra Nevada (Andalusien). Zurich.

MIDDLETON, H.E. (1930).
Properties of soil which influence soil erosion. U.S.D.A. Tech. Bull. 178.

MILNE, G. (1935).: Somme suggested units of classification and maping, particularly for East African soils. En: Soils Research, 4, (3):183-198.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1971).
Mètodos oficiales de anàlisis de suelos. M.A.P.A. Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1975)
Mapa de cultivos y aprovechamientos, escala 1:100.000. Hoja topogràfica 1.028 (Aldeire). Madrid.

MITCHEL, C.W. (1973).
Terrain evaluation. Longman Edit. 221 pp

MOLINA RODRIGUEZ, F. (1985).
Forestaciòn con especies de crecimiento de crecimiento ràpido. Su problemàtica. En: El Campo, Ser. Est. B. de Bilb. Bilbao, 98:34-37

MOLINIER. R. Y VIGNES, P. (1976).
Introducciòn a la Ecobiocenologia , 457 p Ed. Vicens-Vives. Barcelona.

MONTOYA OLIVER, J.M. (1983).
Pastoralismo mediterràneo. Monografias ICONA, 25: 162 pp. Serv. de Public. Agrarias del M.A.P.A. Madrid.

M.O.P.U. (1984).
Medio Ambiente en España. Monografias de la Direcciòn General del Medio Ambiente. Servicio de publ. del MOPU. Madrid, 366 p.

MOTA POVEDA, J.F. (1985)
Estudio botànico en las cuencas altas de los rios Bayarcal, Paterna y Andarax. Tesis de Licenciatura Dpto de Botànica Fac. de Ciencias Univ. ce Granada.

MOTA POVEDA, J.F. Y VALLE TENDERO, F. (1987).
Estudio botànico-ecològico de las cuencas altas de los rios Bayàrcal y Andarax (Sierra Nevada Almeriense). Serv. Public. Excma. Diputaciòn de Almeria. 269 p.

MUÑOZ JIMENEZ, (1986)
Formas del relieve glaciar: el macizo sinclinal de Salienza (Cordillera Cantàbrica). En Atlas de Geomorfologia (Coord. M. Pisòn y B. Tello). Ed. Alianza Madrid, 365 p: 209-228.

NACIONES UNIDAS. (1972).:
Conferencia de Estocolmo: Principios de la Declaraciòn sobre Medio Ambiente Humano.

NAKANO, T. (1962).
Landform type Analysis on aerial photographs. Its principle and its techniques . Internat. Archives of photogrammetry, 24: 149-152.

OLSEN, S.R. Y DEAN, L.A. (1965).:
Phosphorus. En C.A. Black, Ed. Methods of Soil Analysis, part.II: 1034-1045. Amer. Soc. Agronomy, Inc. Madison, Wis.

ORTEGA, E.|SIERRA, C.|RODRIGUEZ, T.|GARCIA, I.|SAURA, I.|IRIARTE, A.|GARZON, J.M. Y LOZANO, F.J. (1986).
Mapa de Suelos de Gergal (Almeria) a E= 1: 100.000. Proyecto LUCDEME (ICONA). Publ. del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentaciòn. Madrid. 178 p.

PARRAGA MARTINEZ, J. (1974).
Estudio edàfico de la Dehesa del Camarate. Tesis de Licenciatura Fac. Ciencias Univ. de Granada. (ined.)

PARRAGA MARTINEZ, J. (1980).
Estudio edàfico de la dehesa del Camarate. Tesis Doctoral Univ. de Granada. 421 p. (inèd.)

PARRAGA MARTINEZ, J. Y AGUILAR RUIZ, J. (1981).
Estudio edàfico de la dehesa del Camarate. I Caracteristicas macro y micromorfològicas. An. Edaf. y Agrobiol. XL. (.5-6): 775-796.

PARRAGA, J.; DORRONSORO, C.; AGUILAR, J. Y FERNANDEZ, J. (1981).
Estudio edàfico de la dehesa del Camarate. Sierra Nevada (Granada). II. Caracteristicas mineralògicas. An. Edaf. y Agrobiol. XL, (5-6): 797-816.

PARRAGA MARTINEZ, J.; DELGADO CALVO-FLORES, R. Y AGUILAR RUIZ, J. (1983).
La influencia conjunta del relieve y la vegetaciòn sobre los suelos forestales de la dehesa del Camarate. Sierra Nevada. An. Edaf. y Agrobiol. XLIII. (11-12): 1885-1904.

PARRAGA MARTINEZ, J.; DELGADO CALVO-FLORES, G.; NOGALES VARGAS-MACHUCA, R.; SERRANO MOLINA, E. Y DELGADO CALVO-FLORES, R. (1985)
Los suelos de los bosques de repoblaciòn de Pinus sylvestris y Pinus uncinata de la cuenca alta del rio Chico (vertiente sur de Sierra Nevada). An. Edaf. y Agrobiol. XLIV. (11-12): 1663-1680.

PAZ GONZALEZ, A. Y DIAZ-FIERROS VIQUEIRA, F. (1985).
Contribuciòn al conocimiento de la utilizaciòn del agua del suelo por las especies forestales (Quercus robus y Pinus pinaster) bajo clima templado hùmedo. An. Edaf. y Agrobiol. XLIV,(7-8): 1081-1100.

PEDRAZA GILZANZ, J. DE. (1978)
Teorias y modelos geomorfològicos aplicados en el anàlisis del relieve. pp 1-65, Apartado I (Consideraciones previas) del estudio geomorfològico de la zona de enlace entre las Sierras de Gredos y Guadarrama. Tesis Doctoral Fac. C. Geològicas. UCM. (inèd.)

PEDRAZA GILZANZ, J. DE (1981).
Intrducciòn a la Geologia del Medio Ambiente. En: Geologia y medio Ambiente. CEOTMA. Madrid. 463 p.

PEREZ PUJALTE, A. Y PRIETO, P. (1978).
Memoria explicativa de los mapas de suelos y vegetaciòn de la provincia de Granada a E= 1:200.000. Public. de la Estaciòn Experimental del Zaidin. Granada.

PEZZI, M. Y GARCIA ROSSELL, G (1979).
Analisis del medio fisico de Sierra Nevada: ordenaciòn de sus recursos y clasificaciòn de unidades paisajisticas. Public. Fac. de Geografia y Letras Univ. de Granada. Libro Homenaje a J. Bosque, pp. 211-230.

QUEZEL, P. (1953).
Contributiòn a l'etude phytosociològique et geobotànique de la Sierra Nevada. Mem. Soc. Brt., (9) 77p.

RAYA ROMAN, J. (1957).
Génesis de algunos suelos de Sierra Nevada en relación con la altura, clima y vegetación. Tesis de Licenciatura Univ. de Granada.

RECLUS, O. Y RECLUS, E. (1907).
Geografía Universal. Ed. Española-Americana, I:63. Madrid.

RIEGER, S. (1983).
The genesis and classification of cold soils. Academic Press. New York. pp 23-41.

RIVAS MARTINEZ, S. (1960).
Los pisos de vegetación de en Sierra Nevada. Bol. Real. Soc. Esp. de Hist. Nat., 59:55-64.

RIVAS MARTINEZ, S. (1964).
Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos de la España peninsular. An. Inst. Bot. Cavanilles, XXII: 340-406.

RIVAS MARTINEZ, S. (1972).
Relaciones entre los suelos y la vegetación. Algunas consideraciones sobre su fundamento. Anales de la Real Academia de Farmacia. 38(1), 69-94. Madrid.

RIVAS MARTINEZ, S. (1973).
Avance sobre una síntesis corológica de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. An. Inst. Bot. Cavanilles, 30: 69-87. Madrid.

RIVAS MARTINEZ, S. (1976).
Sinfitosociología, una nueva metodología para el estudio del paisaje vegetal. Ann. Inst. Bot. Cavanilles. Madrid, 33: 179-188.

RIVAS MARTINEZ, S.;ARNAIZ, C.;BARRENO, E. Y CRESPO, A. (1977).
Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e islas Canarias. Opuscula Bot. Pharm. Complutensis, 1: 1-48 Madrid.

RIVAS MARTINEZ, S. (1981).
Les etages bioclimtiques de la végètation de la Peninsule Iberique Anal. Jard. Bot. de Madrid, 37(2):251-268.

RIVAS MARTINEZ, S. (1982a).
Etages bioclimatiques, secteurs chorologiques et sèries de végètation de l'Espagne mèditerranéenne. Ecología Mediterránea, 8(1-2):275-288

RIVAS MARTINEZ, S. (1982b).
Memoria del mapa de las series de vegetación de la provincia de Madrid. Excma. Diputación de Madrid.

RIVAS MARTINEZ, S. (1983a).
Series de vegetaciòn de la Regiòn Eurosiberiana de la Peninsula Ibèrica. Lazaroa , 4 155-166.

RIVAS MARTINEZ, S. (1983b).
Pisos Bioclimàticos de España. Lazaroa , 5 , 33-43.

RIVAS MARTINEZ, S. (1986).
Series de vegetaciòn de la Peninsula Ibèerica, Monografias ICONA (en prensa).

RUIZ JIMENEZ, L. (1987).
El hombre en Sierra Nevada. Poblaciòn y recursos econòmicos. En Sierra Nevada. Flora, vegetaciòn y actividad humana. Pub. Junta de Andalucia (AMA). Granada, 31-47.

RUIZ, M. Y POU, A. (1986).
Un nuevo metodo para el estudio de las relaciones entre vegetaciòn y Geomorfologia. An. Edaf. y Agrobiol. XLV. (11-12): 1615-1626.

SANCHEZ DE MUNIAIN, J.M. (1945).
Estètica del paisaje natural. CSIC. Madrid.

SANCHEZ DIAZ, J.; RUBIO DELGADO, J.L.; SALVADOR SANCHIZ, P. Y ARNAL GARCIA, S. (1984).
Metodologia de la cartografia bàsica. Comunicaciones I Congreso Español de Geologia, Segovia. I: 771-782.

SANCHEZ MARANON, M. (1986).
Los suelos del sectornoroeste de Sierra Nevada (Granada). Evaluaciòn de su capacidad de uso. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. Univ. de Granada, 310 pp. Inèd.

SANCHEZ MARAÑON, M.; DELGADO CALVO-FLORES, R. Y DELGADO CALVO-FLORES, G. (1987).
Caracterizaciòn agroclimàtica de un àrea de la alta montaña mediterrànea (Sector N-W de Sierra Nevada, Granada). Bol. Est. Cent. Ecol., XVI, (31): 43-62.

SANTA REGINA, I. Y GALLARDO LANCHO, J. (1986).
El Bosque: Su importancia como recurso natural Ed. Excma. Dip. Prov. de Salamanca y CSIC. Temas Monogràficos, 17, 69 pp.

SANTOS FRANCES, F. (1979).
Estudio geològico y edafològico del sector Montiel-Alcaraz-Bienservida (C. Real-Albacete). Tesis Doctoral Univ. de Granada. 525 p. (ined.)

SANZ HERRAIZ, C. (1986).
Periglaciarismo en montaña. En Atlas de Geomorfologia (Coord. M. Pisòn y B. Tello) pp 239-254. Ed. Alianza. Madrid, 365 p.

TARDY, Y. (1969).
Geochemics des alterations. Etude des arenes et des eaux des quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique. These Strasbourg, 274 p.

THORNTHWAITE, C.W. (1948).
An aproach toward a rational classification of climate. Geograf. Rev., 38: 55-94.

THORNTHWAITE, C.W. Y MATHER, J.R. (1955).
The water budget and its use in irrigation. USDA Yearbook of Agriculture. USDA., Washington, 346-358.

TRICKART, J. Y KILLIAN, J. (1979).
L'eco-gèographie et l'amenagement du milieu naturel. Librire F. Maspero. Paris. Versiòn española Anagrama. Anagrama ed, 1982.

TURNER, A.W. Y COFFMAN, D.M. (1973).:
Geology for planning: a review of environment geology. En: Quart. Colorado School of Mines. Vol.68, 3, 127

TYURIN, I.V. (1951).
Analytical procedure for a comparative study of soil humus. Trudy. Pochr. Inst. Dokuchaeva, 38, 5

VALLE TENDERO, F. (1985).
Mapa de las series de vegetciòn de Sierra Nevada (Espana). Ecologia Mediterrànea, XI, fasc. 2/3

VAN GROENEWOUD, H. (1965).
Ordinatiòn and classification of Swiss and Canadian coniferous forest by various biometric and other methods. Ber. Geobot. Invest. Rubel, 3.

VILLARINO, M.T. (1984).
Curso sobre Evaluaciòn de Impacto Ambiental (EIA). Unid. 7, pp 3-27. Direcciòn General de Medio Ambiente. MOPU. Srev. Public. Madrid.

VILLARINO, M.T. (1983).
El estudio del paisaje. Texto Confer. Curso sobre Planes Especiales de Protecciòn del Medio Fisico. Granada. Dic. 1983.

WALTER, H. (1977).
Zonas de vegetaciòn y clima. Ed. Omega, Barcelona, 245 pp.

YUSTA SIVIANES, A. (1984).
Geoquimica de las alteraciones superficiales de peridotitas de los Reales (Màlaga). Tesis Doctoral de la Fac. de Ciencias-Secc. Quim. Univ. de Granada, 207 p. (inèd.)

SHAPIRO, L. Y BRANNOCK, W. (1956).
Rapid analysis of silicate rocks. U.S. Geol. Survey Bull. 1.036. C: 19-56

SIERRA, C.; DELGADO CALVO-FLORES, R. Y LOPEZ GUADALUPE, M.(1980a)
Estudio ecológico-edáfico de algunas especies vegetales de interes farmaceutico que viven en Sierra Nevada. I Digitalis purpurea var. nevadensis. XVI Congreso Int. de la Soc. Farm. del Mediterráneo Latino. Valencia.

SIERRA, C.; SIMON, M. Y HOYOS, R. (1980b).
Influencia de la materia orgánica en la génesis de algunos suelos de Sierra Nevada. An. Edaf. y Agrobiol. XXXIX: 2031-2050.

SIERRA, C; DELGADO CALVO-FLORES, R. Y LOPEZ GUADALUPE, M (1982).
Comunidades, habitats y tipos de suelos sobre los que se desarrolla la digital de Sierra Nevada. Ars. Pharm. XXIII. Granada

SIERRA, C.; ORTEGA, E.; GARCIA, I.; RODRIGUEZ, T.; SAURA, I; IRIARTE, A. (1986).
Mapa de suelos de Durcal a E= 1:100.000. Public. Min. Agric. Pesca y Alim. Proyecto LUCDEME. Madrid, 184 p.

SOIL CONSERVATION SERVICE (1958).:
Soil Survey Manual. Dept. Agric. de los EUA. Washington.

SOIL SURVEY STAFF, ESTATE DEPARTMEN OF AGRICULTURE (1975).:
Soil Taxonomy.

SOUTADE, G. Y BAUDIERE, A. (1970).
Végétation et modelès des hauts versants septentrionaux de la Sierra Nevada. Ann. Geographie, 452:709-736.

STEWART, G.A. Y PERRY, S.A. (1953).
Survey of the Townsville-Bowen region. (CSIRO, Australia). Land Research Series, 2, 87 p.

STRAHLER, J.M. (1974).
Geografía Física. Ed. Omega. Barcelona,

STRECKEISEN, A.L. (1967).
Clasificatión and nomenclature of igneous rocks. N. Jb. Miner. Abh. 107 (2), 1-214

TANSLEY, A.G. (1935)
The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology, 16: 284-307.

ANEXO - I

- DESCRIPCION MACROMORFOLOGICA DE PERFILES
- INVENTARIOS DE VEGETACION
- RESULTADOS ANALITICOS
- FICHAS CLIMATICAS

PERFIL No.- 1

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: **Cambisol dístrico.**(FAO;1985); **Dystrochrept umbrico.**(USDA); **Cambisol dístrico.**(FAO;1974).
Fecha de observación: 12-5-1.984
Provincia: Granada
Situación: Puerto de la Ragua
Coordenadas U.T.M.: 4.976-41.078
Altitud: 2.000 m.
Posición fisiográfica: Ladera (Pie de monte)
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 20%. Clase 4. Moderadamente escarpado
Orientación: S.O.
Uso: Ganadero
Material original: Micasquistos grafitosos (coluvios)
Drenaje: Clase 3. Moderadamente bien drenado
Condiciones de humedad: Húmedo todo el perfil
Pedregosidad: Clase 2. Pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 0. No rocoso
Erosión: Hídrica laminar y eólica moderada
Vegetación:

Cobertura: 85% Altura media: 40 cm. Area de inventario: 225 m²

Genista versicolor	3-3	**Cytisus oromediterraneus**	2-2
Festuca indigesta subsp. **hackeliana**	2-2	**Festuca pseudeskia**	2-2
Deschampsia flexuosa subsp. **iberica**	2-2	**Avenula levis**	2-2
Koeleria crassipes subsp. **nevadensis**	2-2	**Euphorbia nevadensis**	1-1
Thymus serpylloides subsp. **serpylloides**	1-1	**Leucanthemopsis pectinata**	1-1
Scabiosa turolensis subsp. **turolensis**	1-1	**Hieracium castellanum**	1-1
Asperula aristata subsp. **scabra**	1-1	**Poa ligulata**	+
Sesamoides canescens subsp. **suffruticosa**	1-1	**Biscutella glacialis**	1-1
Plantago subulata var. **granatensis**	1-1	**Eryngium glaciale**	+
Arenaria armerina subsp. **armerina**	1-1	**Jurinea humilis**	+
Jasione montana subsp. **echinata**	+	**Hypochoeris radicata**	+
Arnoseris minima	2-1	**Erysimun baeticum**	+

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-15	Color pardo oscuro (7,5YR3/2) en húmedo y pardo (7,5YR5/2) en seco; textura franco arenosa y estructura migajosa fina de mediana consistencia; porosidad muy abundante y escasa grava; raices comunes; límite neto y plano.
Bw	15-27	Color pardo oscuro (7,5YR3/4) en húmedo y pardo claro (7,5YR6/4) en seco; textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares medianos; porosidad frecuente; frecuente grava y piedra; abundantes raices; límite gradual y plano.
C	27-48	Color pardo (10YR5/3) en húmedo y pardo muy pálido (10YR7/3) en seco; textura franco arenosa y sin estructura, de grano suelto; abundantes fragmentos rocosos de tamaño piedra; escasas raices; límite difuso.

C2 >48 Color pardo (10YR5/3) en húmedo y pardo muy pálido (10YR7/3) en seco; textura franco arenosa y sin estructura, de grano suelto; muy abundantes fragmentos rocosos de tamaño piedra y pedregón; sin raíces; se ha profundizado hasta 78 cm. En cualquier caso la tierra fina representa más del 20% del horizonte.

RESULTADOS ANALITICOS

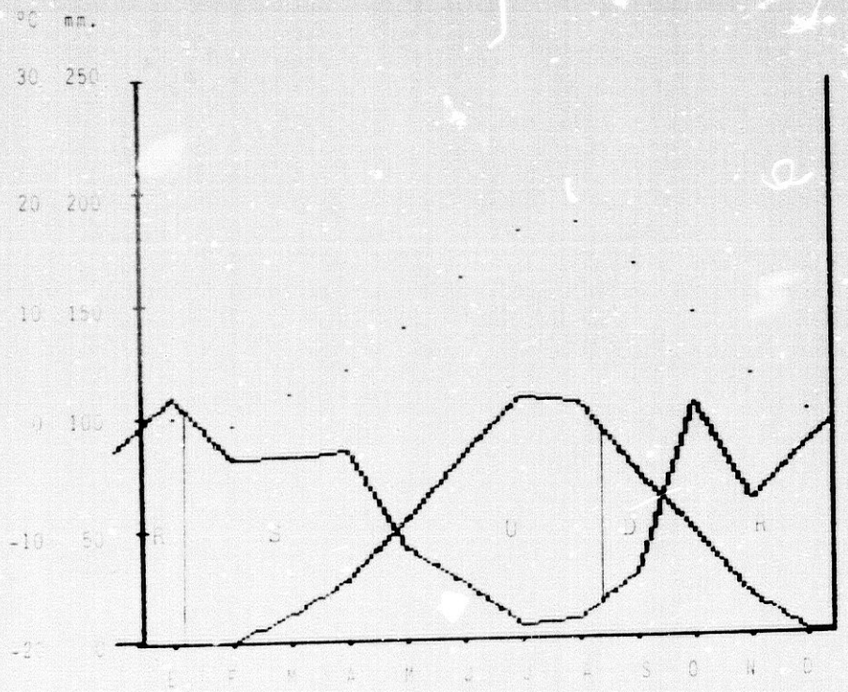
Hor.	Prof.(cm)	ARENAS (%) Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	LIMO (%) Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah	0-15	14,7	12,4	7,1	13,3	13,1	14,6	14,4	10,4	46,7
Bw	15-27	16,3	12,0	7,3	12,7	11,6	8,5	20,5	11,1	59,9
C1	27-48	14,2	10,1	5,6	12,2	13,0	11,9	23,3	9,7	55,1
C2	48-75	10,5	8,7	4,9	9,0	9,4	12,7	26,4	16,4	42,5

Hor.	C.O %	N.%	C/N	Ca.acidad y bases (meq/100 g) Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T	V%	pH H2O	pH ClK	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g
Ah	2,8	0,175	16,0	2,19	0,40	0,14	0,24	8,89	33,4	5,5	4,9	4,87	11,30
Bw	1,4	0,123	11,4	0,70	0,15	0,07	0,13	7,78	13,5	5,2	4,6	4,52	6,12
C1	0,4	0,05	8,0	0,70	0,15	0,01	0,04	4,22	21,3	5,3	4,5	2,00	1,88
C2	0,2	0,06	3,3	0,70	0,20	0,05	0,07	6,22	16,4	5,2	4,4	2,36	3,30

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%) 1/3 atm.	15 atm.	Coef. Disp. Cd	Cd'	Fe_2O_3 (%) Total	Libre	Fe l/FeT
Ah	-	18,95	6,84	36,3	100	5,4	3,73	0,69
Bw	-	20,51	6,86	36,4	94,6	5,3	1,93	0,36
C1	-	19,28	5,19	-	-	5,3	0,91	0,17
C2	-	23,17	7,99	-	-	5,9	1,47	0,25

PERFIL : 1 CAPACIDAD DE RETENCION : 257.7

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	9.4	103.9	48.2	48.2	55.7	55.7	---	---
NOV.	4.0	58.3	18.4	18.4	39.9	95.6	---	---
DIC.	0.7	83.0	3.6	3.6	79.5	175.1	---	---
ENE.	0.4	108.1	2.2	2.2	82.6	257.7	23.2	---
FEB.	-0.3	76.0	---	---	---	257.7	76.0	---
MAR.	2.5	80.6	14.3	14.3	---	257.7	66.3	---
ABR.	4.9	83.2	28.9	28.9	---	257.7	54.3	---
MAY.	8.6	38.4	55.2	55.2	-16.9	240.8	---	---
JUN.	13.0	24.4	83.5	83.5	-59.1	181.7	---	---
JUL.	17.0	5.7	109.8	109.8	-104.1	77.6	---	---
AGO.	17.7	7.6	107.0	85.2	-77.6	--	---	21.8
SEP.	14.0	26.6	75.2	26.6	---	---	---	48.5
TOTAL	7.7	695.8	546.3	476.0	---	---	219.8	70.3



Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura: Cálico

PERFIL No.- 2

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: **Cambisol dístrico.**(FAO;1985); **Xerochrept dístrico.**(USDA); **Cambisol dístrico.**(FAO;1974).
Fecha de observación:12-5-1.984
Provincia: Almería
Situación: Junto al Barranco del Granizo
Coordenadas U.T.M.: 4.990-41.051
Altitud: 2.150 m.
Posición fisiográfica: Ladera
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 40%. Clase 5. Escarpado
Orientación: S-SO
Uso: Ganadero
Material original: Micasquistos grafitosos (coluvio)
Drenaje: Clase 3. Moderadamente bien drenado
Condiciones de humedad: Húmedo todo el perfil
Pedregosidad: Clase 2. Pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 1. Moderadamente rocoso
Erosión: Hídrica laminar intensa
Vegetación:

Cobertura: 85% Altura media: 45 cm. Area de inventario: 225 m²

Cytisus oromediterraneus.....4-3
Thymus serpylloides subsp. **serpylloides**.....1-1
Thymus serpylloides subsp. **gadorensis**.....1-1
Arrenatherum elatius subsp. **baeticum**.....2-1
Festuca indigesta subsp. **hackeliana**.....1-1
Sesamoides canescens var. **suffruticosa**.....1-1
Rosa pouzinii var. **pubescens**.....+
Berberis hispanica.....+
Campanula willkommii.....+
Genista versicolor.....2-2
Arenaria pungens.....2-2
Erinacea anthyllis.....1-1
Festuca scariosa.....2-2
Euphorbia nevadensis.....1-1
Prunus ramburii.....2-1
Helleborus foetidus.....1-1
Marrubium supinum.....+

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-10	Color pardo oscuro (7,5YR3/2) en húmedo y pardo (7,5YR5/2) en seco; textura franco arenosa y estructura migajosa de fina a muy fina; blando y friable; porosidad muy abundante y escasa grava; gran contenido en raíces; límite gradual y plano.
Bw	10-24	Color pardo amarillento oscuro (10YR3/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR5/4) en seco;textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares medianos; frecuentes poros y frecuentes gravas y piedras; menor contenido en raíces; límite neto y plano.
BC	24-40	Color pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo y pardo pálido (10YR6/3) en seco; textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares medianos; menor porosidad y

mayor contenido en grava y piedra que en el horizonte Bw; raices comunes; limite difuso y plano.

C >40 Color gris (10YR5/1) en húmedo y gris claro (10YR7/1) en seco; textura de franco arenosa a arenosa franca y sin estructura, de grano suelto; muy rico en grava y

RESULTADOS ANALITICOS

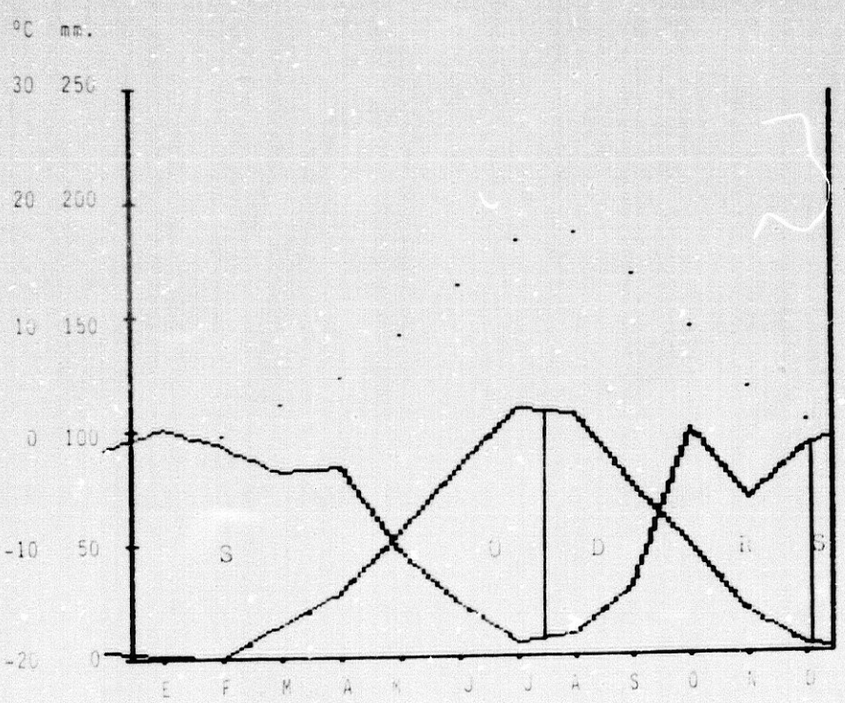
		ARENAS (%)					LIMO (%)			
Hor.	Prof.(cm)	Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah	0-10	18,1	18,5	8,9	10,2	8,3	8,0	18,7	9,3	41,0
Bw	10-24	12,8	15,7	9,6	12,4	8,6	10,0	21,4	9,5	45,7
BC	24-40	14,5	16,7	9,7	12,2	8,3	8,2	21,3	9,1	43,2
C	40-70	17,9	18,7	9,4	10,9	7,1	9,8	20,1	6,1	40,0

				Capacidad y bases (meq/100 g)						pH		P_2O_5	K_2O
Hor.	C.O %	N.%	C/N	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T	V%	H2O	ClK	mg/100g	mg/100g
h	3,88	0,249	15,6	2,81	0,60	0,04	0,33	13,11	28,9	5,3	4,9	15,62	15,54
Bw	2,2	0,175	12,6	1,88	0,36	0,04	0,16	11,11	21,9	5,5	5,0	8,86	7,54
BC	1,6	0,170	9,4	1,56	0,30	0,07	0,07	9,33	21,4	5,7	5,0	9,14	3,30
C	0,6	0,133	4,5	1,17	0,26	0,04	0,20	4,89	34,1	5,8	4,9	1,80	9,42

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%)		Coef. Disp.		Fe_2O_3 (%)		Fe l/FeT
		1/3 atm.	15 atm.	Cd	Cd'	Total	Libre	
Ah	-	23,43	7,36	34,6	100	5,7	1,67	0,29
Bw	-	23,34	5,97	41,7	98,1	5,6	1,76	0,31
BC	-	23,34	5,36	-	-	5,9	1,35	0,23
C	-	15,15	3,55	-	-	5,7	0,97	0,17

PERFIL : 2 CAPACIDAD DE RETENCION : 110.2

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	8.3	101.9	46.1	46.1	55.8	55.8	---	---
NOV.	2.8	75.4	15.0	15.0	54.4	110.2	6.0	---
DIC.	-0.5	99.0	---	---	---	110.2	99.0	---
ENE.	-0.8	101.7	---	---	---	110.2	101.7	---
FEB.	-1.8	103.2	---	---	---	110.2	103.2	---
MAR.	1.2	84.6	8.3	8.3	---	110.2	76.2	---
ABR.	3.4	87.0	23.6	23.6	---	110.2	63.4	---
MAY.	7.2	51.0	50.8	50.8	---	110.2	0.2	---
JUN.	11.7	24.2	79.4	79.4	-55.2	55.0	---	---
JUL.	15.9	6.0	106.3	61.0	-55.0	---	---	45.3
AGO.	16.7	9.1	104.0	9.1	---	---	---	94.9
SEP.	12.9	32.2	72.9	32.2	---	---	---	40.7
TOTAL	6.4	775.3	506.5	325.6	---	---	449.7	180.9



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Frígido

PERFIL No.- 3

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación:Oleysol dístrico.(FAO;1985);Cryorthent acuico.(USDA);Oleysol dístrico.(FAO;1974).
Fecha de observación: 12-5-1.984
Provincia: Granada
Situación: Laguna seca
Coordenadas U.T.M.: 5.030-41.059
Altitud: 2.255 m.
Posición fisiográfica: Cuenca [illegible]orréica
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 2-3%. Clase 1. Llano o casi llano, a suavemente inclinado
Orientación: S.E.
Uso: Pastoreo
Material original: Micasquistos grafitosos
Drenaje: Clase 1. Algo escasamente drenado
Condiciones de humedad: Húmedo todo el perfil, aumenta en profundidad
Pedregosidad: Clase 0. Sin piedras
Afloramientos rocosos: Clase 0. No rocoso
Erosión: Hídrica moderada
Vegetación:

Cobertura: 80% Altura media: 30 cm. Area de inventario: 20 m²

Festuca indigesta subsp. hackeliana	4-3	Festuca iberica	2-3
Festuca hystrix	2-2	Festuca pseudoskia	2-2
Agrostis nevadensis	2-2	Lotus glareosus	1-2
Cerastium cerastoides	1-1	Festuca nevadensis	1-2
Plantago subulata var. granatensis	2-2	Gagea nevadensis	1-1
Sedum anglicum subsp. melananthemum	2-2	Armeria filicaulis	1-1
Deschampsia flexuosa subsp. iberica	1-1	Leontodon microcephalus	1-1
Dianthus subacaulis subsp. brachyanthus	+	Herniaria boissieri	1-1
Hieracium pilosella subsp. melanops	2-1	Euphrasia willkommii	1-1
Potentilla nevadensis var. condensata	+	Erigeron major	+
Koeleria vallesiana subsp. vallesiana	2-2	Cytisus oromediterraneus	+

Hor.	Prof. cm.	Descripción
A	0-20	Color gris oscuro (10YR4/1) en húmedo y entre gris y gris claro (10YR6/1) en seco; textura franco arenosa y estructura débil de migajosa, fina y mediana, a grano suelto; muy friable, blando, ligeramente adherente y no plástico; frecuentes fragmentos rocosos tamaño grava, planos con cantos redondeados y de naturaleza esquistosa; abundante porosidad, poros finos y medianos, continuos, caóticos, exped e imped; buena actividad biológica; raíces muy finas, finas y medianas muy abundantes; límite gradual y plano.
AC	20-50	Color gris oscuro (10YR4/1) en húmedo y de gris a gris claro (10YR6/1) en seco; textura franco arenosa y estructura moderada en bloques subangulares medianos; friable, blando, ligeramente adherente y no plástico; abundantes fragmentos

rocosos tamaño grava y de igual forma y naturaleza que el horizonte A; abundante porosidad con poros de todos los tamaños, continuos, caóticos, imped y exped; moderada a baja actividad biológica, frecunetes raices finas y muy finas, las raices medianas desaparecen bruscamente en este horizonte; limite difuso.

C ;50
Hasta 75

Color gris oscuro (10YR4/1) en húmedo y de gris a gris claro (10YR6/1) en seco; textura franco arenosa y sin estructura, de grano suelto; muy friable, muy blando, no adherente y no plàstico; muy abundantes fragmentos rocosos de tamaño grava y alguna piedra, planos y de naturaleza esquistosa; muy abundante porosidad, con poros medianos y gruesos, fundamentalmente exped, continuos y caóticos; escasa o nula actividad biológica; no aparecen raices.

RESULTADOS ANALITICOS

		ARENAS (%)					LIMO (%)			
Hor.	Prof.(cm)	Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah	0-20	12,7	12,6	6,6	16,2	6,7	8,1	14,8	10,2	36,6
AC	20-50	14,7	13,2	7,8	18,5	7,1	7,4	14,1	8,6	33,8
C	50-75	19,7	14,6	8,6	17,6	6,0	6,5	7,3	7,9	24,7

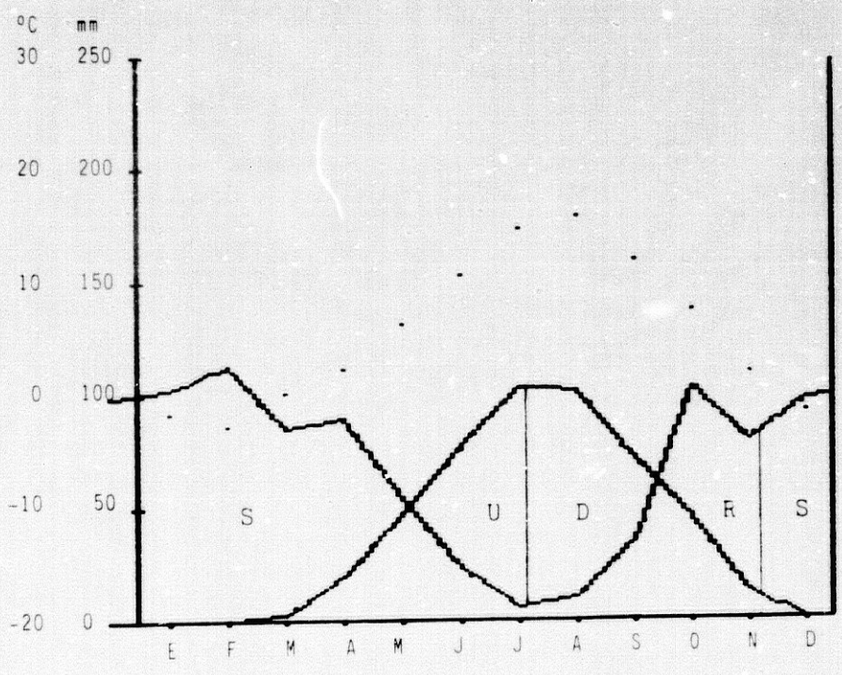
				Capacidad y bases (meq/100 g)						pH		P_2O_5	K_2O
Hor.	C.O %	N.%	C/N	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T	V%	H2O	ClK	mg/100g	mg/100g
Ah	1,6	0,102	15,7	1,47	0,28	0,00	0,12	6,72	26,9	5,8	5,1	11,30	4,71
Ac	1,0	0,089	11,2	0,90	0,23	0,00	0,03	5,04	23,0	5,8	5,1	7,30	2,83
C	0,9	0,082	11,0	0,81	0,19	0,00	0,03	4,80	21,5	5,8	5,1	6,96	2,83

		Humedad (%)		Coef. Disp.		Fe_2O_3 (%)		
Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	1/3 atm.	15 atm.	Cd	Cd'	Total	Libre	Fe l/FeT
Ah	-	19,84	4,70	62,0	100	5,71	1,44	0,25
AC	-	14,52	4,08	51,1	85,9	6,17	1,36	0,22
C	-	12,56	3,37	-	-	6,74	1,25	0,18

PERFIL : 3

CAPACIDAD DE RETENCION : 107.1

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	7.5	104.4	44.6	44.6	59.8	59.8	---	---
NOV.	1.9	80.3	12.1	12.1	47.3	107.1	20.9	---
DIC.	-1.4	99.5	---	---	---	107.1	99.5	---
ENE.	-1.6	102.4	---	---	---	107.1	102.4	---
FEB.	-2.8	112.7	---	---	---	107.1	112.7	---
MAR.	0.2	84.6	2.1	2.1	---	107.1	82.5	---
ABR.	2.4	89.3	19.1	19.1	---	107.1	70.1	---
MAY.	6.2	54.2	47.5	47.5	---	107.1	6.8	---
JUN.	10.7	23.1	76.7	76.7	-53.5	53.6	---	---
JUL.	15.1	6.4	104.0	59.9	-53.6	---	---	44.1
AGO.	16.0	10.3	102.2	10.3	---	---	---	91.9
SEP.	12.2	34.7	71.4	34.7	---	---	---	36.7
TOTAL	5.5	801.8	479.6	306.9	---	---	494.9	172.7



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Crílico

PERFIL No.- 4

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: Leptosol úmbrico. (FAO;1985); Xerumbrept úntico. (USDA); Ranker. (FAO;1974).
Fecha de observación: 21-7-1.984
Provincia: Almería
Situación: Entre el Chullo y la Loma del Sestero Alto
Coordenadas U.T.M.: 4.991-41.048
Altitud: 2.040 m.
Posición fisiográfica: Ladera
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 57%. Clase 6. Muy escarpado
Orientación: O-SO
Uso: Ganadero
Material original: Micasquistos grafitosos con feldespato, biotita y cloritoide
Drenaje: Clase 4. Bien drenado (preferentemente lateral)
Condiciones de humedad: Seco todo el perfil
Pedregosidad: Clase 3. Muy pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 1. Rocoso
Erosión: Hídrica laminar
Vegetación:

Cobertura: 60% Altura media: 25 cm. Area de inventario: 150 m²

Thymus serpylloides subsp. serpylloides.....3-3	Thymus serpylloides subsp. gadorensis.....3-3
Arrhenatherum elatius subsp. baeticum.....2-2	Festuca indigesta subsp. hackeliana.....2-2
Genamoides canescens var. suffruticosa.....2-2	Cytisus oromediterraneus.....1-1
Genista versicolor.....1-1	Erysimum baeticum.....1-1
Arenaria pungens..... +	Marrubium supinum..... +
Campanula willkommii..... +	Helichrysum italicum subsp. serotinum..... +
Euphorbia nevadensis..... +	Prunus ramburii..... +
Linaria aeruginea var. nevadensis..... +	Juniperus humilis..... +
Asperula aristata subsp. scabra..... +	

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah1	0-10	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo y pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) en seco; textura franco arenosa y estructura de migajosa fina a bloques subangulares finos de escasa consistencia; porosidad muy abundante y muy rico en fragmentos rocosos de tamaño grava, angulosos y poco alterados; abundantes raíces finas y muy finas; límite gradual.
Ah2	10-21	Color pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo y de pardo a pardo oscuro (10YR4/3) en seco; textura franco arenosa y estructura de bloques subangulares finos a grano suelto, muy poco consistente; porosidad muy abundante y más rico en fragmentos rocosos que el horizonte Ah1 y de mayor tamaño, angulosos y poco alterados; muy abundantes raíces finas y muy finas; límite neto y ondulado.

C)21 Coluvio de solifluxión formado por grandes bloques de micasquistos poco alterados. El material fino representa menos del 20% del total del horizonte; color de pardo a pardo oscuro (10YR4/3) en húmedo y pardo (10YR5/3) en seco.

RESULTADOS ANALITICOS

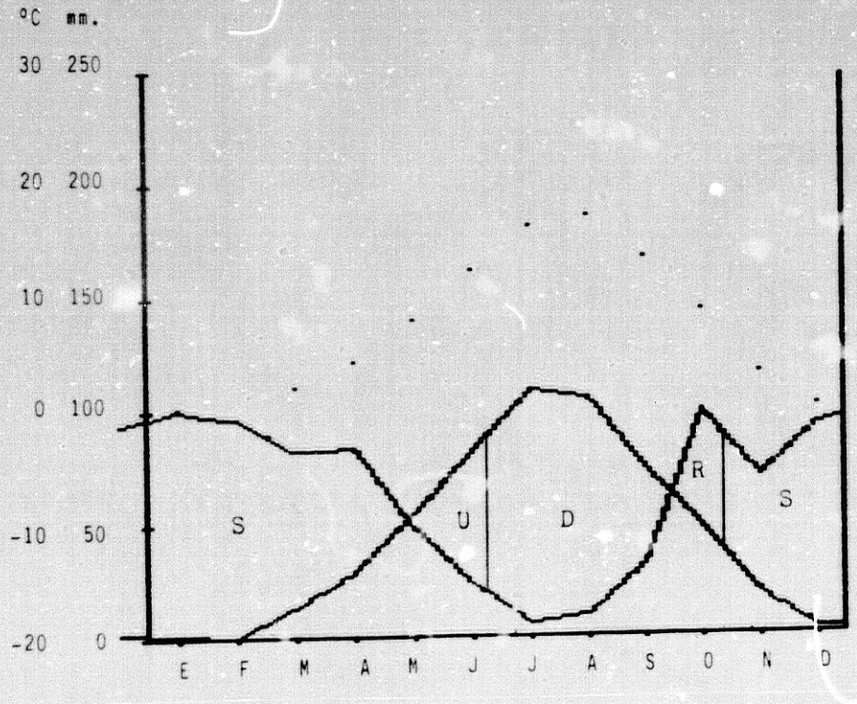
Hor.	Prof.(cm)	ARENAS (%) Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	LIMO (%) Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah1	0-10	11,1	14,1	8,6	11,8	8,8	11,9	20,0	12,9	50,7
Ah2	10-21	8,6	12,2	8,6	11,6	7,9	12,3	24	13,2	55,3

Hor.	C.O %	N.%	C/N	Capacidad y bases (meq/100 g) Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T	V%	pH H2O	pH ClK	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g
Ah1	3,3	0,199	16,6	3,36	0,63	0,00	0,20	13,56	30,9	5,5	4,3	0,40	9,42
Ah2	2,3	0,155	14,8	3,15	0,42	0,02	0,15	13,78	27,1	6,0	4,4	1,40	7,08

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%) 1/3 atm.	15 atm.	Coef. Disp. Cd	Cd'	Fe_2O_3 (%) Total	Libre	Fe l/FeT
Ah1	-	22,67	7,53	25,8	98,5	6,61	1,83	0,28
Ah2	-	25,12	7,73	28,8	92,7	6,46	2,36	0,37

PERFIL : 4 CAPACIDAD DE RETENCION : 43.2

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	9.1	99.5	47.7	47.7	43.2	43.2	8.6	---
NOV.	3.7	71.2	17.6	17.6	---	43.2	53.6	---
DIC.	0.4	94.3	2.1	2.1	---	43.2	92.2	---
ENE.	0.1	100.1	0.7	0.7	---	43.2	99.5	---
FEB.	-0.7	96.3	---	---	---	43.2	96.3	---
MAR.	2.2	81.6	12.9	12.9	---	43.2	68.7	---
ABR.	4.5	84.2	27.6	27.6	---	43.2	56.6	---
MAY.	8.2	47.6	54.1	54.1	-6.5	36.7	---	---
JUN.	12.7	23.2	82.4	59.9	-36.7	---	---	22.5
JUL.	16.7	5.7	108.8	5.7	---	---	---	103.1
AGO.	17.4	8.7	106.2	8.7	---	---	---	97.5
SEP.	13.7	30.7	74.5	30.7	---	---	---	43.9
TOTAL	7.3	743.2	534.7	267.7	---	---	475.5	266.9



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Frígido

PERFIL No.- 5

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: Leptosol dístrico.(FAO;1985); Cryorthent lítico.(USDA); Litosol.(FAO;1974).
Fecha de observación: 21-7-1.984
Provincia: Almería
Situación: Loma del Sestero Alto
Coordenadas U.T.M.: 5.019-41.049
Altitud: 2.415 m.
Posición fisiográfica: Ladera
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 18%. Clase 4. Moderadamente escarpado
Orientación: S.E.
Uso Pastoreo
Material original: Micasquistos grafitosos
Drenaje: Clase 5. Algo excesivamente drenado (fuerte escorrentía lateral)
Condiciones de humedad: Seco todo el perfil
Pedregosidad: Clase 4. Excesivamente pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 1. Rocoso
Erosión: Hídrica laminar intensa
Vegetación:

Cobertura: 60 % Altura media: 0,25 m Area de inventario: 225 m²

Festuca indigesta subsp. **hackeliana**.....3-3	**Koeleria crassipes**.....2-2
Avenula levis.....1-1	**Deschampsia flexuosa**.....1-1
Hypericum pilosella subsp. **baeticus**..... +	**Genista versicolor**..... +
Jurinea humilis..... +	**Ptilotrichum spinosum**..... +
Linaria aeruginea var. **nevadensis**..... +	**Thymus serpylloides** subsp. **serpylloides**..... +
Cytisus oromediterraneus..... +	

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-8	Color pardo grisáceo (10YR4/2) en húmedo y pardo grisáceo (10YR5/2) en seco; textura franco arenosa y estructura moderada de bloques angulares finos a granos sueltos en las proximidades de la roca; abundante porosidad aunque el lavado es preferentemente lateral por la disposición de la roca; abundantes raíces; buena actividad biológica; límite brusco y plano.
C	)8	Micasquistos poco alterados y dispuestos en lajas que siguen la disposición de la pendiente.

RESULTADOS ANALITICOS

Hor.	Prof.(cm)	ARENAS (%) Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	LIMO (%) Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah	0-8	12,3	16,5	10,1	16,1	10,3	10,1	14,4	10,2	40,3

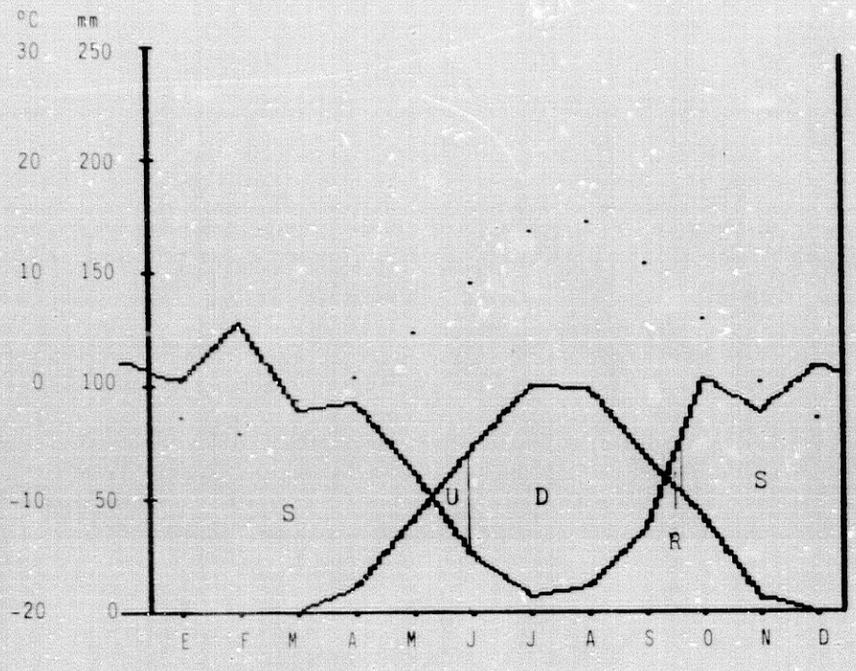
Hor.	C.O %	N.%	C/N	Capacidad y bases (meq/100 g) Ca++	Mg++	Na+	K+	T	V%	pH H2O	ClK	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g
Ah	3,1	0,197	15,7	2,34	0,45	0,03	0,20	9,33	32,4	5,8	4,6	0,00	9,42

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%) 1/3 atm.	15 atm.	Coef. Disp. Cd	Cd'	Fe_2O_3 (%) Total	Libre	Fe l/FeT
Ah	-	16,59	6,28	24,0	93,5	5,56	2,35	0,42

PERFIL : 5

CAPACIDAD DE RETENCION : 10.3

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	6.3	105.7	41.9	41.9	10.3	10.3	53.5	---
NOV.	0.6	90.6	5.7	5.7	---	10.3	84.9	---
DIC.	-2.8	111.5	---	---	---	10.3	111.5	---
ENE.	-3.0	101.7	---	---	---	10.3	101.7	---
FEB.	-4.4	128.8	---	---	---	10.3	128.8	---
MAR.	-1.3	89.9	---	---	---	10.3	89.9	---
ABR.	0.9	93.5	9.8	9.8	---	10.3	83.6	---
MAY.	4.7	62.4	41.7	41.7	---	10.3	20.7	---
JUN.	9.3	24.7	72.4	35.0	-10.3	---	0.0	37.4
JUL.	13.9	6.7	101.0	6.7	---	---	---	94.3
AGO.	14.9	11.0	99.7	11.0	---	---	---	88.8
SEP.	11.0	37.8	69.2	37.8	---	---	---	31.3
TOTAL	4.2	864.3	441.5	189.7	---	---	674.5	251.8



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Crífico

PERFIL No.- 6

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: Regosol dístrico.(FAO;1985); Cryorthent lítico.(USDA); Regosol dístrico.(FAO;1974).
Fecha de observación: 21-7-1.984
Provincia: Almería
Situación: Al SO del Cerro del Almirez
Coordenadas U.T.M.: 5.075-41.045
Altitud: 2.320 m.
Posición fisiográfica: Ladera
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 25-30%. Clase 5. Escarpado
Orientación: S.
Uso: Forestal
Material original: Cuarcitas feldespáticas
Drenaje: Clase 4. Bien drenado
Condiciones de humedad: Seco todo el perfil
Pedregosidad: Clase 2. Pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 1. Moderadamente rocoso
Erosión: Hídrica laminar, moderada
Vegetación:

Cobertura: 90% Altura media: 5 m. Area de inventario: 100 m²

Pinus sylvestris var. **nevadensis**.....4-4
Genista versicolor..... +
Erinacea anthyllis..... +
Hieracium castellanum.....1-1
Cytisus oromediterraneus..... +

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-6	Color pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo y pardo (10YR5/3) en seco; textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares medianos, poco consistentes; porosidad frecuente y muy pocos fragmentos rocosos; escasa raíces; límite neto y plano.
Bw	6-15	Color pardo amarillento oscuro (10YR3/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR5/4) en seco; textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares algo más grandes que en el horizonte Ah1, aunque poco consistentes; porosidad de escasa a frecuente y escasos fragmentos rocosos; muy pocas raíces finas y muy finas; límite neto y plano.
BC	15-24	Color pardo amarillento oscuro (10YR3/4) en húmedo y pardo amarillento (10YR5/4) en seco; textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares finos que pasa a grano suelto; frecuente porosidad y abundantes fragmentos rocosos de cuarcitas muy alteradas; abundantes raíces medianas, gruesas y muy gruesas; límite neto y plano.
C	>24	Horizonte formado por cuarcitas feldespáticas muy alteradas; este horizonte llega hasta 45 cm., a partir de los cuales aparece la roca fresca.

RESULTADOS ANALITICOS

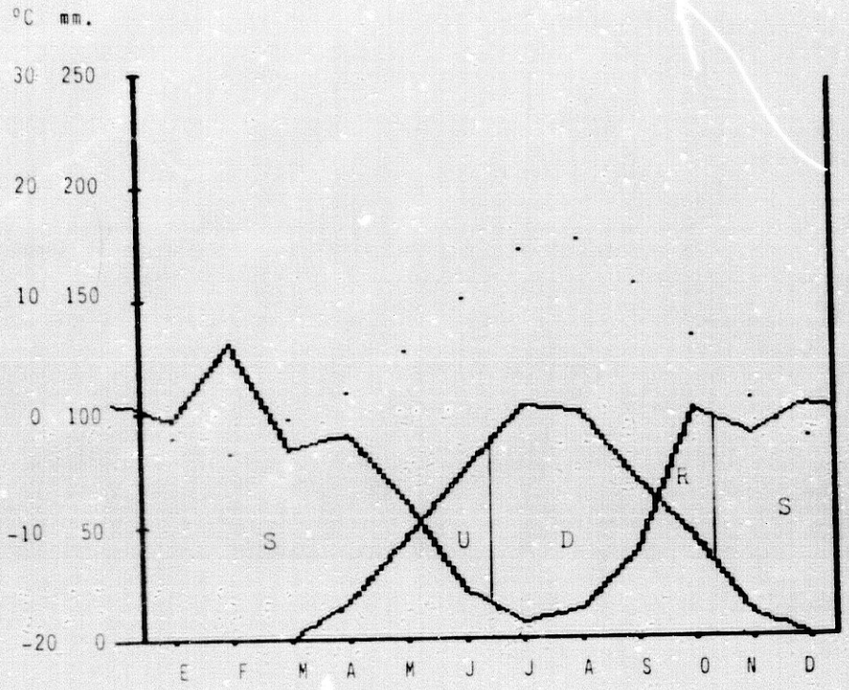
Hor.	Prof.(cm)	ARENAS (%) Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	LIMO (%) Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah	0-6	8,4	10,7	6,8	11,1	14,9	20,8	17,0	10,3	57,6
Bw	6-15	12,4	10,3	6,7	11,3	13,6	16,8	18,0	10,9	54,6
BC	15-24	6,0	9,9	7,1	14,1	14,9	22,6	16,3	9,1	57,7

Hor.	C.O %	N.%	C/N	Capacidad y bases (meq/100 g) Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T	V%	pH H2O	pH ClK	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g
Ah	4,3	0,127	33,8	2,63	0,84	0,00	0,24	11,45	31,9	5,8	4,7	0,40	11,3
Bw	2,2	0,126	17,5	2,12	0,46	0,03	0,06	8,21	31,4	5,7	4,2	0,00	2,83
BC	1,3	0,081	16,0	0,40	0,17	0,00	0,03	6,84	8,3	5,0	3,9	0,00	1,41

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%) 1/3 atm.	15 atm.	Coef. Disp. Cd	Cd'	Fe_2O_3 (%) Total	Libre	Fe l/FeT
Ah	-	25,53	8,47	29,7	94,5	3,75	1,54	0,41
Bw	-	20,25	6,39	32,2	100	3,75	1,32	0,35
BC	-	21,43	6,42	-	-	3,00	1,28	0,43

PERFIL : 6 CAPACIDAD DE RETENCION : 48.5

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	7.1	102.5	43.5	43.5	48.5	48.5	10.4	---
NOV.	1.4	90.9	9.9	9.9	---	48.5	81.0	---
DIC.	-2.0	105.0	---	---	---	48.5	105.0	---
ENE.	-2.2	97.1	---	---	---	48.5	97.1	---
FEB.	-3.5	130.8	---	---	---	48.5	130.8	---
MAR.	-0.4	84.0	---	---	---	48.5	84.0	---
ABR.	1.8	90.5	15.8	15.8	---	48.5	74.7	---
MAY.	5.6	61.5	45.2	45.2	---	48.5	16.3	---
JUN.	10.2	20.9	74.9	69.4	-48.5	---	---	5.5
JUL.	14.6	6.6	102.7	6.6	---	---	---	96.2
AGO.	15.5	11.9	101.1	11.9	---	---	---	89.2
SEP.	11.7	38.7	70.4	38.7	---	---	---	31.7
TOTAL	5.0	840.4	463.7	241.0	---	---	599.4	222.6



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Criico

PERFIL No.- 7

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: Leptosol úmbrico?.(FAO;1985); Cryumbrept éntico.(USDA); Ranker.(FAO;1974).
Fecha de observación: 19-9-1.984
Provincia: Granada
Situación: Cerro de Hornillos (Pto. de la Ragua)
Coordenadas U.T.M.: 4.969-41.065
Altitud: 2.310 m.
Posición fisiográfica: Ladera
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 30-35%. Clase 5. Escarpado
Orientación: N-NO
Uso: Ganadero
Material original: Micasquistos grafitosos con feldespato, cloritoide y biotita
Drenaje: Clase 5. Algo excesivamente drenado (lateral frecuentemente)
Condiciones de humedad: Seco desde la superficie
Pedregosidad: Clase 4. Excesivamente pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 1. Moderadamente rocoso
Erosión: Eólica e hídrica laminar, intensas
Vegetación:

Cobertura: 60% Altura media: 25 cm. Area de inventario: 100 m²

Cytisus oromediterraneus.....2-2	**Festuca indigesta** subsp. **hackeliana**.....2-2
Koeleria crassipes subsp. **nevadensis**.....2-2	**Erigeron major**.....2-1
Thymus serpylloides subsp. **serpyllcides**.....1-1	**Avenula levis**.....1-2
Arnoseris minima.....1-1	**Berberis hispanica**..... +
Teucrium aureum subsp. **angustifolium**.....1-1	**Erysimum nevadense**..... +

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-18	Color pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo y pardo (10YR5/3) en seco; textura franco arenosa y estructura débil de migajosa muy fina a grano suelto; muy friable, blando, ligeramnete adherente y excasamente plástico; poros muy abundantes, finos, medianos y gruesos, caóticos, continuos y exped fundamentalmente; frecuentes fragmentos rocosos tamaño grava, planos y de naturaleza esquistosa, muy poco alterados; actividad biológica moderada; raíces muy abundantes, finas y muy finas; límite neto y plano.
C	18-50	Color de pardo a pardo oscuro (10YR4/3) en húmedo y pardo claro (10YR6/3) en seco; textura franco arenosa y sin estructura, de grano suelto; no adherente y no plástico; poros muy abundantes de todos los tamaños; la coloración de los materiales (Gelifractos) hace que su disposición preferente sea paralela a la superficie, lo que condiciona un drenaje lateral muy manifiesto; fragmentos rocosos muy abundantes tamaño grava y piedra, planos y de naturaleza esquistosa, poco alterados; moderada actividad biológica; raíces comunes, finas y muy finas, alguna mediana; límite gradual y plano. Por debajo aparece el micasquisto cada vez menos alterado.

RESULTADOS ANALITICOS

Hor.	Prof.(cm)	ARENAS (%) Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	LIMO (%) Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah	0-18	10,0	12,7	7,2	14,1	11,2	16,3	14,6	13,8	59,8
C	18-50	12,4	11,4	7,2	14,7	13,5	10,4	19,8	10,6	47,7

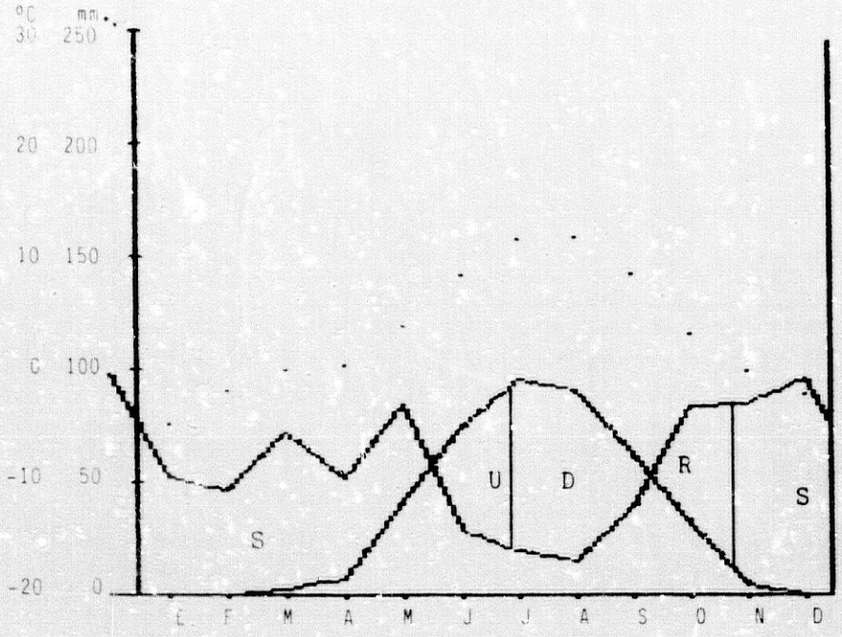
Hor.	C.O %	N.%	C/N	Capacidad y bases (meq/100 g) Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T	V%	pH H2O	pH ClK	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g
Ah	2,72	0,209	13,0	3,28	0,57	0,02	0,22	10,44	39,2	5,7	4,6	11,7	10,36
C	0,97	0,093	10,4	0,80	0,21	0,04	0,04	6,00	19,2	5,4	4,1	14,9	1,88

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%) 1/3 atm.	15 atm.	Coef. Disp. Cd	Cd'	Fe_2O_3 (%) Total	Libre	Fe l/FeT
Ah	-	20,47	8,93	25,3	98,6	5,26	2,07	0,39
C	-	14,89	5,59	45,1	89,8	3,75	1,96	0,52

PERFIL : 7

CAPACIDAD DE RETENCION : 70.7

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	3.7	85.5	31.9	31.9	53.6	53.6	---	---
NOV.	0.3	85.9	4.1	4.1	17.1	70.7	64.8	---
DIC.	-1.8	98.4	---	---	---	70.7	98.4	---
ENE.	-4.9	52.3	---	---	---	70.7	52.3	---
FEB.	-1.9	45.8	---	---	---	70.7	45.8	---
MAR.	0.1	72.4	2.0	2.0	---	70.7	70.3	---
ABR.	0.4	51.9	7.1	7.1	---	70.7	44.9	---
MAY.	3.9	85.3	42.1	42.1	---	70.7	43.2	---
JUN.	8.6	29.5	75.2	75.2	-45.7	25.0	---	---
JUL.	11.8	19.0	95.6	44.0	-25.0	---	---	51.5
AGO.	12.3	15.0	92.2	15.0	---	---	---	77.1
SEP.	8.7	39.5	63.4	39.5	---	---	---	23.9
TOTAL	3.4	680.6	413.5	260.9	---	---	419.7	152.6



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Crífco

PERFIL No.- 6

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: **Cambisol úmbrico.**(FAO;1983); **Cryumbrept éntico.**(USDA); **Cambisol húmico.**(FAO;1974).
Fecha de observación: 19-9-1.984
Provincia: Granada
Situación: Base del Cerro de Hornillos (Pto. de la Ragua)
Coordenadas U.T.M.: 4.971-41.074
Altitud: 2.100 m.
Posición fisiográfica: Pie de monte (inicio de vaguada)
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 23%. Clase 4. Moderadamente escarpado
Orientación: N
Uso: Ganadero
Material original: Micasquistos grafitosos con feldespato, cloritoide y biotita
Drenaje: Clase 3. Moderadamente bien drenado
Condiciones de humedad: Seco desde la superficie
Pedregosidad: Clase 2. Pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 1. Moderadamente rocoso
Erosión: Eólica e hídrica laminar moderada
Vegetación:

Cobertura: 80% Altura media: 30 cm. Area de inventario: 150 m²

Festuca indigesta subsp. **hackeliana**	4-4	**Corynephorus canescens**	2-2
Cytisus oromediterraneus	2-2	**Deschampsia flexuosa** subsp. **iberica**	2-2
Festuca scariosa	2-2	**Festuca pseudeskia**	1-1
Berberis hispanica	1-1	**Arnoseris minima**	1-1
Plantago subulata var. **granatensis**	1-1	**Hieracium castellanum**	+
Potentilla nevadensis var. **condensata**	+	**Arenaria pungens**	+
Linaria aeruginea var. **aeruginea**	+	**Marrubium supinum**	+
Genista versicolor	+	**Rosa pouzinii** var. **pubescens**	+

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-12	Color pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo y de pardo a pardo oscuro (10YR4/3) en seco; textura franco arenosa y estructura migajosa débil de fina a muy fina; muy friable, blando, ligeramente adherente y ligeramente plástico; porosidad muy abundante, poros finos y muy finos, continuos, caóticos, exped e imped; frecuentes fragmentos rocosos tamaño grava, angulosos, de naturaleza esquistosa y poco alterados; buena actividad biológica; muy abundantes raíces finas y muy finas, con alguna mediana; límite neto y plano.
AC	12-27	Color pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo y de pardo a pardo oscuro (10YR4,5/3) en seco; textura franco arenosa y estructura débil de migajosa fina-muy fina a grano suelto; ligeramente adherente, no plástico y suelto; abundantes poros finos y medianos, predominantemente intersticiales; abundantes fragmentos rocosos tamaño grava y alguna piedra, planos, de naturaleza esquistosa y poco alterados; moderada actividad biológica; raíces muy abundantes finas y muy finas; límite neto y plano.

C 27-55 Color de pardo oscuro a pardo amarillento oscuro (10YR4/3,5) en húmedo y de pardo a pardo amarillento claro (10YR6/3,5) en seco; textura franco arenosa y sin estructura, de grano suelto; no adherente y no plástico; poros abundantes, medianos y gruesos, dispuestos principalmente de forma horizontal debido a la disposición de las lajas (Gelifractos); fragmentos rocosos muy abundantes, tamaño grava y piedra, planos y angulosos, de naturaleza esquistosa y poco alterados; actividad biológica poco apreciable; pocas raíces finas y medianas. La tierra fina representa más del 20% del total del horizonte.

RESULTADOS ANALITICOS

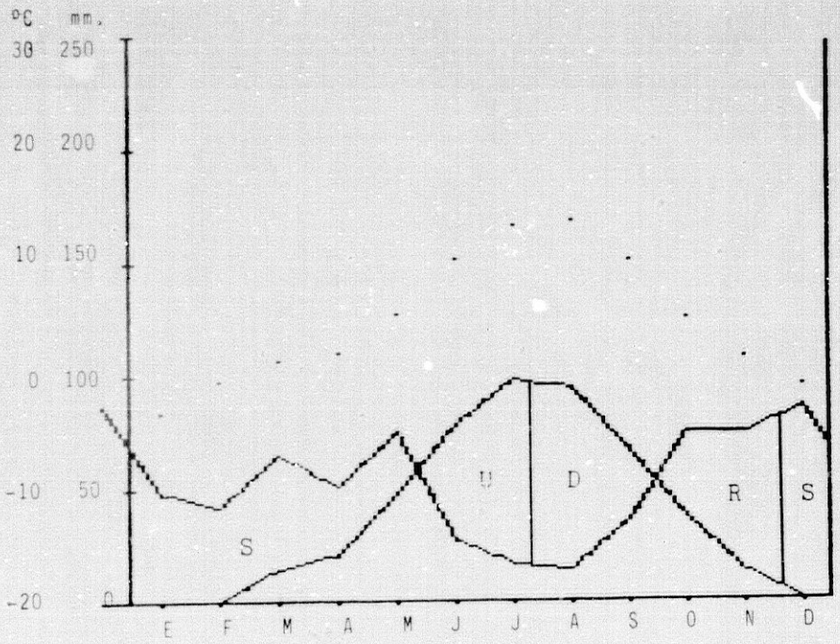
Hor.	Prof.(cm)	ARENAS (%)					LIMO (%)		ARCILLA	UNIFIED
		Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	Grueso	Fino		
Ah	0-12	10,4	11,0	6,0	12,9	12,8	14,5	19,5	12,8	53,9
AC	12-27	11,3	9,5	6,0	13,1	14,1	11,9	21,1	12,9	53,7
C	27-55	13,0	10,3	54,4	12,3	13,0	13,0	22,9	9,9	52,4

Hor.	C.O %	N.%	C/N	Capacidad y bases (meq/100 g)					V%	pH		P_2O_5	K_2O
				Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T		H2O	ClK	mg/100g	mg/100g
Ah	5,15	0,311	16,6	2,73	0,63	0,05	0,27	13,56	27,1	5,0	4,0	16,5	12,72
AC	2,13	0,187	11,4	1,41	0,30	0,03	0,09	11,11	16,5	5,2	3,9	28,1	4,24
C	1,26	0,116	10,9	0,94	0,22	0,05	0,04	8,00	15,6	5,2	4,0	37,2	1,88

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%)		Coef. Disp.		Fe_2O_3 (%)		Fe l/FeT
		1/3 atm.	15 atm.	Cd	Cd'	Total	Libre	
Ah	-	30,05	13,7	22,0	87,9	6,90	1,41	0,20
AC	-	20,82	7,85	25,6	86,2	6,82	1,27	0,19
C	-	23,50	6,21	-	-	6,98	2,53	0,36

PERFIL : 8 CAPACIDAD DE RETENCION : 115.2

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	5.4	76.4	36.7	36.7	39.7	39.7	---	---
NOV.	1.7	75.4	13.1	13.1	62.3	102.0	---	---
DIC.	-0.6	86.5	---	---	13.2	115.2	73.3	---
ENE.	-3.3	47.8	---	---	---	115.2	47.8	---
FEB.	-0.5	42.3	---	---	---	115.2	42.3	---
MAR.	1.5	65.1	13.8	13.8	---	115.2	51.3	---
ABR.	2.1	51.4	19.6	19.6	---	115.2	31.8	---
MAY.	5.6	75.1	47.5	47.5	---	115.2	27.6	---
JUN.	10.4	27.3	78.7	78.7	-51.4	63.8	---	---
JUL.	13.6	15.9	99.0	79.7	-63.8	---	---	19.3
AGO.	14.0	14.2	95.0	14.2	---	---	---	80.8
SEP.	10.5	35.5	66.5	35.5	---	---	---	31.0
TOTAL	5.0	612.9	469.9	338.8	---	---	274.1	131.1



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Críico

PERFIL No.- 9

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: Leptosol úmbrico?.(FAO;1985); Cryumbrept éntico.(USDA); Ranker.(FAO;1974).
Fecha de observación: 19-9-1.984
Provincia: Granada
Situación: Zona alta del Barranco de la Zanja (Pto. de la Ragua)
Coordenadas U.T.M.: 4.967-41.077
Altitud: 2.140 m.
Posición fisiográfica: Ladera de solifluxión
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 32%. Clase 5. Escarpado
Orientación: E-SE
Uso: Forestal y ganadero
Material original: Micasquistos grafitosos con feldespato, cloritoide y biotita (coluvios)
Drenaje: Clase 4. Bien drenado
Condiciones de humedad: Seco desde la superficie
Pedregosidad: Clase 3. Muy pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 1. Moderadamente rocoso
Erosión: Hídrica laminar, moderada
Vegetación:

Cobertura: 90% Altura media: 3 m. Area de inventario: 150 m²

Genista versicolor	4-4	**Pinus sylvestris** var. **nevadensis**	3-3
Cytisus oromediterraneus	2-1	**Deschampsia flexuosa** subsp. **iberica**	2-2
Festuca indigesta subsp. **hackeliana**	2-2	**Marrubium supinum**	1-2
Koeleria crassipes subsp. **nevadensis**	2-2	**Hieracium castellanum**	1-1
Rosa sicula var. **gracilens**	1-1	**Berberis hispanica**	1-1
Scabiosa turolensis subsp. **turolensis**	1-1	**Verbascum nevadense**	+
Sesamoides canescens subsp. **suffruticosa**	+	**Reseda complicata**	+

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-10	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo y pardo grisáceo (10YR5/2) en seco; textura franco arenosa y estructura de migajosa fina a bloques subangulares finos y medianos; friable, blando, ligeramente adherente y no plástico; abundantes poros finos y muy finos, continuos, caóticos, exped e imped; fragmentos rocosos tamaño grava, planos y angulares, de naturaleza esquistosa; buena actividad biológica; raíces abundantes, muy finas, finas y medianas; límite neto y plano.
AC	10-23	Color pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo y pardo (10YR5/3) en seco; textura franco arenosa y estructura moderada de migajosa fina a bloques subangulares medianos y finos; ligeramnete adherente, algo plástico, friable y blando; poros muy abundantes, continuos y caóticos, exped; fragmentos rocosos de frecuentes a abundantes de naturaleza esquistosa; buena actividad biológica; raíces comunes, finas, muy finas y medianas; límite neto y plano.

C	>23 hasta 72	Color de pardo a pardo oscuro (10YR4/3) en húmedo y pardo pálido (10YR6/3) en seco; textura franco arenosa y sin estructura, de grano suelto, con muy escasos bloques subangulares finos; poros muy abundantes, continuos y caóticos, fundamentalmente intersticiales; fragmentos rocosos tamaño grava y piedra, planos, angulosos, de igual naturaleza que en el horizonte AC y poco meteorizados; actividad biológica moderada; escasas raíces finas, muy finas y medianas. El material fino representa más del 20% del total del horizonte.

RESULTADOS ANALITICOS

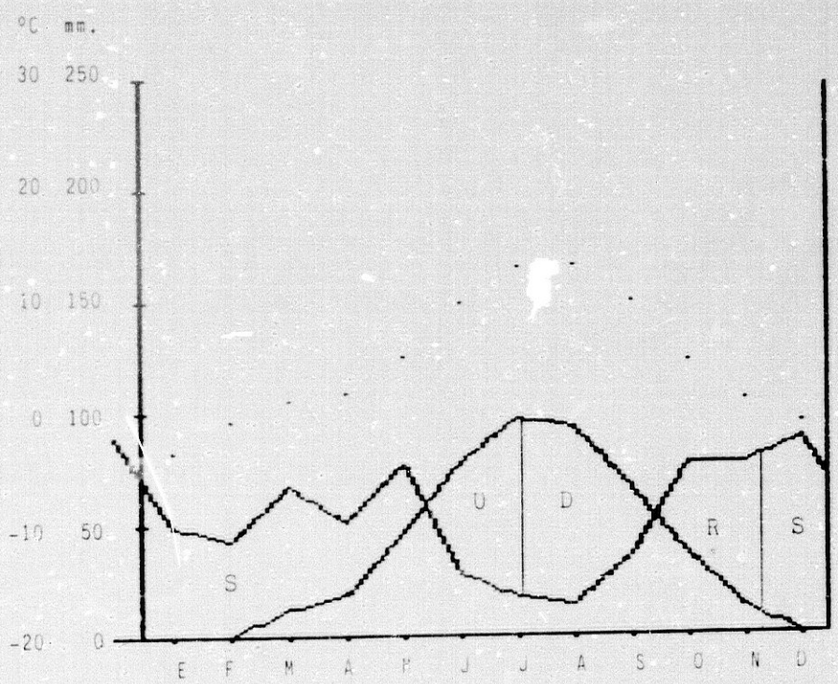
Hor.	Prof.(cm)	ARENAS (%) Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	LIMO (%) Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah	0-10	10,9	9,5	6,8	10,9	13,1	12,6	14,7	12,7	46,1
AC	10-23	8,4	7,9	6,7	20,2	13,6	11,1	21,2	10,8	45,8
C	23-45	9,6	7,3	3,8	21,7	11,8	11,1	20,8	13,6	52,2

Hor.	C.O %	N.%	C/N	Capacidad y bases (meq/100 g) Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T	V%	pH H2O	pH ClK	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g
Ah	3,37	0,204	16,5	2,81	0,50	0,02	0,24	10,22	34,9	5,4	4,6	21,5	11,3
AC	1,75	0,139	12,6	0,78	0,21	0,06	0,07	8,89	12,6	5,2	4,1	28,5	3,3
C	0,82	0,079	10,4	0,63	0,16	0,06	0,07	6,44	14,3	5,3	4,0	32,7	3,3

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%) 1/3 atm.	15 atm.	Coef. Disp. Cd	Cd'	Fe_2O_3 (%) Total	Libre	Fe l/FeT
Ah	-	20,71	8,28	24,5	94,2	2,85	1,65	0,58
AC	-	21,77	6,96	37,3	100	6,9	1,76	0,25
C	-	20,30	6,23	-	-	7,1	1,78	0,25

PERFIL : 9 CAPACIDAL DE RETENCION : 88.4

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	8.4	106.3	46.3	46.3	60.1	60.1	---	---
NOV.	2.8	64.8	15.3	15.3	28.3	88.4	21.2	---
DIC.	-0.4	90.9	---	---	---	88.4	90.9	---
ENE.	-0.7	109.3	---	---	---	88.4	109.3	---
FEB.	-1.7	86.2	---	---	---	88.4	86.2	---
MAR.	1.2	85.0	8.8	8.8	---	88.4	76.2	---
ABR.	3.5	86.9	24.0	24.0	---	88.4	62.9	---
MAY.	7.3	43.6	51.1	51.1	-7.5	80.9	---	---
JUN.	11.8	26.0	79.7	79.7	-53.8	27.1	---	---
JUL.	15.9	6.0	106.5	33.2	-27.1	---	---	73.3
AGO.	16.7	8.0	104.2	8.0	---	---	---	96.2
SEP.	13.0	28.7	73.0	28.7	---	---	---	44.3
TOTAL	6.5	741.7	508.9	295.1	---	---	446.7	213.8



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Críico

PERFIL No.- 10

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: Regosol districo leptico.(FAO;1985); Cryorthent litico.(USDA); Regosol districo.(FAO;1974)
Fecha de observación: 19-9-1.984
Provincia: Granada
Situación: Zona superior de la Rinconada (Puerto de la Ragua)
Coordenadas U.T.M.: 4.957-41.087
Altitud: 2.200 m.
Posición fisiográfica: Cumbre de pendiente suavemente cóncava
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 10%. Clase 3. Moderadamente escarpado
Orientación: N
Uso: Forestal y ganadero
Material original: Micasquistos grafitosos
Drenaje: Clase 4. Bien drenado
Condiciones de humedad: Seco
Pedregosidad: Clase 3. Muy pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 0. Sin rocas
Erosión: Hídrica laminar moderada y eólica intensa
Vegetación:

Cobertura: 70% Altura media: 3 m. Area de inventario: 150 m²

Pinus sylvestris var. **nevadensis**.....3-3	**Cytisus oromediterraneus**.....3-3
Thymus serpylloides subsp. **gadorensis**.....2-2	**Thymus serpylloides** subsp. **serpylloides**.....1-1
Teucrium aureum subsp. **angustifolium**.....1-1	**Sideritis glacialis** var. **glacialis**.....2-1
Festuca indigesta subsp. **hackeliana**.....2-2	**Deschampsia flexuosa** subsp. **iberica**.....2-1
Scabiosa turolensis subsp. **turolensis**.....1-1	**Marrubium supinum**..... +
Genista versicolor..... +	

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-14	Pardo rojizo oscuro (5YR3/3) en húmedo y pardo rojizo (5YR5/3) en seco; textura franco arenosa y estructura moderada, de migajosa fina a mediana; ligeramente adherente y ligeramente plástico; friable en húmedo y blando en seco; abundantes fragmentos rocosos, planos, de naturaleza esquistosa y escasamente meteorizados; presentan una pátina limosa de color gris rojizo; abundante porosidad con poros de todos los tamaños; fundamentalmente exped e intersticilaes; moderada actividad biológica; raíces muy abundantes finas y muy finas; límite neto y plano.
C	14-30	Constituido por lajas grandes entre las cuales aparece un material fino con un color pardo rojizo oscuro (5YR5/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR5/4) en seco; textura franca y estructura muy débil de granular fina a grano suelto; ligeramente adherente y ligeramente plástico; friable en húmedo y ligeramente en seco; su porosidad es menor, aunque en conjunto es elevada debido a la gran abundancia de fragmentos rocosos; aparecen pocas raíces finas y medianas.
R	>30	Micasquistos grafitosos.

RESULTADOS ANALITICOS

Hor.	Prof.(cm)	ARENAS (%) Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	LIMO (%) Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah	0-14	12,5	10,0	4,6	10,1	12,4	14,7	18,2	17,4	56,6
C	14-30	9,5	7,1	4,7	10,2	12,4	11,7	23,9	20,5	63,2

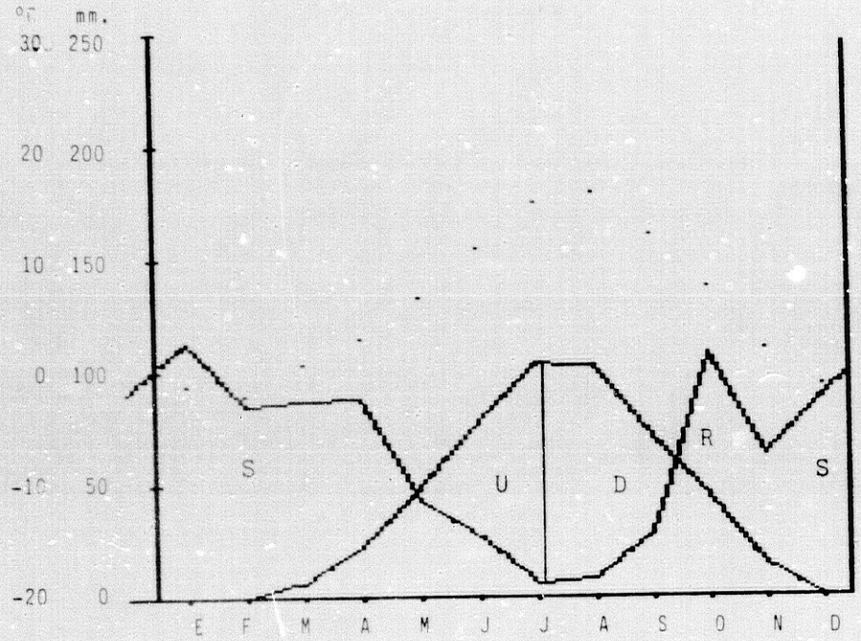
Hor.	C.O %	N.%	C/N	Capacidad y bases (meq/100 g) Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T	V%	pH H2O	pH ClK	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g
Ah	4,63	0,253	18,3	3,86	0,91	0,00	0,03	15,36	31,25	5,8	5,1	26,6	7,41
C	1,51	0,133	11,4	1,53	0,45	0,00	0,59	9,12	25,28	5,7	4,6	28,8	27,79

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%) 1/3 atm.	15 atm.	Coef. Disp Cd	Cd'	Fe_2O_3 (%) Total	Libre	Fe l/FeT
Ah	-	26,72	12,16	17,4	100	6,31	2,37	0,38
C	-	22,53	9,08	13,1	95,7	14,41	2,59	0,18

PERFIL : 10

CAPACIDAD DE RETENCION : 50.5

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	7.9	109.2	45.4	45.4	50.5	50.5	13.3	---
NOV.	2.4	63.7	13.7	13.7	---	50.5	50.0	---
DIC.	-0.9	91.2	---	---	---	50.5	91.2	---
ENE.	-1.2	112.7	---	---	---	50.5	112.7	---
FEB.	-2.3	84.5	---	---	---	50.5	84.5	---
MAR.	0.7	86.9	5.7	5.7	---	50.5	81.2	---
ABR.	2.9	88.4	21.6	21.6	---	50.5	66.9	---
MAY.	6.7	43.1	49.2	49.2	-6.1	44.4	---	---
JUN.	11.2	27.2	78.1	71.6	-44.4	---	---	6.5
JUL.	15.5	6.2	105.2	6.2	---	---	---	99.0
AGO.	16.3	7.8	103.1	7.8	---	---	---	95.3
SEP.	12.6	28.4	72.2	28.4	---	---	---	43.8
TOTAL	6.0	749.4	494.2	249.7	---	---	499.7	244.6



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Frígido

PERFIL No.- 11

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: Regosol eútrico (FAO;1985); Xerorthent típico.(USDA). Regosol eútrico.(FAO;1974)
Fecha de observación: 18-2-1.984
Provincia: Granada
Situación: Ladera oeste del barranco del Arroyo Alcázar
Coordenadas U.T.M.: 4.836-41.110
Altitud: 1.520 m.
Posición fisiográfica: Ladera de gran pendiente
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 60-70%. Clase 6. Muy escarpado
Orientación: E
Uso: Forestal
Material original: Micasquistos grafitosos con intercalaciones de filitas violáceas
Drenaje: Clase 5. Algo excesivamente drenado, drenaje preferentemente lateral
Condiciones de humedad: Húmedo todo el perfil
Pedregosidad: Clase 3. Muy pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 4. Extremadamente rocoso
Erosión: Intensa erosión hídrica laminar, en surcos y cárcavas
Vegetación:

Cobertura: 80% Altura media: 8 m. Area de inventario: 150 m²

Pinus pinaster subsp. **pinaster**	4-4	**Adenocarpus decorticans**	2-1
Quercus rotundifolia	1-1	**Thymus mastichina**	2-2
Psoralea bituminosa	2-1	**Eryngium campestre**	2-1
Dactylis glomerata subsp. **hispanica**	1-1	**Andryala integrifolia**	+
Rumex induratus	1-1	**Campanula rapunculus**	+
Berberis hispanica	+	**Helichrysum stoechas**	+
Festuca scariosa	+		

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-10	Color pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y3/2) en húmedo y pardo grisáceo (2,5Y5/2) en seco; textura arenosa franca y estructura de migajosa fina a bloques subangulares finos, débil; muy friable, blando, no adherente y no plástico; porosidad muy abundante, poros de todo tipo, continuos, caóticos y fundamentalmente exped; fragmentos rocosos muy abundantes, tamaño grava, piedra y algún pedregón, planos angulosos y de naturaleza esquistosa y filítica, medianamente meteorizados; moderada actividad biológica; escaso contenido en raíces finas y muy finas; se aprecia la existencia de micelios blancos de hongos; límite neto y ligeramente ondulado.
C1	10-35	Color gris muy oscuro (2,5Y3/0) en húmedo y (2,5Y5/0) en seco; textura arenosa franca y sin estructura manifiesta, de grano suelto; no adherente y no plástico; fragmentos rocosos muy abundantes de todos los tamaños y muy alterados, se deshacen con la mano; porosidad abundante, poros gruesos e intersticiales

fundamentalmente; escaso contenido en raices finas, medianas, alguna gruesa; límite gradual y plano.

C2 35-52 Muy semejante al horizonte C1 del que se diferencia por una menor alteración; textura franca y sin estructura; escasas raices medianas y gruesas.

RESULTADOS ANALITICOS

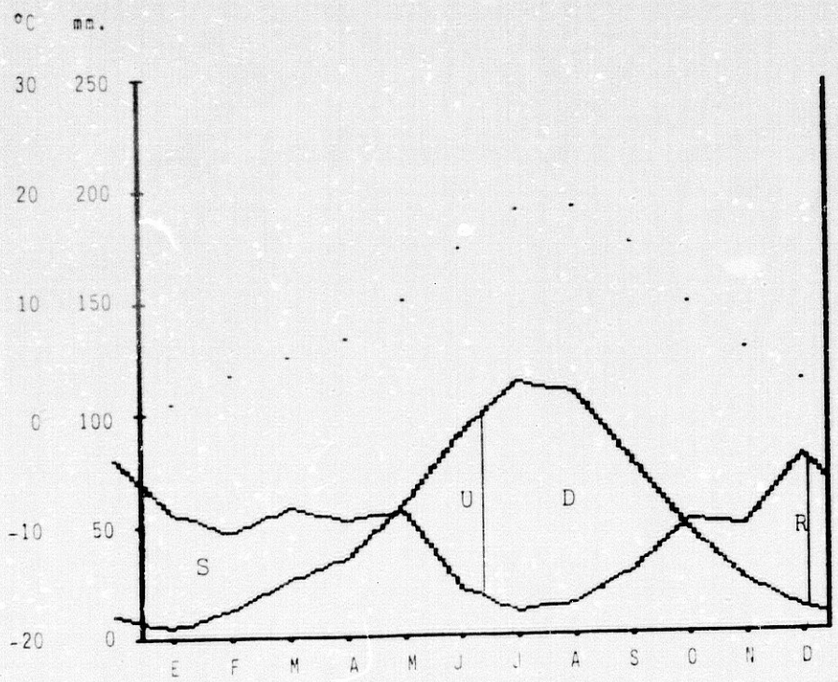
Hor.	Prof.(cm)	ARENAS (%) Muy gruesa	Gruesa	Mediana	Fina	Muy fina	LIMO (%) Grueso	Fino	ARCILLA	UNIFIED
Ah	0-10	18,9	18,7	11,3	16,4	9,1	7,4	12,4	5,8	30,2
C1	10-35	16,4	19,5	11,9	16,2	9,4	7,0	14,0	5,6	31,2
C2	35-52	17,0	20,5	12,2	14,6	8,3	5,6	17,0	4,8	31,7

Hor.	C.O %	N.%	C/N	Capacidad y bases (meq/100 g) Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	T	V%	pH H2O	pH ClK	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g
Ah	2,15	0.089	24,2	3,59	1,36	0,05	0,07	6,67	76,01	6,8	5,2	23,8	3,3
C1	1,27	0,087	14,6	2,73	1,21	0,07	0,04	5,33	76,0	7,0	6,3	20,3	1,88
C2	1,31	0,081	16,2	1,72	1,56	0,02	0,00	4,22	78,2	6,7	6,4	19,0	0,00

Hor.	CO_3Ca(eq) (%)	Humedad (%) 1/3 atm.	15 atm.	Coef. Disp. Cd	Cd'	Fe_2O_3 (%) Total	Libre	Fe l/FeT
Ah	-	12,46	4,15	39,0	70,9	13,81	1,99	0,14
C1	-	11,71	3,70	29,6	73,5	14,86	1,78	0,12
C2	-	12,73	3,02	-	-	15,77	1,54	0,10

PERFIL : 11 CAPACIDAD DE RETENCION : 65.8

	TEMP	PREC	ETP	ETR	VR	RU	EX	DEF
OCT.	10.1	51.4	46.4	46.4	5.0	5.0	---	---
NOV.	5.9	48.7	22.8	22.8	25.9	30.9	---	---
DIC.	2.9	79.6	10.5	10.5	34.9	65.8	34.2	---
ENE.	1.1	55.5	3.8	3.8	---	65.8	51.7	---
FEB.	3.3	47.1	12.3	12.3	---	65.8	34.8	---
MAR.	5.3	57.8	24.8	24.8	---	65.8	33.0	---
ABR.	6.8	52.4	34.7	34.7	---	65.8	17.7	---
MAY.	10.1	55.6	58.9	58.9	-3.3	62.5	---	---
JUN.	15.1	20.8	91.0	83.3	-62.5	---	---	7.7
JUL.	18.4	9.7	114.3	9.7	---	---	---	104.5
AGO.	18.7	14.2	108.6	14.2	---	---	---	94.4
SEP.	15.3	27.5	77.6	27.5	---	---	---	50.1
TOTAL	9.4	520.4	605.7	349.0	---	---	171.4	256.7



Régimen de humedad: Xérico

Régimen de temperatura: Mésico

PERFIL No.- 12

CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS

Clasificación: **Cambisol eútrico.(FAO;1985); Xerochrept típico.(USDA); Cambisol eútrico.(FAO;1974).**
Fecha de observación: 19-12-1.984
Provincia: Granada
Situación: Margen oriental del Barranco del arroyo Alcázar
Coordenadas U.T.M.: 4.840-41.111
Altitud: 1.535 m.
Posición fisiográfica: Ladera de fuerte pendiente
Forma del terreno circundante: Montañoso
Pendiente: 60%. Clase 6. Muy escarpado
Orientación: O
Uso: Forestal y ganadero
Material original: Micasquistos grafitosos con feldespato, biotita y cloritoide
Drenaje: Clase 4. Bien drenado
Condiciones de humedad: Húmedo todo el perfil
Pedregosidad: Clase 3. Muy pedregoso
Afloramientos rocosos: Clase 3-4. Muy rocoso a extremadamente rocoso
Erosión: Hídrica laminar, surcos y cárcavas. Muy intensa donde no existe vegetación
Vegetación:

Cobertura: 70% Altura media: 3 m. Area de inventario: 150 m²

Quercus rotundifolia.....3-3
Thymus mastichina.....2-2
Koeleria vallesiana subsp. vallesiana.....2-2
Dactylis glomerata subsp. hispanica.....2-2
Thymus zygis subsp. gracilis.....2-2
Artemisia campestris subsp. glutinosa.....1-1
Campanula rapunculus.....1-1
Eryngium campestre.....1-1
Helichrysum stoechas..... +
Rosa canina..... +
Anthyllis vulneraria subsp. arundana..... +
Adenocarpus decorticans.....3-2
Cytisus scoparius.....2-3
Festuca scariosa.....1-2
Helleborus foetidus.....2-1
Paronychia suffruticosa.....1-2
Prunus ramburii.....1-1
Dianthus subacaulis subsp. brachyanthus.....1-1
Centaurea pulvinata.....1-1
Berberis hispanica..... +
Crataegus monogyna subsp. brvispina..... +
Sorbus domestica..... +

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-10	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo y pardo grisáceo (10YR5/2) en seco; textura franco arenosa y moderada estructura migajosa mediana y fina, con tendencia a laminar por efecto de los restos vegetales; friable, blando, ligeramente adherente y ligeramente plástico; porosidad muy abundante, con poros de todos los tamaños, continuos, cabticos, exped e imped; escasos fragmentos rocosos, tamaño grava, planos, angulosos y con ligera alteración pelicular; buena actividad biológica; raíces comunes, finas y muy finas; límite gradual y plano.
Bw1	10-22	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo y pardo grisáceo (10YR5/2) en seco; textura franco arenosa y moderada estructura en bloques angulares y subangulares finos y muy finos; friable, blando, ligeramente plástico y