

«LOS SUELOS EN EL PAISAJE  
DE LA ALFAGUARA»  
(SIERRA DE ALFACAR-GRANADA)

1983

INÉS GARCÍA FERNÁNDEZ



Biblioteca Universitaria de Granada



01115785



Prad. T. 5-53

T 8/78

José Aguilar Ruiz, Catedrático de Edafología  
de la Facultad de Ciencias, certifica que la Tesis Doctoral  
del presentada por la Sra D<sup>ña</sup> Inés García Fernández  
fue leída el día 30 de Septiembre de 1983, y obtuvo la  
calificación de sobresaliente "Cum laude"  
Prueba 6. Febrero de 1984



- D. Miguel Selgado Rodríguez.
- D. Manuel Roman Ceba.
- D. José Aguilar Ruiz.
- D. Carlos Dorrousoo Fernández.
- D. Alpedro Polo Sanchez.

El que suscribe, JOSE AGUILAR RUIZ, Catedrático de Edafología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada, ha examinado la Tesis Doctoral presentada por Dn<sup>a</sup> Ines Garcia Fernandez, titulada : " Los Suelos en el Paisaje de la Alfaguara (Sierra de Alfacar-Granada)", y considerando que cumple los requisitos exigidos por la legislación vigente para la obtención del Título de Doctor en Ciencias Químicas, no tiene inconveniente en ser el ponente de la misma.

Granada uno de septiembre de 1983



Fdo. José Aguilar Ruiz.

Deseo expresar, en primer lugar, mi agradecimiento a los directores de este trabajo Prof. Dr. D. Miguel Delgado Rodríguez, Director del Departamento de Edafología de la Fac. de Farmacia de Granada y Prof. Dr. D. Mariano Simón Torres, Agregado interino de dicho Departamento, por el asesoramiento que en todo momento me han prestado.

Al Prof. Dr. D. Francisco Valle Tendero por su inestimable colaboración en el capítulo de vegetación.

A los Drs. D. Alfredo Polo Sanchez y D. Gonzalo Almendros Martin de la Sección de Humus del Instituto de Edafología de Madrid, que tan amablemente han colaborado en la caracterización de la materia orgánica de los suelos.

Por último a todos los que de una u otra forma hayan hecho posible la realización de este trabajo.

A mis hijas

" LOS SUELOS EN EL PAISAJE DE LA ALFAGUARA "  
(SIERRA DE ALFACAR - GRANADA)

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA	
GRANADA	
N.º Documento	614872638
N.º Copia	16084986

Memoria presentada por la Lda.en Ciencias,  
Sección de Químicas, INES GARCIA FERNANDEZ, para  
aspirar al grado de DOCTOR EN CIENCIAS.

Granada uno de septiembre de 1.983

*Jesús García*

Tesis realizada en el Departamento de Edafología de la  
Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada, bajo la dirección  
de los Profesores: Dr.D.Miguel Delgado Rodriguez, Catedrático numera  
rio de Edafología de la Fac.de Farmacia de Granada y Dr.D.Mariano  
Simón Torres, Prof.Agregado interino de dicho Departamento.

Vº Bº

Director

*M. Delgado*

Vº Bº

Director

*M. Simón*

## SUMARIO

	Pag.
A MODO DE JUSTIFICACION.....	I
INTRODUCCION.....	1
- Flujo Energético.....	2
- Ciclo Biogeoquímico.....	6
- Evolución del Paisaje.....	17
LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO.....	21
FACTORES FORMADORES.....	23
- Geología.....	23
- Climatología.....	26
- Vegetación.....	35
METODOS EXPERIMENTALES.....	50
DESCRIPCION DE LAS UNIDADES PAISAJISTICAS.....	57
UNIDAD CA-1 .....	58
- Perfil nº 1.....	62
- Perfil nº 2.....	68
- Sondeo nº 1.....	73
UNIDAD CA-2 .....	75
- Perfil nº 3.....	78
- Perfil nº 4.....	83
UNIDAD CA-3 .....	86
- Perfil nº 5.....	89
- Perfil nº 6.....	93
- Perfil nº 7.....	100

UNIDAD CA-4 .....	103
- Perfil nº 8.....	106
- Perfil nº 9.....	112
- Perfil nº 10.....	121
- Sondeo nº 2.....	125
UNIDAD CA-5 .....	127
- Perfil nº 11.....	131
- Perfil nº 12.....	140
UNIDAD CA-6 .....	145
- Perfil nº 13.....	148
UNIDAD CA-7 .....	158
- Perfil nº 14.....	162
UNIDAD CA-8 .....	166
- Perfil nº 15.....	171
- Perfil nº 16.....	177
UNIDAD CA-9 .....	183
- Sondeo nº 3.....	184
UNIDAD CA-10 .....	186
- Sondeo nº 4.....	188
- Perfil nº 17.....	191
UNIDAD CA-11 .....	209
- Sondeo nº 5.....	211
- Sondeo nº 6.....	212
UNIDAD SI-1 .....	214
-Sondeo nº 7.....	216
- Perfil nº 18.....	219



UNIDAD SI-2 .....	227
- Perfil nº 19.....	232
- Perfil nº 20.....	242
- Perfil nº 21.....	250
- Perfil nº 22.....	256
- Perfil nº 23.....	273
- Perfil nº 24.....	286
 UNIDAD SI-3 .....	 291
- Perfil nº 25.....	294
 UNIDAD SI-4 .....	 298
- Perfil nº 26.....	301
- Perfil nº 27.....	310
 CONSIDERACIONES GENERALES .....	 316
 CONCLUSIONES .....	 362
 BIBLIOGRAFIA .....	 366

## A MODO DE JUSTIFICACION

El Webster's Unabridged Dictionary define la Ecologia como la ciencia que estudia la totalidad o el tipo de relaciones entre los organismos y su medio ambiente; de ahí que podamos considerarla como la ciencia que estudia los ecosistemas, los cuales tal y como fueron definidos por Tansley (116) serian cualquier area de la naturaleza desde el punto de vista de las interacciones de factores bióticos y abióticos. No obstante, en la bibliografía especializada, el concepto de ecología nos aparece como esencialmente biológico, siendo los seres vivos los protagonistas esenciales, mientras que a la parte abiótica se le reserva un papel muy modesto; así, Margalef ( 80) la define como "la biología de los ecosistemas" y Odum ( 89) como la "biología del medio".

Esta polémica, de ecología como la biología del ecosistema o como el ecosistema en sí, se ve perfectamente reflejada en el Diccionario de Términos Científicos -Técnicos de McGRAW-HILL que la define como " Estudio de las interacciones que existen entre los organismos y sus entornos. También conocida como biología ambiental." y que como vemos engloba ambas definiciones.

Lo cierto es que esta tendencia actual de los ecólogos lleva a un concepto parcial e incompleto de ecología, en el que se marginan los factores abióticos y de cuya importancia, en especial del suelo, nos daba ya muestras Platón cuando afirmaba que "el suelo es uno de los bienes mas preciados de la humanidad", y más recientemente Liebig que sostiene la teoría de que el ocaso de las civilizaciones es consecuencia de la erosión de los territorios que las sustentaban.

Esta importancia que, creemos, tiene el suelo en la configuración de los ecosistemas, es lo que ha motivado el presente trabajo; y en él, ante el sentido puramente biológico que hoy día se le da a los términos ecológicos, hemos preferido emplear el concepto de Paisaje que tiene al menos dos acepciones bien distintas: una la de la Pequeña Enciclopedia Soviética que lo define como "porción de la superficie terrestre, provista de límites naturales, donde los componentes naturales (roca, relieve, clima, suelos, agua, vegetación y mundo animal) forman un conjunto de interrelación e interdependencia" y otra la de nuestro diccionario de la Real Academia de la Lengua que lo considera como "la imagen (pintada, fotografiada o percibida) de un territorio".

Como vemos la palabra paisaje lleva implícito, por una parte las interrelaciones de los factores bióticos y abióticos y, por otra la manifestación visible de dichas interrelaciones. Gonzales Bernaldez (58) engloba ambas definiciones y considera al paisaje como "la supraestructura visible de un sistema de interacciones", definición que, por considerarla una de las más completas, será la que adoptemos en nuestro estudio.

Por lo tanto, desde un punto de vista científico, paisaje y ecosistema son conceptos equivalentes; ahora bien, si por sistema, tal y como lo define la física, entendemos "la región del espacio o porción de materia que tiene una cierta cantidad de una o más sustancias ordenadas en una o más fases" y por fase "la porción de un sistema físico que es homogéneo, que tiene límites definibles y que puede separarse físicamente de otras fases", nosotros, con el único fin de no multiplicar términos, restringiremos el concepto de ecosistema para aquellos sistemas constituidos por una sola fase, es decir que sean homogéneos, mientras que paisaje será un sistema constituido por

más de una fase. Pero tenemos que tener en cuenta que dicha homogeneidad la debemos de considerar siempre en términos relativos de escala; por ej., si observamos a la tierra desde un satélite, en su paisaje, distinguiremos dos ecosistemas uniformes como son el acuático y el terrestre; no obstante si nos acercamos más a la superficie terrestre y la observamos a vuelo de avión, en el paisaje que se presente ante nosotros podremos distinguir ecosistemas muy variados como bosques, prados, matorrales, etc. y si finalmente nos acercamos más y nos adentramos en un bosque homogéneo, en su paisaje, podremos distinguir diversos ecosistemas en función, por ejemplo, del nivel de estratificación. Por lo tanto, lo que a una distancia consideramos como ecosistema (ó sistema uniforme) a otra menor lo consideraremos como paisaje (ó sistema variado), ya que el mayor detalle nos hace distinguir en él diferentes ecosistemas que antes por efecto de la escala no distinguíamos y lo considerábamos como uniforme.

## INTRODUCCION

Nuestro estudio se va a centrar fundamentalmente en las relaciones suelo-paisaje y en él analizaremos, siguiendo la definición de Gonzalez Bernaldez, la influencia que el suelo tiene en el desarrollo del paisaje como supraestructura visible y como sistema de interacciones.

Como supraestructura visible, el número de elementos que intervienen en la constitución del paisaje así como su variabilidad, es tan grande, que las posibles combinaciones son enormes. Sin embargo en la mente de todos está la existencia de paisajes característicos, debido a que subordinamos toda una serie de elementos a unos pocos que se encuentran asociados y combinados de una manera característica en cada uno de ellos. La existencia de estos modelos repetitivos en la naturaleza fué lo que motivo en los edafólogos la conveniencia de la creación de unidades cartográficas, en las que se asocian suelos diferentes desde un punto de vista taxonómico pero que suelen aparecer juntos; así en 1935, Milne desarrolló el célebre concepto de catena como unidad cartográfica en la que se agrupan suelos asociados a determinadas formas topográficas.

Como vemos hay una correspondencia recíproca entre suelos y paisaje, correspondencia que es tanto más estrecha cuanto mayor es el grado evolutivo que alcanza el paisaje, llegando al máximo en la climax, donde, por otra parte, el equilibrio entre ambos es tan sutil que cualquier alteración del paisaje provocaría una alteración del suelo con consecuencias que pueden llegar a ser muy graves e irreversibles para el entorno ecológico.

Como sistema de interacciones, en el paisaje tienen lugar dos grandes procesos globales que son el flujo energético y el ciclo biogeoquímico de los elementos minerales; ambos implican una interacción entre el medio biótico y abiótico, son la esencia de la dinámica del paisaje y constituyen la razón de ser de los miles de procesos que tienen lugar en él.

Dada su importancia pasaremos a hacer un análisis de los mismos, en especial de las partes que se desarrollan en el suelo o que tienen relación con él. Un esquema de estos procesos lo podemos ver en la Fig. nº 1.

#### FLUJO ENERGETICO.-

La practica totalidad de la energía recibida por la superficie terrestre proviene en última instancia del sol. De la radiación solar total, aproximadamente el 42% es reflejada, un 33 % por las nubes y un 9 % por el polvo; otro 10 % es absorbida por el ozono, el oxígeno, el vapor de agua y el ácido carbónico, o dispersada difusamente por las moléculas del aire y pequeñas partículas en suspensión. Así pues, solamente un 48 % de la radiación solar total llega a la superficie terrestre, parte de la cual, a su vez, es reflejada a la atmósfera.

Esta energía radiante es transformada en energía química por las plantas verdes durante la fotosíntesis y, esta a su vez es transformada en energía mecánica y térmica en el metabolismo celular de los seres vivos. En toda esta serie de transformaciones, parte de la energía radiante se transforma en energía calorífica no aprovechable, lo que hace que el flujo energético sea UNIDIRECCIONAL, por lo que se precisa un constante aporte de energía radiante por parte del sol para que la vida, tal y como la conocemos actualmente, continúe sobre nuestro planeta.

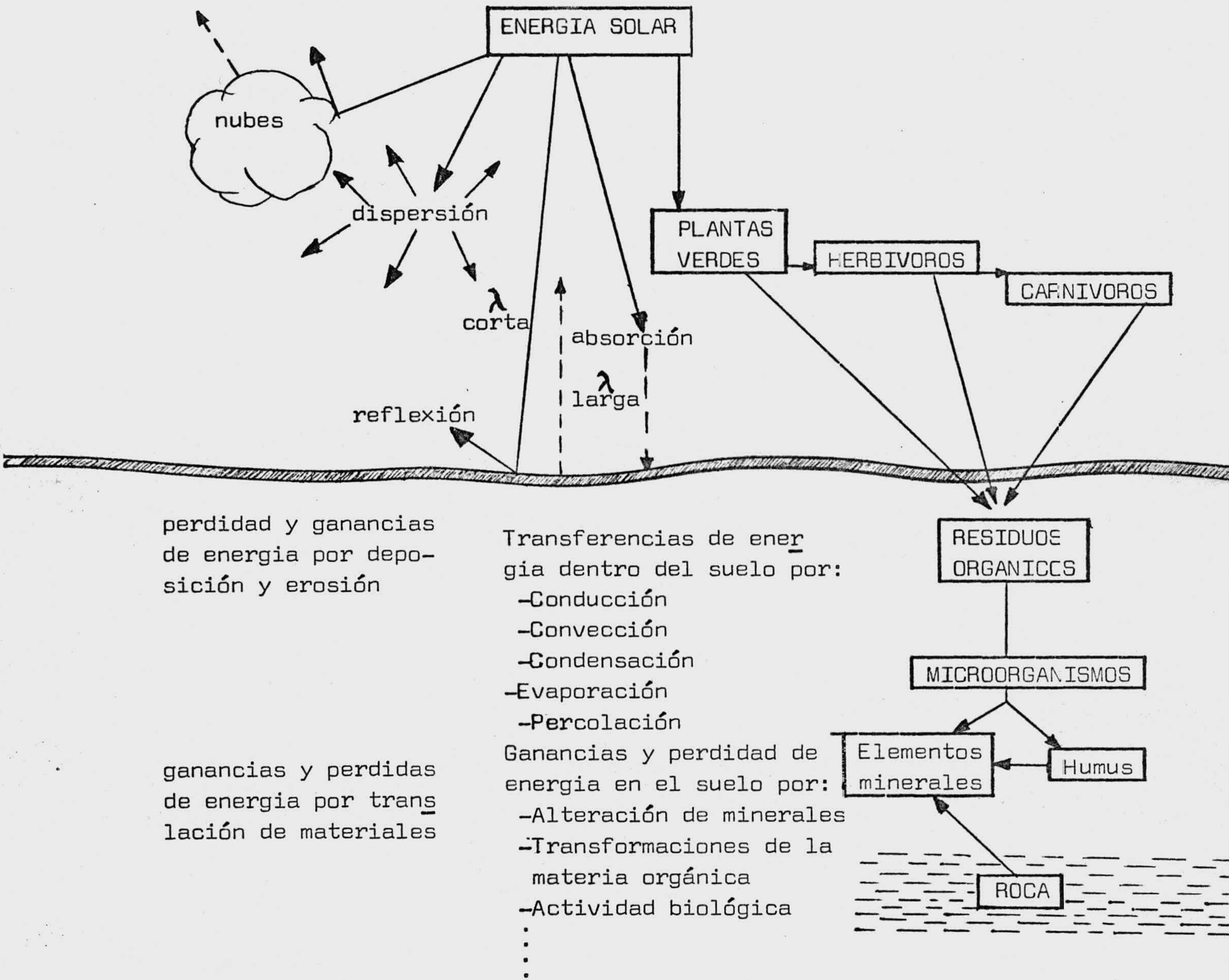


Fig.nº 1.- Esquema del funcionamiento y componentes del paisaje

Este flujo energético ha sido tratado con suficiente intensidad por la bibliografía especializada y dado que se sale del objetivo de nuestro trabajo no entraremos en detalles. Sin embargo sí vamos a analizar un aspecto del mismo que nos puede explicar, en parte, el porqué de la diversidad de ecosistemas en el paisaje, y es la influencia de la radiación solar en la humedad edáfica.

Influencia de la radiación solar en el régimen hídrico del suelo.- Como hemos mencionado anteriormente, solo una parte de la energía aportada por el sol llega al suelo, y el que este porcentaje sea mayor o menor depende de una serie de factores que podemos reunir en dos grupos:

-Uno en el que se agrupan aquellos que son constantes para cada posición geográfica, como latitud y altitud.

-Otro en el que se engloban los factores propios de cada paisaje, como topografía, orientación, color y naturaleza del suelo y cobertura vegetal, entre los más importantes.

Dado que los primeros son constantes, pasaremos a analizar aquellos otros que son variables en cada paisaje.

a) Topografía y orientación.- Ambas condicionan la cantidad de energía recibida por el suelo, como podemos observar en la figura nº 2.

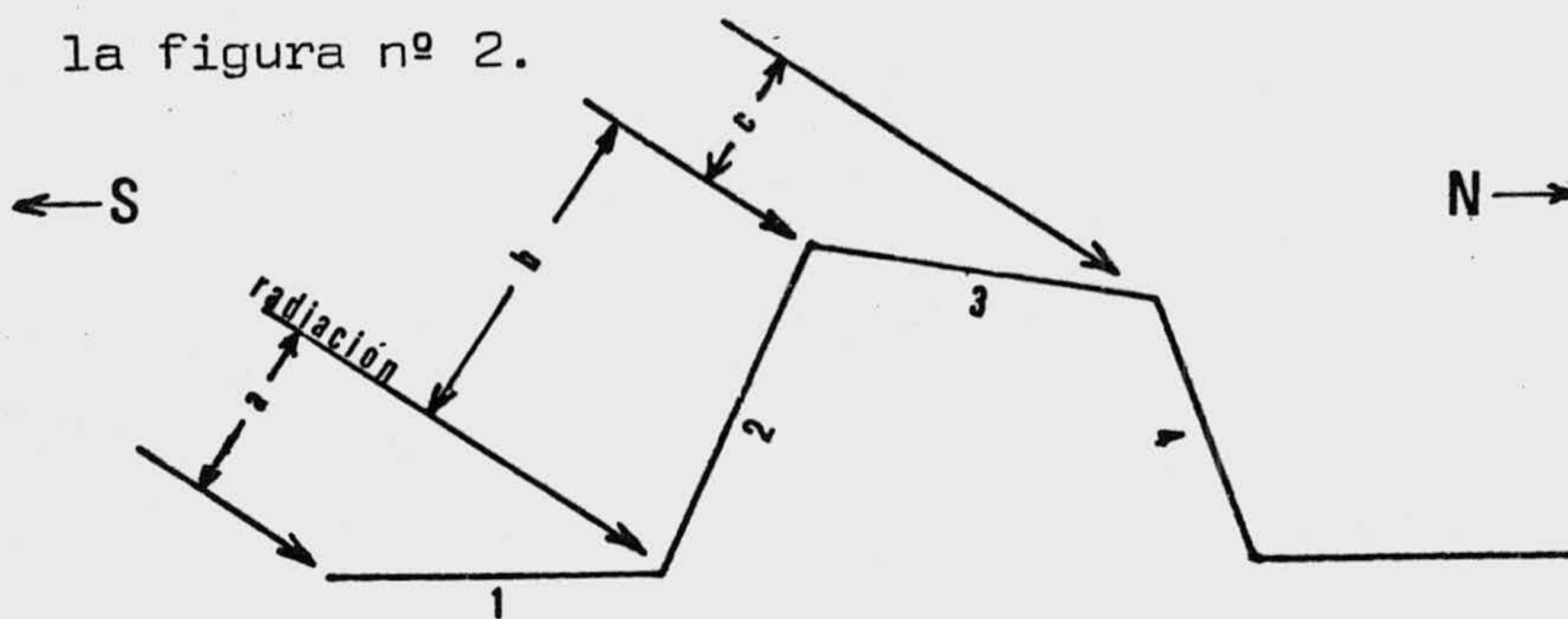


Fig. nº 2.- Variación del flujo energético en función de la topografía y orientación.



Dado que la cantidad de energía es proporcional a la anchura del flujo de radiación, esquematizados en la fig. nº 2 por a, b y c, será la zona 2 la que reciba mayor cantidad de energía, después la 1, la 3 y finalmente la 4. Si esta energía la traducimos en términos de energía térmica, tendremos que la zona 2 será la que alcance mayor temperatura, por lo que la evapotranspiración será ma yor y la humedad, tanto edáfica como ambiental, será menor.

Esta diferencia de humedad, es una de las causas que de terminan que en cada una de las zonas se implante una vegetación característica, dando así lugar a la variación paisajística de una determinada área geográfica.

Al mismo tiempo la pendiente, por sí sola, también condi ciona el régimen de humedad edáfica al determinar un mayor o menor lavado lateral de las aguas de lluvia, lo que en este caso acrecentaría la sequedad de la zona 2 con respecto a la 1 y disminuiría las diferencias entre esta y la 3.

b) Color y naturaleza del suelo.- De todos es sabido que los cuerpos blancos reflejan la casi totalidad de las radiaciones que reciben, mientras que los cuerpos negros las absorben ca si todas; según esto, se admite que los suelos oscuros pueden absor ber hasta el 80 % de la radiación incidente, mientras que en los sue los claros este valor desciende hasta el 30 %.

Con respecto a la naturaleza del suelo, no es que afecte directamente a la cantidad de energía recibida por él, sino que más bien afecta a la temperatura que alcanza el suelo para una determinada radiación energética y a la distribución de esta energía en su interior; así, el calor específico del suelo varía en función de la naturaleza de sus constituyentes, de su textura, de su conteni do en humedad, etc... y cuanto menor sea este calor específico ma-

yor temperatura alcanzará el suelo para una radiación dada. Pcr tanto, los suelos oscuros y con un calor específico bajo elevarán más su temperatura, para una radiación dada, que los claros y con alto calor específico, de ahí que potencialmente sean suelos más secos.

Por otra parte, las características del suelo como textura, estructura, contenido en coloides, profundidad, etc... influirán también en la cantidad de humedad que este suelo sea capaz de retener; por lo que la presencia de un tipo u otro de suelo influirá, a través de su régimen hídrico, en la estructura de la vegetación que se asiente sobre él.

c) Cobertura del suelo.- La cobertura del suelo (vegetación y restos vegetales), será otro de los factores que condicionen la cantidad de radiación recibida por el suelo, ya que cuanto mayor sea esta mayor será la intercepción de las radiaciones y menor la temperatura que se alcance a nivel del mismo.

No obstante, todo lo anteriormente expuesto, lo tenemos que aceptar en términos relativos, ya que si bien es cierto en un clima como el nuestro, no lo es tanto en otros climas; así en clima frío y húmedo, la radiación solar tiene de hecho un efecto beneficioso ya que no llega, por lo general, a crear unas condiciones de fuerte sequedad edáfica o ambiental y sí a elevar la temperatura lo suficiente para favorecer la actividad biológica y acelerar el ciclo biogeoquímico de los elementos minerales.

#### CICLOS BIOGEOQUIMICOS.-

Se denominan así a la circulación de elementos minerales entre el medio inorgánico y el orgánico. Al contrario que la energía, son verdaderos ciclos más o menos cerrados en función del grado evolutivo que haya alcanzado el país

saje. En la fig. nº 3 podemos ver un esquema de como se llevan a cabo estos ciclos.

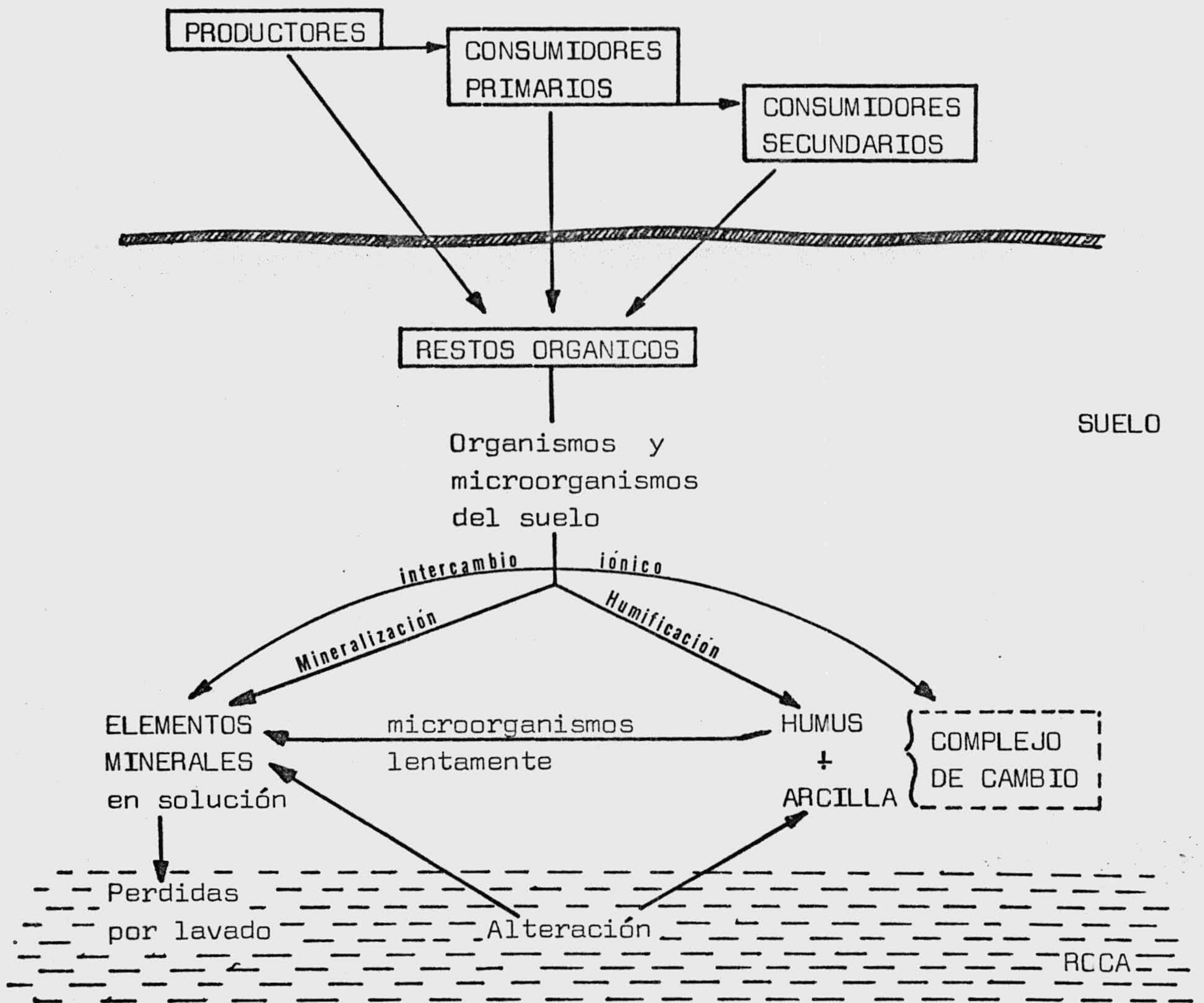


Fig. nº 3 .- Esquema del ciclo biogeoquímico de los elementos minerales.

Los restos orgánicos tanto de los productores como de los consumidores primarios y secundarios, al caer al suelo son descompuestos por los organismos y microorganismos que viven en él, dando lugar, por una parte a elementos minerales y, por otra, a unos compuestos orgánicos amorfos de naturaleza muy variada que constituyen el humus, el cual a su vez sufre un proceso de mineralización lento y da lugar a nuevos elementos minerales. El conjunto de estos elementos minerales vuelve a servir de alimento a los productores con lo que se cierra el ciclo.

Como podemos observar en la fig. nº 3, este ciclo presenta tres aspectos mutuamente relacionados entre sí y cuyo conocimiento es esencial para comprender su funcionamiento, estos son: a) Velocidad, calidad y cantidad de los elementos circulantes; b) Naturaleza de las sustancias húmicas formadas en el proceso de descomposición de los restos orgánicos y c) Naturaleza del complejo de cambio.

a) Velocidad, calidad y cantidad de los elementos circu-lantes.- Con respecto a la velocidad, dada la variada composición de los restos orgánicos, con constituyentes fácilmente atacables (proteínas, fracciones solubles, ...) y otras de difícil descomposición (lignina, ...), dependerá, por una parte, de la composición química de los restos aportados y, por otra, de las condiciones fisico-químicas del medio que son las que condicionan la población microbiana encargada de dicha descomposición. Estas condiciones fisico-químicas son fundamentalmente las siguientes:

- Temperatura.- En términos generales, a mayor temperatura mayor velocidad de descomposición; alcanzándose el óptimo, siempre que no exista otro factor limitante, a unos 35°C.

- Oxígeno.- Acelera la velocidad de descomposición al permitir la existencia en el suelo de toda una serie de microorganismos aerobios estrictos que son los que llevan a cabo la descomposición más activa de los restos orgánicos.

- Humedad.- Acelera la velocidad de descomposición siempre que no determine condiciones anaerobias, encontrándose el óptimo entre un 60 y un 80 % de la capacidad máxima de retención del suelo.

- pH.- Los valores óptimos para la mayoría de la población microbiana se encuentran en o próximos a la neutralidad.

- Nutrientes inorgánicos.- Dado que son necesarios para el normal desarrollo de la población microbiana, ésta mantendrá una relación lineal con la cantidad de nutrientes siempre que las demás condiciones sean favorables. Entre estos nutrientes, el nitrógeno es uno de los más necesarios para el crecimiento microbiano, comprobándose experimentalmente que la descomposición de los restos vegetales pobres en proteínas (p.ej. la paja) es mucho más rápida cuando al suelo se le añade nitrógeno que cuando no se hace. Según esto los restos vegetales pobres en nitrógeno se descompondrán más lentamente que los ricos.

Cuanto más cerca del óptimo se encuentren todas ellas más rápido y eficaz resultará el ciclo biogeoquímico.

En cuanto a la calidad y cantidad de los elementos circulantes vendrá determinada, en un principio, por la naturaleza de la roca, que es la que los libera en su proceso de alteración, y por las condiciones que determinan la velocidad de dicha alteración, principalmente el clima (humedad y temperatura). No obstante, para que estos elementos minerales entren en el ciclo biogeoquímico es

necesario que sean absorbidos por los productores primarios, los cuales los almacenan en sus órganos y al morir estos caen al suelo donde sufren el proceso de mineralización y vuelven a liberarse, continuando así el ciclo. Pero dado que no todos los productores tienen los mismos requerimientos nutritivos, la naturaleza de estos influirá primordialmente en la calidad y cantidad de los elementos circulantes; de hecho cuanto menores sean los requerimientos nutritivos de los productores menor será la cantidad de elementos que entren en el ciclo y mayores las pérdidas de estos por lavado, con el consiguiente empobrecimiento del suelo.

b) Naturaleza de las sustancias húmicas. - Todas las características fisico-químicas vistas en el apartado anterior, junto con la calidad de los restos orgánicos, van a influir, así mismo, en la naturaleza y proporción de las distintas sustancias húmicas que constituyen el humus y, que a su vez, ejercerán una gran influencia en determinadas propiedades del suelo como estructura, régimen hídrico, acidez, capacidad de cambio, etc... que repercutirán en la calidad del ciclo biogeoquímico.

Estas sustancias húmicas se originan por el proceso de humificación, y en él se pueden distinguir una humificación biológica, cuando en ella intervienen los microorganismos del suelo, y una humificación abiológica, cuando los microorganismos apenas juegan papel alguno.

Con respecto a la humificación biológica, Felbeck (45) propone cuatro mecanismos por los que se podrían llevar a cabo la síntesis de las sustancias húmicas, y que son:

1ª) Alteración de las plantas. - Según este mecanismo, los restos vegetales que son resistentes a la biodegradación micro

biana ( tejidos lignificados ) se alteran solo superficialmente, formando unas sustancias húmicas cuya naturaleza estaria fuertemente influenciada por la naturaleza de los restos orgánicos y que se denominan "huminas heredadas o residuales".

2º) Síntesis microbiana.- Los microorganismos utilizan los restos vegetales como fuente de energía y carbono, para sintetizar, intracelularmente, materiales húmicos de alto peso molecular. Se trata de polisacáridos microbianos que dan lugar a la llamada "humina microbiana" y que dado su origen será tanto más abundante cuanto más activo sea el medio.

3º) Polimerización química.- Por este mecanismo los restos vegetales son degradados por los microorganismos hasta pequeñas moléculas que a su vez utilizan para sintetizar fenoles y aminoácidos que son segregados al exterior donde se oxidan y polimerizan hasta sustancias húmicas. En este caso el tipo de sustancia húmica formada es independiente de la naturaleza de los restos vegetales.

4º) Autólisis de las células.- Los componentes celulares ( azúcares, fenoles, aminoácidos y otros compuestos aromáticos ), tanto de las plantas como de los microorganismos, son excretados al exterior donde se condensan y polimerizan mediante radicales libres.

Como vemos estos dos últimos mecanismos, que por otra parte son los más importantes, se basan en una polimerización de los precursores solubles (compuestos de bajo peso molecular) que se puede producir por diversas causas como:

- Aumento de la carga del precursor en cationes complejos.

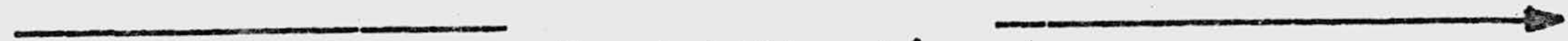
- Adsorción del precursor por compuestos minerales amorfos o cristalinos ( arcillas, alofanas, etc... )

- Pérdida por biodegradación de las cadenas laterales y de los grupos funcionales, lo que origina una disminución de las cargas.

- Policondensación de los nucleos.

y dependiendo del grado de polimerización alcanzado se formarán las distintas sustancias húmicas como podemos ver en el siguiente esquema:

Precursores ----> Ac.fúlvicos ----> Ac.húmicos pardos ----> Ac.húmicos grises ----> Huminas de insolubilización.

Polimerización e  
Insolubilización 

Estas sustancias húmicas presentan unas características y propiedades determinadas en función de su naturaleza; así, los ácidos húmicos y fúlvicos parecen estar constituidos por un núcleo central o matriz rica en unidades hidroxiquinónicas ligadas entre sí por enlaces C-C ó C-O-C (Martin, 1974), y sobre estos núcleos se fijan, con una frecuencia de distribución variable dependiente del tipo de suelo y del precursor, las cadenas protéicas o polipeptídicas por intermedio de los grupos  $\alpha$ -aminados de los aminoácidos N-terminales o de los grupos  $\epsilon$ -aminados de la lisina (Piper y Posner, 1972). La condensación molecular de ambas sustancias es función de la dimensión de los núcleos y por lo tanto de la naturaleza de los precursores fenólicos, mientras que su afinidad por los disolventes acuosos depende más del número y longitud de las cadenas laterales o periféricas de carácter higrófilo que son las que contienen los grupos -COOH terminales libres de los polipeptidos (Andreux y Metche, 1975). No obstante a pesar de estas semejanzas estructurales, los



ácidos húmicos y fúlvicos presentan marcadas diferencias que son las que les dan sus características peculiares; así, los ácidos fúlvicos se diferencian de los húmicos por mantenerse en solución a pH inferior a 2,5 debido a su menor grado de policóndensación y a su razón núcleo/cadenas laterales inferior, lo que al mismo tiempo hace que presenten un mayor contenido en grupos funcionales ácidos y que sean en general más agresivos que los ácidos húmicos. El mayor contenido en cargas aniónicas de los ácidos fúlvicos les confiere así mismo, una gran aptitud para formar complejos estables con los cationes polivalentes ( $\text{Fe}^{+++}$ ,  $\text{Al}^{+++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cu}^{++}$ , etc...) que permanecen solubles y pueden migrar en el perfil, con el consiguiente empobrecimiento del suelo; únicamente cuando la razón molar Cation/Anión alcanza un determinado valor (3-6) estos complejos flocculan, lo que explica, en parte, su acumulación a una determinada profundidad. Por otra parte, sus uniones con las arcillas son débiles, por lo que la contribución de los ácidos fúlvicos a la construcción de la estructura del suelo es muy pobre, al contrario que los ácidos húmicos que cuanto más polimerizados están más fuertes son las uniones que establecen con la arcilla y más estable es la estructura que resulta de esta.

Por lo tanto, si recordamos los mecanismos por los que se lleva a cabo la polimerización de los precursores, podremos deducir que esta se producirá fundamentalmente en los medios activos, ricos en bases y en compuestos minerales amorfos o cristalinos, en los que se formarán complejos organo-minerales estables que contribuirán al desarrollo de una buena estructura que a su vez favorecerá las propiedades fisico-químicas del suelo. Por el contrario, en medios poco activos, pobres en bases o en arcillas, esta polimeriza-

ción es lenta, por lo que los compuestos húmicos (precursores y ác. fúlvicos) permanecen solubles y pueden migrar arrastrando con ellos a numerosos nutrientes, con el consiguiente empobrecimiento del suelo, al tiempo que tienen un efecto perjudicial en la construcción de su estructura.

En cuanto a la humificación abiológica, no es ni más ni menos que una evolución lenta de los compuestos húmicos formados en la humificación biológica, que viene inducida por el edafoclima e indirectamente por el clima en general, de forma que son las alternancias estacionales las que provocan principalmente dicha evolución. Según Turenne (121), estas alternancias estacionales, estimulan por un lado la biodegradación y mineralización de la fracción más labil de la materia orgánica y, por otro, aceleran la polimerización de las sustancias húmicas, dando lugar a la llamada "humina de insolubilización" que será tanto más abundante cuanto más prolongado sea el periodo seco. Esta humina de insolubilización presenta un peso molecular elevado, escapa a la biodegradación y es la responsable, además, del desarrollo de una estructura estable y del color oscuro de determinados suelos. Este proceso de humificación abiológica nos puede explicar el hecho de que, en nuestro clima, los suelos con orientación sur presenten unos compuestos húmicos más polimerizados que aquellos con orientación norte, por lo que los efectos perjudiciales de una vegetación degradante siempre serán menores en dicha orientación sur.

De todo lo visto hasta ahora podemos deducir que la naturaleza de las sustancias húmicas presentes en el suelo, con todo lo que ello implica en el funcionamiento del ciclo biogeoquímico, viene determinada fundamentalmente por tres factores:

-Edafoclima.- En el que se incluye, no solo el clima interno del suelo, sino también el clima general de la zona.

+ Medio mineral.- A través de su tasa de saturación en bases, pH, hierro libre, alúmina e iones aluminicos complejos y caliza activa fundamentalmente.

- Madurez de la vegetación.- Principalmente a través de su contenido en nitrógeno y de la calidad y cantidad de los compuestos hidrosolubles que de ella emanan.

c) Naturaleza del complejo de cambio.- Los compuestos húmicos, vistos en el apartado anterior, no intervienen únicamente en la construcción de la estructura del suelo, con las repercusiones que ella tiene en propiedades como aireación, régimen hídrico, permeabilidad, etc..., sino que además, junto con la arcilla, son los constituyentes esenciales del complejo de cambio del suelo. Si tenemos en cuenta que la cantidad de iones adsorbidos por dicho complejo es usualmente muy superior a la de los iones que permanecen en solución, comprenderemos la verdadera importancia del mismo, pues de no existir, los elementos nutritivos se lavarían con las aguas de drenaje con lo que el suelo se empobrecería rápidamente. Por lo tanto, potencialmente, cuanto mayor sea la capacidad de cambio de un suelo mayor será la cantidad de nutrientes (cationes y aniones) que entren en el ciclo biogeoquímico, al tiempo que este se hace más cerrado al limitar las pérdidas por lavado.

Esta capacidad de cambio, tanto del humus como de la arcilla, viene determinada por la presencia en su superficie de cargas eléctricas que atraen sobre ellas a los iones de signo contrario. En el caso del humus, la presencia de estas cargas se debe fundamentalmente a la disociación de los grupos carboxílicos e hidroxílicos que contienen y que depende fundamentalmente del pH; mientras que en el caso de las arcillas esta se debe prioritariamente a tres cau

sas: a) sustituciones atómicas dentro de la red, que se pueden producir tanto en la capa tetraédrica como en la octaédrica; b) existencia de bordes o límites rotos, con la consiguiente aparición de valencias libres en estas zonas de rotura, y c) disociación de los OH basales, que se presenta únicamente en los minerales de  $7 \text{ \AA}$ .

Por lo tanto cualquier alteración del medio que conduzca a una modificación, sea cuantitativa o cualitativa, del humus y/o de la arcilla, pueden provocar importantes cambios en las características y propiedades de los suelos, cambios que en el caso de ser negativos conducirían a una disminución del potencial biológico y como consecuencia a una degradación biológica del suelo (FAO, 1980)

#### EVOLUCION DEL PAISAJE.-

Una vez que hemos esquematizado el funcionamiento del paisaje desde el punto de vista del suelo, no queremos terminar esta introducción sin antes hacer una breve referencia a su evolución.

La evolución no es ni más ni menos que un proceso de autoorganización y hace referencia a la serie de cambios que un paisaje experimenta, de forma espontánea, a lo largo del tiempo y que hacen que unas especies se adapten mejor que las anteriores por lo que las sustituyen, originándose la llamada sucesión, la cual está estrechamente unida a la evolución de los suelos que la sustentan.

En términos generales la formación del suelo se produce por la actuación conjunta de cinco factores formadores: clima, organismos, relieve, material original y tiempo; los cuales actuando conjuntamente a través de una serie de procesos imprimen al suelo una evolución, que puede ser: progresiva, cuando suelo y vegetación evolucionan desde un estadio inicial o inmaduro hasta un estadio

de madurez denominado "climax" y en el que ambos, suelo y vegetación, se encuentran en equilibrio con las demás condiciones del medio; o bien regresiva, que se produce cuando, por cualquier causa, se rompe este equilibrio o la tendencia al equilibrio, en el caso de que no se haya alcanzado aún, con el consiguiente recrudecimiento de los procesos erosivos y la evolución del suelo a estados más inmaduros.

En la climax, o última fase de la evolución, se alcanza un alto grado de estabilidad y equilibrio, aunque en realidad no existe una climax permanente sino más bien una evolución muy lenta. De hecho, cuanto más maduro es el sistema, el flujo de energía que lo atraviesa tiende a ser más lento y el ciclo de los elementos nutritivos más cerrado y por tanto con menos pérdidas; al mismo tiempo soporta una mayor diversidad de especies debido a la fuerte especialización de las mismas, lo que por otra parte lo hace más vulnerable y más facilmente degradable, siendo incompatible con la explotación que inexorablemente provoca su regresión.

El hombre ha sido y es el principal agente responsable de la regresión de los sistemas ecológicos, baste recordar a este respecto la frase de Chateaubriand "el bosque precede al hombre y el desierto le sigue". No obstante esto no quiere decir obligatoriamente que la explotación de la naturaleza por el hombre sea negativa, siempre que midamos la maldad o bondad de sus actuaciones en términos de calidad de vida, por cuanto que es justo que el hombre intente mejorarla; ahora bien, la pregunta que tenemos que hacernos es :  
"¿ donde termina este derecho del hombre a mejorar su propia vida?"  
y no tiene más respuesta que "donde comienza el derecho de nuestros descendientes a vivir la suya propia en condiciones idoneas". Por lo que, en este sentido, tenemos la obligación de hacer un uso racional

y equilibrado de la naturaleza en base a evitar desastres irreversibles que hipotequen la calidad de vida de nuestras generaciones futuras.

LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA

DEL

AREA DE ESTUDIO

LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO.-

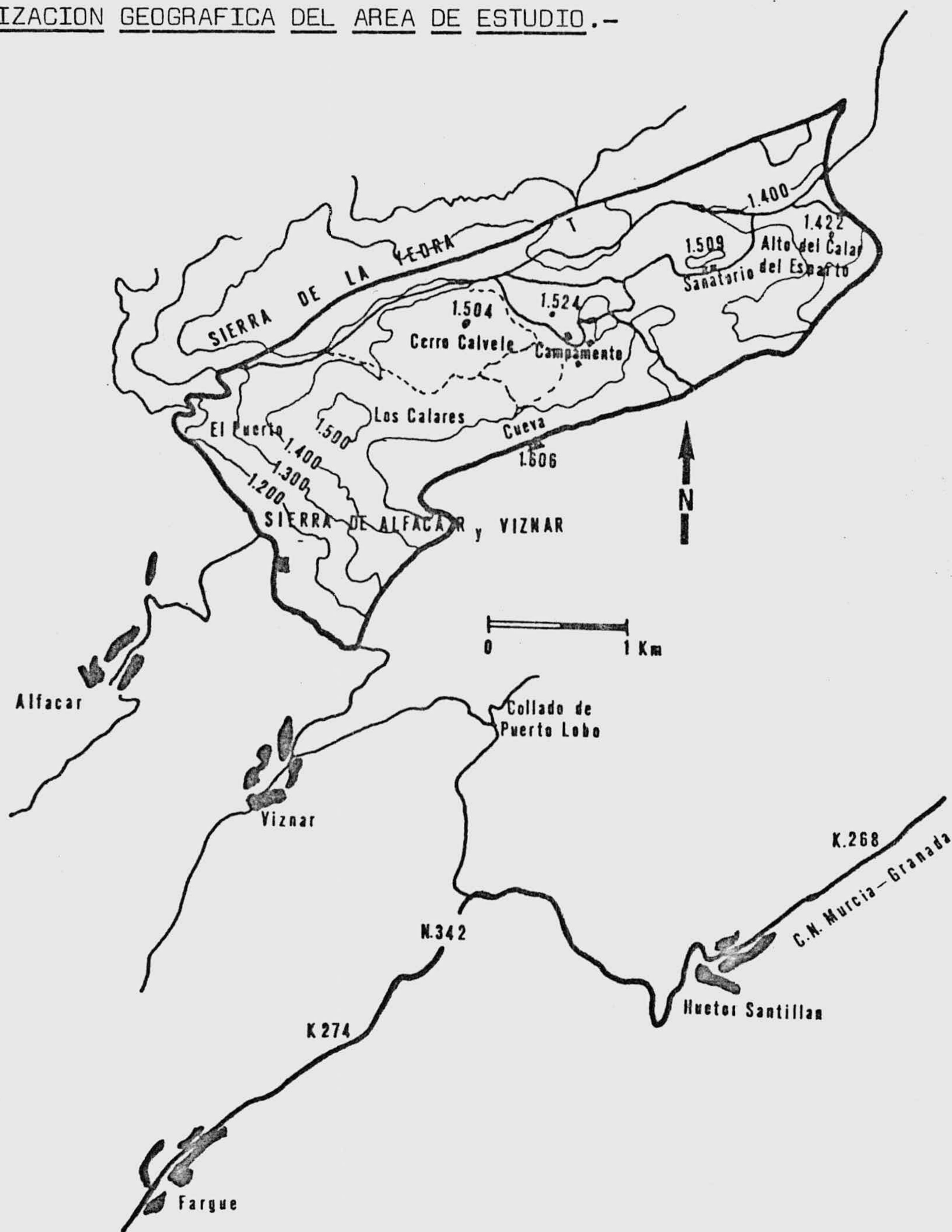


Fig.A : El area de estudio, su localización geográfica.

Se situa al norte-noreste de Granada, entre las coordenadas U.T.M.  $4^{50}-4^{56}$  y  $41^{22}-41^{26}$ . y ocupa parte de las hojas 1009(Granada) y 1010(La Peza), editadas por el Servicio Geográfico del Ejercito a escala 1:50.000



FACTORES FORMADORES

## GEOLOGIA .-

Geológicamente, el sector estudiado, se encuentra si tuado al N. de la Depresión de Granada, abarcando incluso una peque na parte de la misma. En él se pueden distinguir dos unidades lito- lógico- estructurales fundamentales como son:

- Materiales preorogénicos
- Materiales postorogénicos

1. MATERIALES PREOROGENICOS.- Como su nombre indica, son aquellos que se depositaron antes de la orogenia alpina y dentro de ellos podemos distinguir:

1-1. Materiales béticos.- Que están representados por las Alpujárrides y más concretamente por el denominado "manto de la Alfaguara". Este manto es el más ampliamente desarrollado dentro del sector y es el primero que se superpone tectonicamente a los ma teriales del subbético interno; el deslizamiento tectónico lo efectúa a favor de un nivel inferior de filitas de color violáceo que han debido de jugar un papel bastante plástico en la translación.

Según Foucault ( 50 ) la base estratigráfica de esta uni dad muestra una serie de cuarcitas blancas o verdosas y de pelitas azuladas, violáceas e incluso rojas en la cumbre, denominadas por al gunos autores como filitas alpujárrides y cuya edad se refiere al Permo-Werfeniense. Encima de estas filitas descansa un tramo carbonatado de gran potencia, que puede alcanzar los 1.000 mts. de espesor; dentro de este y en contacto con las filitas subyacentes, se presen tan a menudo niveles discontinuos de calizas tableadas, aunque lo esencial de la formación son las calizas y dolomias grises poco o nada metamórficas que están datadas como del Trias medio-superior.

Tanto sobre el terreno como cartográficamente, se obser

va que esta serie es tan pronto normal como invertida, y de forma más precisa que los afloramientos de los términos datados del Permo-Werfeniense se comportan como el corazón de un pliegue accostado cuyos flancos normal e inverso estarían constituidos por las formaciones carbonatadas del Trias medio-superior.

1-2. Materiales subbéticos.— Más específicamente los correspondientes al subbético interno, que afloran a través de una ventana tectónica, en el borde sur-oeste del área de estudio, conocida como ventana de Alfacar y que pertenece a la Unidad de la Mora.

Según García-Dueñas y Navarro Vilás (55) la columna estratigráfica de esta Unidad, sintetizada a partir de los datos de diferentes ventanas, muestra de techo a muro los siguientes materiales:

a) Margas y margo-calizas rosas o blancas, con niveles calcareníticos. Están datadas del Eoceno superior, Oligoceno y Oligoceno superior.

b) Margas y calizas margosas rosas y blancas del Cretácico superior.

c) Calizas arcillosas rojas y blancas del Cretácico inferior.

d) Calizas brechoides beige, estratificadas en bancos de 0,5 mts., que se presentan en afloramientos reducidos y están datadas del Jurásico (malm).

e) Calizas grises con silex, alternando con finos niveles más margosos y bien estratificados, con un desarrollo diferente de unas ventanas a otras. Por su posición pueden pertenecer al Lias terminal o al Dogger.

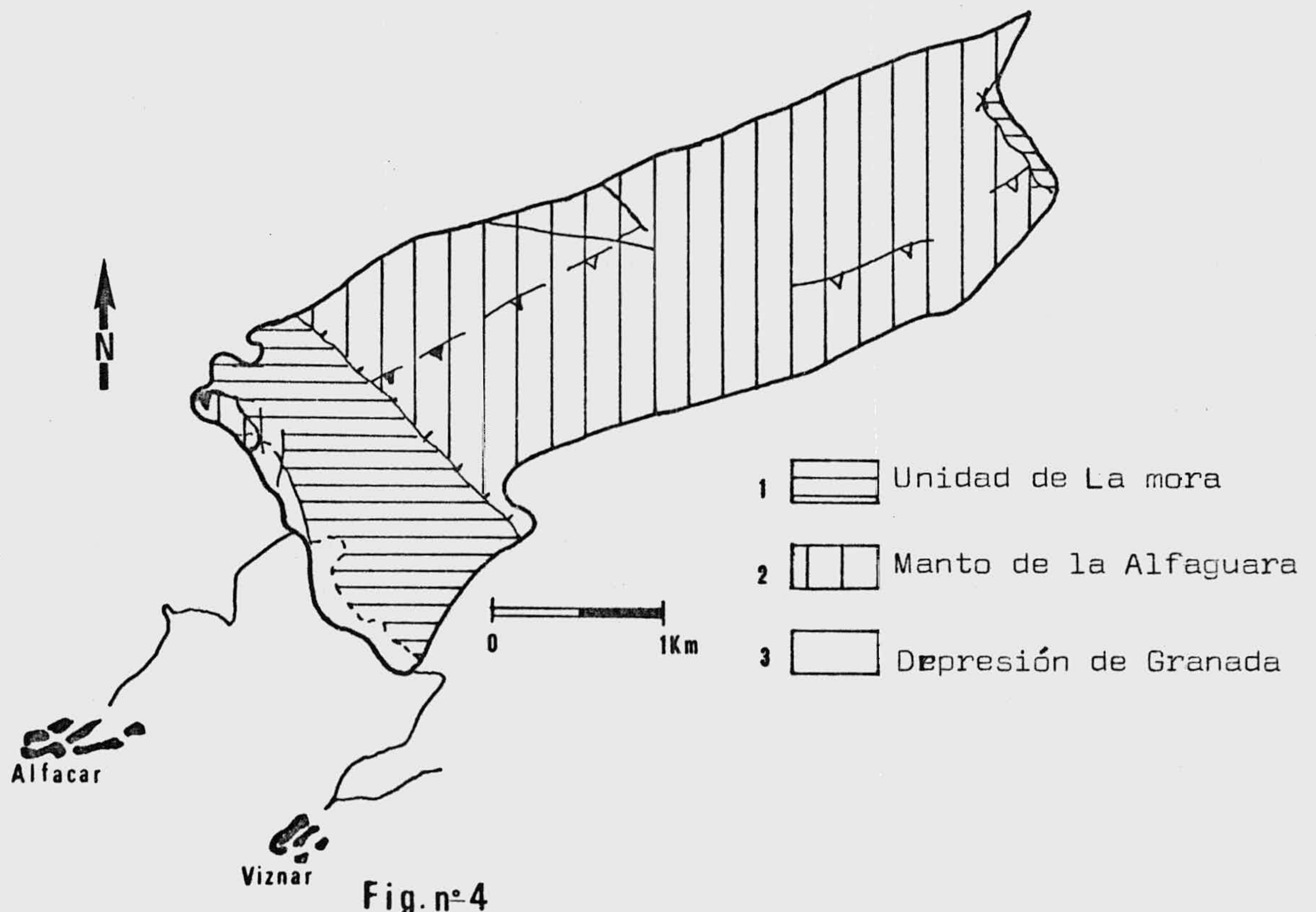
f) Calizas blancas masivas o estratificadas en gruesos bancos, con intercalaciones de calizas margosas rojas y amarillentas; datadas del Lias

g) Dolomias de sustitución, cuya edad más probable es el Lias inferior.

En la ventana de Alfacar afloran fundamentalmente las dolomias y calizas blancas, aunque también se pueden observar pequeños afloramientos de calizas grises con sílex y margas, Antonio Castillo ( 22).

2. MATERIALES POSTOROGENICOS.- Se encuentran localizados al sur-oeste de la ventana de Alfacar y están constituidos por materiales detríticos de naturaleza muy variada, aunque fundamentalmente carbonatada. Su representación en el área de estudio es muy escasa y quedan englobados en el Depresión de Granada.

En la fig.nº 4 podemos ver como están distribuidos los distintos materiales dentro del sector.



CLIMATOLOGIA.-

Muchos han sido los autores, que trabajando en las distintas ramas de la ciencia, han intentado llevar a cabo un estudio climático de esta zona; pero todos tropezaron con graves problemas, como son la falta de una estación meteorológica en ella y la insuficiencia de datos en las estaciones proximas.

De todos estos autores quizas sea Antonio Castillo(22) en su " Estudio hidrogeológico del macizo de la Yedra-Alfacar-Viznar" el que lleve a cabo el análisis más exhaustivo. Se basó en los datos de los Boletines Climatológicos del Servicio Meteorológico Nacional, de los Anuarios Climatológicos que posee el Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) y de los Boletines Climatológicos de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Para el estudio pluviométrico se consideraron las siete estaciones más cercanas de las que se disponian suficientes datos y cuya relación y situación se indican en la tabla nº 1.

Tabla nº 1

<u>Estación</u>	<u>Altitud</u>	<u>Coordenadas</u>
Alfaguara	1.450	37º 15'16" N-3º 31'54" E
V.del molinillo	1.200	37º 18'43" N-3º 25'36" E
H.Santillán	1.181	37º 13'50" N-3º 24'48" E
Nivar	1.055	37º 16'23" N-3º 34'58" E
Cartuja	770	37º 11'26" N-3º 35'40" E
Calicasas	769	37º 16'23" N-3º 37'00" E
Deifontes	742	37º 19'28" N-3º 35'40" E

Los datos pluviométricos correspondientes a estas siete estaciones, desde el año hidrológico de 1953-54 hasta 1973-74, los podemos ver en la tabla nº 2. En esta se puede observar que solo

TABLA Nº 2

Año	hidrológico	Alfag.	V. del moli.	H. Sant.	Nivar	Cart.	Calic.	Deif.
53-54	453	470	431	408	-	393		
54-55	500	525	471	515	548	498		
55-56	651	693	592	580	-	668		
56-57	453	502	389	321	-	329		
57-58	534	734	447	355	315	409		
58-59	467	821	647	544	407	512		
59-60	1170	819	736	595	740	761		
60-61	676	806	587	448	393	520		
61-62	644	782	541	525	388	581		
62-63	1433	1525	968	836	860	800		
63-64	811	1094	581	536	582	697		
64-65	631	794	536	371	351	305	457	
65-66	806	719	690	486	561	495	556	
66-67	571	600	600	361	399	287	361	
67-68	716	450	643	439	410	425	541	
68-69	1150	1226	790	746	620	721	709	
69-70	873	896	814	645	476	705	617	
70-71	813	817	808	516	526	690	529	
71-72	764	605	700	420	412	827	464	
72-73	677	673	596	519	429	731	476	

Series pluviométricas disponibles. Datos en mm.

dos estaciones, Hueter Santillán y Calicasas, presentan datos disponibles incompletos, por lo que el primer paso fué completarlas y para ello se procedió al calculo de la correlación que existía entre estas y el resto de las estaciones que estaban completas; con aquellas estaciones que estaban completas y que mostraban mayor coeficiente de correlación se calcularon los datos de los años que faltaban mediante las rectas de regresión calculadas. La serie pluviométrica completa se puede ver en la tabla nº 3.

TABLA Nº 3

Año	hidrológico	Alfg.	V.del moli.	H.Sant.	Nivar	Cart.	Calic.	Deif.
53-53	453	470	575	431	408	390	393	
54-55	500	525	601	471	515	548	498	
55-56	651	693	680	592	580	590	668	
56-57	453	502	554	398	321	290	329	
57-58	534	734	586	447	355	315	409	
58-59	467	812	560	647	544	407	512	
59-60	1170	819	825	736	595	740	761	
60-61	676	806	642	587	448	393	520	
61-62	644	782	629	541	525	388	581	
62-63	1433	1525	935	968	836	860	800	
63-64	811	1094	705	581	536	582	697	
64-65	631	794	536	371	351	305	457	
65-66	806	719	690	486	561	495	556	
66-67	571	600	600	361	399	287	361	
67-68	716	450	643	439	410	425	541	
68-69	1150	1226	790	746	620	721	709	
69-70	873	896	814	645	476	705	617	
70-71	813	817	808	516	526	690	529	
71-72	764	605	700	420	412	827	464	
72-73	677	673	596	519	429	731	476	

Series pluviométricas completadas. Datos en mm.

A partir de estas series completas, se procedió a elaborar las series acumuladas y a partir de estas los gráficos de do-

bles masas para ver si existían errores accidentales o sistemáticos en las series ya completas. A la vista de estos gráficos se corrigieron los errores sistemáticos observados en las estaciones de la Alfaguara, Hueter Santillán y Venta del Molinillo; estas series pluviométricas completadas y corregidas las podemos ver en la tabla nº4.

TABLA Nº 4

Año	hidrológico	Alfg.	V.del moli.	H.Sant.	Nivar	Cart.	Calic.	Deif.
53-54	589"	611"	690"	431	408	390	393	
54-55	650"	682"	721"	471	515	548	498	
55-56	846"	901"	816"	592	580	590	668	
56-57	589"	653"	665"	398	321	290	329	
57-58	694"	954"	703"	447	355	315	409	
58-59	607"	812	672"	647	544	407	512	
59-60	1521"	819	990"	736	595	740	761	
60-61	879"	806	770"	587	448	393	520	
61-62	644	782	755"	541	525	388	581	
62-63	1433	1525	1122"	986	836	860	800	
63-64	811	1094	705	581	536	582	697	
64-65	631	794	536	371	351	305	457	
65-66	806	719	690	486	561	495	556	
66-67	571	600	600	361	399	287	361	
67-68	716	540	643	439	410	425	541	
68-69	1150	1226	790	746	620	721	709	
69-70	873	896	814	645	476	705	617	
70-71	813	817	808	516	526	690	529	
71-72	764	605	700	420	412	827	464	
72-73	677	673	596	519	429	731	476	

Series pluviométricas completadas y corregidas. Datos en mm.

" Dato corregido."

Con los datos de las series pluviométricas completadas y corregidas, se obtuvieron los valores de las pluviometrias medias anuales para cada estación y que podemos ver en la tabla nº 5.



TABLA Nº 5

<u>Estación</u>	<u>Pluviometria media anual (mm)</u>
La Alfaguara.....	813
Venta del Molinillo.....	820
Huetor Santillán.....	739
Nivar.....	545
La Cartuja.....	492
Calicasas.....	534
Deifontes.....	544

Precipitación media anual del sector.

El siguiente paso fué calcular el valor de la precipitación media anual en el area de estudio, para lo que se siguieron tres métodos distintos:

a) Método de la correlación altitud-precipitación.-

A partir de los valores de altitud y precipitación media anual de cada estación, se calculó la recta de regresión, obteniéndose un coeficiente de correlación de 0,79; la ecuación de la recta de regresión fué  $y=0,41 x + 219$ .

Teniendo en cuenta que la altura media del sector estudiado es de 1.250 mts., el valor medio de la precipitación anual calculado por este método es de 731mm.

b) Método de los poligonos de Thiessen.- Mediante este método se obtuvo una pluviometria media anual de 730mm.

c) Método de las lineas isoyetas.- Aplicando este la precipitación media anual del sector fué de 723mm.

Si bien ninguno de estos tres métodos es completamente satisfactorio, dada la similitud de los datos obtenidos en cada uno de ellos, se optó por calcular el valor medio de los tres y aceptar dicho valor como la precipitación media anual de la zona, de forma que esta seria de 728mm.

Para el cálculo de las precipitaciones medias mensuales se utilizaron los valores de estas en las estaciones de La Alfaguara, Huetor Santillán y Nivar, de forma que para cada mes del año se poseían tres valores distintos, cada uno correspondiente a una estación; a continuación se multiplicó cada uno de ellos por un factor de ponderación distinto, e igual para cada estación y que se establece de acuerdo con el área de influencia que cada estación tenía en la zona; haciendo finalmente la media de los tres valores que resultaban para cada uno de los meses, se obtuvo las precipitaciones medias mensuales para el sector y que podemos ver en la tabla nº 6.

TABLA Nº 6

<u>Mes</u>	<u>Precipitación media(mm)</u>
Enero.....	102
Febrero.....	108
Marzo.....	88
Abril.....	71
Mayo.....	58
Junio.....	26
Julio.....	1
Agosto.....	3
Septiembre.....	36
Octubre.....	65
Noviembre.....	80
Diciembre.....	90

Precipitaciones medias mensuales del sector, en mm.

Para el estudio termométrico, solo se pudo contar con los datos de la estación de la Cartuja que se encuentra a unos 770 mts. de altitud, mientras que la zona de estudio presenta una altitud media de 1.250 mts.; esto hizo que fuese necesario establecer un gradiente de temperatura que en este caso fué de 0,67°C.

Multiplicando este gradiente por la diferencia de altura entre la Cartuja y la zona de estudio, se obtuvo un valor de 3,2°C; por lo que si tenemos en cuenta que la media termométrica de la Cartuja es de 15,4°C, el valor de la temperatura media anual de nuestra zona sería  $15,4^{\circ}\text{C} - 3,2^{\circ}\text{C} = \underline{12,2^{\circ}\text{C}}$ .

El cálculo de las temperaturas medias mensuales se hizo por el mismo método que para la temperatura media anual y sus resultados los podemos ver en la tabla nº7.

TABLA Nº 7

<u>Mes</u>	<u>Temperatura media (°C)</u>
Enero.....	3,9
Febrero.....	4,8
Marzo.....	7,7
Abril.....	9,5
Mayo.....	12,5
Junio.....	19,0
Julio.....	23,0
Agosto.....	22,0
Septiembre.....	18,6
Octubre.....	12,9
Noviembre.....	8,2
Diciembre.....	4,5

Temperaturas medias mensuales del sector.°C.

Los valores de la evapotranspiración potencial se obtuvieron a partir de la fórmula de Thornthwaite.

$$\text{ETP} = F \cdot 1,6(10 t/I)^a$$

en la que:

F= factor de corrección dependiente de la duración del día y del nº de días de cada mes.

I= índice anual de calor

t= temperatura media de cada mes

a= constante para cada estación de observación.

Con todos estos datos se estableció la ficha climática de la zona de estudio y que podemos ver en la tabla nº 8

TABLA Nº 8

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	80	90
Temp.(°C)	39	48	77	95	125	190	230	220	186	129	82	45
ETP (mm)	103	127	278	396	622	107	1425	1228	865	495	255	125

Valores de precipitación, temperatura y ETP de la zona de estudio, según datos de Antonio Castillo (22)

De acuerdo con estos datos climáticos, si empleamos la clasificación de Kopen modificada (Lopez Gomez, 1959), obtenemos para el area de estudio un clima de tipo  $Csa_3$  y que viene definido por:

C= clima templado, definido por el mes más frío con temperaturas que oscilan entre 18 y  $-3^{\circ}C$ .

s= el mes más húmedo de la estación fría tiene el triple o más de precipitaciones que el mes más seco.

$a_3$ = el mes más cálido tiene una temperatura media superior a  $22^{\circ}C$  y la temperatura del mes más frío oscila entre 6 y  $0^{\circ}C$ .

Sin embargo, en el estudio climático hecho hasta ahora, no hemos tenido en cuenta la cantidad de agua útil que el suelo es capaz de retener en los meses húmedos ( precipitación  $>$  ETP ) y que será la que utilizarán las plantas en el principio de la época seca ( precipitación  $<$  ETP). La amplitud del periodo de utilización de esta reserva estará pues íntimamente relacionada con la magnitud de la misma y esta a su vez lo estará con las características específicas de cada tipo de suelo ( textura, densidad aparente

te, profundidad, etc...); por lo tanto la determinación de la reserva del suelo es fundamental a la hora de establecer la duración del periodo de sequia por el que pasa un area geográfica determinada.

Para el cálculo de esta reserva hemos utilizado la ecuación:

$$R = p. d. (C-F)$$

en la que:

R = reserva de agua util

p = profundidad de enraizamiento en dm.

d = densidad aparente

C y F = humedades expresadas en % de tierra seca, correspondientes respectivamente a la capacidad de campo (pF a 1/3 at.) y al punto de marchitamiento (pF a 15 at.). Su diferencia representa la cantidad de agua util que el suelo es capaz de retener por unidad de tierra seca.

Una vez calculada esta reserva hemos podido determinar los valores de la evapotranspiración real (ETR), así como la variación que presenta dicha reserva, a lo largo del año, en cada una de las distintas unidades cartográficas.

Con todos estos datos elaboramos el balance hídrico y la ficha climática de cada unidad cartográfica, así como su regimen de humedad y temperatura tal y como vienen definidos por Soil Taxonomy (1975). (111)

## VEGETACION.-

De todos los autores consultados, F. Valle es el que lleva a cabo el estudio más completo de vegetación que hasta la fecha se ha hecho de La Alfaguara; este autor, tanto en su tesis doctoral como en numerosas publicaciones posteriores, realiza un estudio tanto de la vegetación como de su dinámica, por lo que es en él en el que nos hemos basado fundamentalmente a la hora de analizar este factor formador.

Corológicamente, La Alfaguara, está situada en la provincia Bética, siendo un punto clave dentro de la misma por tratarse del puente de unión entre los sectores Malacitano almijárense (donde se encuadra) y los sectores Subbético y Nevadense con los que limita; las irradiaciones de estos últimos, así como las características propias de la zona, hace que algunos autores postulen por la creación del distrito Alfaguarensis, con entidad propia dentro del sector Malacitano almijárense (subsector Granatense).

De acuerdo con los datos meteorológicos de las estaciones que rodean la zona, esta se puede dividir en dos pisos bioclimáticos, cuya distribución la podemos ver en la fig. nº 5, como son:

Mesomediterráneo.- T. media entre 12 y 16°C; T. mínima entre 3 y 0°C.

Se localiza entre los 1.200 y 1.400 metros de altitud, si bien en orientaciones sur (exposiciones soleadas) puede alcanzar los 1.500 mts. y no llegar a los 1.300 mts. en orientaciones norte o en barrancos umbrios y frescos. Muchas veces queda desdibujado e incluso sustituido por el piso siguiente debido a inversiones de temperatura, fenómeno microclimático muy frecuente en estas sierras.

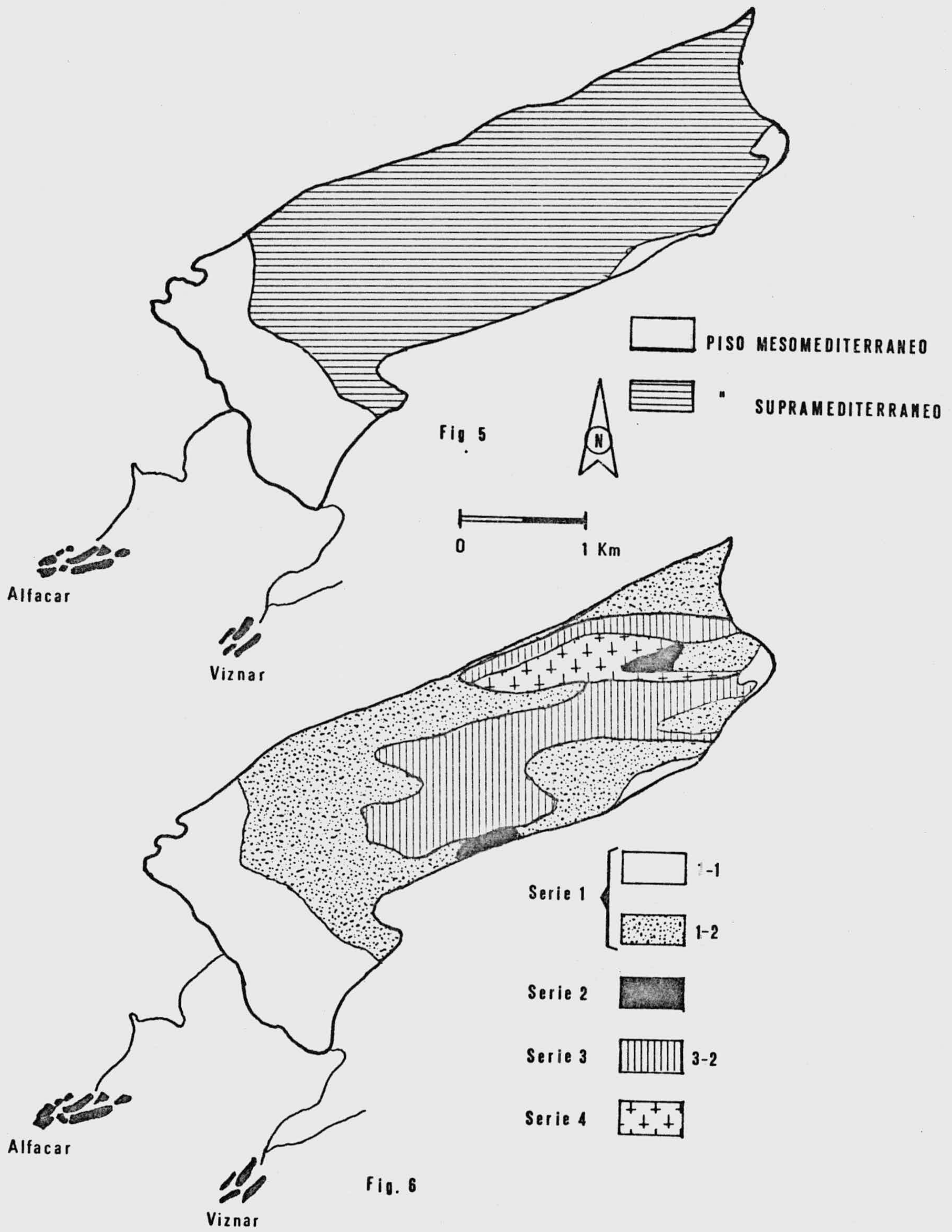


Fig.nº 5.- PISOS BIOCLIMATICOS

Fig.nº 6.- SERIES DE VEGETACION

Supramediterráneo.- T.media entre 8 y 12°C; T.mínima entre 0 y -3°C.

En principio comenzaría a partir de los 1.400 mts., sin embargo es frecuente su aparición entre los 1.200 y 1.400 mts. por los efectos antes mencionados; por esto, a pesar de la poca altitud de la zona, está muy bien representado.

En él podemos observar dos tipos de ombroclimas:

- Seco.- (P=350-650 mm.). Se localiza en lugares periféricos así como en las cotas más altas.

- Subhúmedo.- (P=650-1.000 mm.). Fundamentalmente en el interior de la zona, sobre todo en barrancos orientados al suroeste y en laderas con orientación norte.

Ambos van a venir determinados, de forma fundamental, por factores como orientación, pendiente, suelo, etc..., como hemos visto anteriormente.

En la figura número 6 podemos ver la distribución de las distintas series de vegetación que se presentan en la zona y que pasaremos a analizar a continuación.

#### SERIES DE VEGETACION.-

##### 1.- ENCINARES SOBRE SUELOS RICOS EN BASES

(Serie meso-supramediterránea bética basífila de la encina). Paeonio coriaceae-Quercetum rotundifoliae sigmetum.

Teóricamente se extenderían por la mayor parte de estas sierras; sin embargo, la fuerte acción humana ha reducido a pequeños restos estos bosques, siendo muy pocos los enclaves donde en la actualidad podemos observar la primitiva estructura de los mismos. Estos presentan un primer estrato formado casi exclusivamente por encinas (*Quercus rotundifolia*) que llegan a alcanzar más de 5 mts. juntando sus copas y creando en el interior un microclima nemoral



muy distinto al macroclima xérico general; en los lugares más húmedos se suelen presentar también quejigos (*Quercus faginea*).

En un segundo estrato aparecerían árboles o arbustos de menor porte que se presentan más escasos y subordinados a la encina, entre ellos podemos destacar: enebro (*Juniperus oxycedrus* y *Juniperus communis*), torvizco (*Daphne gnidium*), olivilla (*Phillyrea angustifolia*), etc... Las plantas trepadoras formarían el tercer estrato, entre ellas podemos destacar: espárrago (*Asparagus acutifolius*), madreselvas (*Lonicera etrusca*), rubia (*Rubia peregrina*), etc... Por último el cuarto estrato lo formarían especies herbáceas, anuales o vivaces, como las peonías (*Paeonia coriacea* y *Paeonia broteroi*), adonis (*Adonis vernalis*), eléboro (*Helleborus foetidus*), etc... y una alfombra de musgos que nos dan idea de las condiciones más húmedas que existen en el interior de estas formaciones.

Sin embargo es muy frecuente encontrar restos de estas formaciones en las distintas etapas de sustitución que veremos a continuación. En algunos lugares veremos como forman lo que denominaremos "bosquetes en recuperación", en cuyo interior se localizan gran cantidad de especies heliófilas que nos indican el estado de regeneración en que se encuentran. Si se protegen estas formaciones, en pocos años podríamos recuperar el bosque primitivo; esta recuperación se podría acelerar potenciando el crecimiento de las especies climáticas, pero teniendo siempre la precaución de respetar la evolución natural para impedir su posible degradación.

Esta serie se puede dividir en dos subseries de vegetación distintas (faciaciones) que son perfectamente separables.

1-1 Facie mesomediterránea.-

1-1-1 Matorral subserial.-

- Espinales: En un principio estas formacio-

nes estaban confinadas a la orla del bosque o a los lugares más aclarados del mismo, en la actualidad prosperan en gran cantidad, invadiendo las zonas donde vivieron las encinas y mezclándose con los bosques en recuperación.

Están poco estudiados, por lo que es difícil su encuadre sintaxonómico, corresponden a comunidades de la clase Rhamno-Prunetea y probablemente a una asociación que podemos denominar provisoriamente Roso-Crataegetum brevispina, donde las especies más frecuentes son: majuelo (*Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*), espinos (*Rhamnus lycioides*), rosas o escaramujos (*Rosa pouzinii*, *Rosa canina*), etc...

- Retamales: Se localizan en los lugares más secos y soleados donde aún el suelo es profundo y con pocos afloramientos rocosos; en ellos las especies de tallos clorofílicos y áfilas como la retama (*Retama sphaerocarpa*), hiniestas (*Genista speciosa*, *Chronanthus biflorus*) y otras leguminosas, son las especies dominantes.

#### 1-1-2 Matorral serial.-

- Romerales-tomillares: Por lo general en suelos erosionados, con frecuentes afloramientos rocosos. Las formaciones dominantes corresponden a un matorral típicamente heliófilo que se incluye en el orden Rosmarinetalia y probablemente en la asociación Fumano-Cistetum clusii (ined.) y donde las especies más importantes son: romero (*Rosmarinus officinalis*), zahareña (*Sideritis hirsuta*), tomillo (*Thymus zygis*), aulagas (*Ulex parviflorus*), etc..., muchas de ellas de gran interés medicinal y todas de indudable valor en agricultura, por lo que podría ser una posible utilización de estos ecosistemas.

- Espartal: Convive con la comunidad anterior y se localiza fundamentalmente sobre suelos profundos, ricos en ele-

mentos finos y carbonatos (suelos desarrollados sobre margas); el esparto (*Macrochloa tenacissima*) es la especie dominante, generalmente acompañada de otras gramíneas de raíz fasciculada y vivaces.

-Pastizales: Se desarrollan en los claros de las formaciones anteriores, con menores pendientes y un edafoclima relativamente más húmedo. En ellos se desarrollan especies anuales como *Micropus supinus*, *Helianthemum salicifolium*, *Astragalus sesameus*, etc.. que se incluyen en la alianza Thero-Brachypodion.

Estos pastizales tienen poco valor nutritivo y por tanto son poco aprovechables para la ganadería, sin embargo como consecuencia de la nitrificación, evolucionan rápidamente hacia otros más ricos y en los que predominan especies como: *Poa bulbosa*, *Medicago mínima*, *Bromus tectorum*, *Trifolium campestre*, *Trifolium tomentosum*, etc... más apetecibles desde el punto de vista forrajero.

Estas últimas comunidades se incluyen en la asociación Medicago-Aegilopetum geniculatae Rivas Martínez & Izco 1977.

1-2 Facie Supramediterranea.-

1-2-1 Matorral subserial.-

- Espinales: No forman masas dignas de tener en cuenta, su mayor significado lo tienen al formar parte de encinares en recuperación; entre las especies más frecuentes destacamos: agracejo (*Berberis hispanica*), madreselva (*Lonicera peryclimenum* sub. *hispanica*), etc... Estas comunidades se incluyen en la as. Crataego - Loniceretum arboreae Bolós 1954, aunque están mal representadas al tener su óptimo en condiciones más húmedas.

- Retamales: Su fisionomía y significado es idéntico al tratado en la subserie o facie anterior, la única variación es la ausencia de alguna de las especies anteriores y la preponderancia de *Cytisus reverchonii*.

### 1-2-2 Matorral serial.-

- Aulagares y tomillares.- Muchas de las especies presentes en el piso en el piso mesomediterráneo se presentan también en esta serie, sin embargo aparecen otras muchas que junto a su fisionomía (caméfitos de porte almohadillado y espinoso) caracterizan estas formaciones. Se incluyen en la asociación Saturejo-Echinopartum boissieri Rivas Goday-Rivas Martínez 1968 y destacamos las siguientes especies: *Salvia oxyodon*, *Echinopartum boissieri*, *Bupleurum spinosum*, *Teucrium webbianum*, *Erinacea anthyllis*, etc...

- Lastonar.- Utilizamos este término ya que el esparto ha desaparecido en este piso y las comunidades de gramíneas vivaces se enriquecen en otras especies como *Avena filifolia* subsp. *velutina*, *Festuca scariosa*, *Stipa pennata*, etc...

- Pastizal.- Es similar en todo al de la serie anterior.

### 2.- ENCINARES Y ACERALES BÉTICOS

(Serie supramediterránea subhúmeda bética basífila del quejigo). *Daphno (latifolia)-Aceratum granatense sigmetum*

Las formaciones de caducifolios desarrollados sobre suelos ricos en carbonatos son muy escasas hoy día en Andalucía debido a la fuerte presión humana, que ha destruido muchos de estos bosques, y a que las condiciones ecológicas que requieren para su desarrollo están muy localizadas en el Sur Peninsular.

Las primitivas comunidades de "arces" (*Acer granatense*) y "quejigos" (*Quercus faginea*), que debieron estar bastante extendidas en lugares poco soleados y sobre suelos profundos y bien estructurados capaces de almacenar agua durante los meses de estío, han quedado reducidas a algunos bosquetes de poca extensión y que difícilmente regeneraran las formaciones ancestrales.

Los restos actuales, donde son frecuentes especies como *Sorbus aria*, *Viburnum lantana*, *Cornus sanguinea*, *Cotoneaster granatensis*, *Helleborus foetidus*, etc..., además de los quejigos, se incluyen en la asociación Daphno-Aceretum granatense Rivas Martinez 1964.

Debido al carácter serial que representan estas comunidades, se encuentran muy mezcladas con las etapas de sustitución, concretamente con los espinales que estudiamos a continuación.

#### 2-1 Matorral subserial.-

- Espinales.- Responden a la etapa de sustitución natural de las formaciones anteriores. Debido a lo que ya se ha expuesto, se encuentran bastante extendidos en esta serie y se incluyen en la asociación Crataego-Loniceretum arboreae Bolós 1954.

Entre las especies más características destacamos: rosa (*Rosa pimpinellifolia* y *Rosa pouzinii*), madreselvas (*Lonicera arboorea* y *Lonicera splendida*), agracejo (*Berberis hispanica*), aligustre (*Ligustrum vulgare*), majuelo (*Crataegus monogyna*), etc...

#### 2-2 Matorral serial.-

Como ya hemos indicado, las desforestaciones masivas acarrearán un cambio radical en las condiciones mesófitas de estos lugares, tornándose más secas y de difícil restauración. Por esto el matorral serial desarrollado sobre suelos poco profundos y lugares secos responde a lo ya comentado en la serie anterior.

La serie de degradación a partir de este momento es idéntica a la descrita con anterioridad para la facie supramediterránea

Una buena muestra de estos bosques la podemos encontrar en la localidad de Fuente Fria y que potencialmente debieron tener gran significado en el barranco de la Cueva del Agua, hoy ocupado totalmente por formaciones subespontáneas e introducidas.

La pérdida de estos ecosistemas supondría la desaparición de muchas especies escasas o raras en Andalucía.

### 3.- ENCINARES SOBRE SUELOS ACIDOS.-

(Serie meso-supramediterránea nevadense silicícola de la encina). Adenocarpus-Quercetum rotundifoliae sigmetum

En aquellos lugares con ombroclima seco la vegetación climax se corresponde con el encinar típico mediterráneo, incluíble en este caso en la asociación Adenocarpus-Quercetum rotundifoliae Rivas Goday -Rivas Martinez (inedita)

Estas formaciones son muy pobres en especies propias del bosque, ya que al haber sido degradadas en épocas anteriores y encontrarse hoy en recuperación, no se ha formado aún el microclima nemoral necesario para que se puedan cobijar muchas de las especies características; entre estas destacamos: enebro (*Juniperus oxycedrus*) rubia (*Rubia peregrina*), madreselva (*Lonicera etrusca*) etc...

El estado de degradación en que se encuentran hace que las especies heliófilas, propias del matorral subserial, formen parte de ellos imprimiéndole carácter, por esto se utiliza al *Adenocarpus decorticans* como componente del binomio de la asociación. Estas especies tan frecuentes en el sotobosque van a ir desapareciendo al recibir la sombra de las especies arbóreas.

La composición florística de esta serie varía según se desarrolle en el piso mesomediterráneo o supramediterráneo, concretamente el "rompesallos" (*Adenocarpus decorticans*) solo se presenta en este último, que por otra parte es el único que se presenta en nuestra zona de estudio.

3-1 Facie mesomediterránea.- No entraremos en su estudio al no encontrarse en el ámbito del trabajo.

### 3-2 Facie supramediterránea.-

En esta facie, aunque son frecuentes los bosques en recuperación, la mayor parte de la vegetación corresponde a las etapas seriales.

#### 3-2-1 Matorral subserial.-

Representa el primer estadio de degradación, en estas formaciones dominan especies como el rompesallos (Adenocarpus decorticans), retama negra (Cytisus scoparius), etc..., características de la asociación Cytiso-Adenocarpetum decorticantis Valle 1981

La alta humedad existente en estas sierras favorece también el desarrollo de especies propias de la clase Rhamno-Prunetea que se entremezclan con las especies anteriores y dan, en algunos lugares, un matiz muy característico a estas formaciones; entre las especies propias del espinal destacamos: Prunus spinosa, Rosa pouzinii, Lonicera peryclymenum subsp. hispanica, Helleborus foetidus, etc...

Como veremos más adelante, la profundidad del suelo, orientación, pendiente, etc... juegan un papel muy importante en el dominio de una u otra formación.

#### 3-2-2 Matorral serial.-

- Jaral-Cantuesal.- Dos especies caracterizan al matorral heliófilo silicícola de esta subserie que no aparecen en la facie mesomediterránea, el Cistus laurifolius y la Lavandula pedunculata; además son frecuentes especies como Cistus populifolius, Halimium viscosum, Lavandula stoechas, Thymus mastichina, etc...

La asociación descrita para englobar estas formaciones es la Halimio-Cistetum laurifoliae Molero y Martínez Parras (ined.) y representará mayor o menor cobertura y tamaño en especies dependiendo del desarrollo del suelo.

- Lastonar.- Paralelamente a las comunidades anteriores y sobre suelos menos pedregosos, se presentan distintas especies de gramíneas vivaces de raíz fasciculada, muy interesantes con vistas a proteger el suelo de la erosión, de entre las que podemos distinguir: *Festuca elegans*, *Koeleria vallesiana*, *Avenula albinervis*, etc..., incluibles en la asociación Koelerio-Festucetum elegantis Valle (ined.).

- Pastizales.- Cuando la nitrificación es baja son pobres en especies y estas de poco valor nutritivo, como: *Moenchia erecta*, *Filago arvensis*, *Bryza maxima*, etc..., pero como ya hemos indicado la evolución hacia comunidades de la asociación Trifolio-Taeniantheretum caput-medusae, favorece la presencia de especies forrajeras.

Por último indicar que esta serie, puede aparecer así mismo de forma puntual en el área ocupada por la serie que estudiaremos a continuación cuando los suelos son poco profundos, fundamentalmente debido a que se han erosionado al destruir el hombre la vegetación original.

#### 4.- ROBLEDALES

(Serie supramediterránea nevadense silicícola del roble-melojo) Adenocarpo-Quercetum pyrenaicae sigmetum).

Los bosques de "robles" (*Quercus pyrenaica*) se encuentran, en Andalucía, resguardados en condiciones microclimáticas muy favorables; representan un ecosistema muy importante, pues en ellos encuentran refugio muchos táxones de óptimo eurosiberiano muy escasos y raros en el Sur Peninsular. Su desaparición supondría la pérdida de numerosas especies vegetales y animales que van ligadas a ellos.

El origen de estos bosques hay que buscarlo probablemente



te en el cuaternario, cuando con las glaciaciones los caducifolios alcanzaron y dominaron en estas latitudes.

En la Alfaguara estas formaciones representan isleos nevadenses y como las de allí se incluyen en la asociación Adenocarpo-Quercetum pyrenaicae. En esta comunidad domina el Quercus pyrenaica acompañado constantemente por el rompesallos (Adenocarpus decor-ticans) que originalmente ocuparía los claros y linderos del bosque pero que hoy día se encuentran entremezclados y con los pies de robles situándose en los lugares más expuestos y soleados por ser de apetencias heliófilas.

Los bosques climáticos de estas zonas han sido fuertemente alterados, en realidad tan solo quedan algunos restos de los mismos y lo mejor representado son las etapas de degradación, donde crecen algunos robles formando pequeños grupos que a veces alcanzan varios metros de altura.

Originariamente debieron ocupar toda la ladera con orientación norte y entre los 1.300 y 1.450 metros de altitud. Al parecer fué talado y pasó a ser dominante el matorral subserial que ha alcanzado suficiente tamaño y cobertura como para mantener y proteger de la erosión al suelo que se desarrolla bajo él. En estas condiciones y por tratarse el Quercus pyrenaica de una especie estolonífera de gran capacidad de regeneración, comenzaría de nuevo a crecer compitiendo con especies a las que fácilmente podría desplazar; pero fué en este momento cuando, a finales de los años 50, se introducen especies de Pinus pinaster acompañado de aterrazamiento del terreno y desbroce del matorral.

Esta intervención humana llevó a cabo una modificación de las condiciones climáticas y edáficas que provocó un cambio drástico del ecosistema cuya evolución posterior ha venido condicionada

por factores tales como la orientación y el relieve. Así en zonas de umbria (orientaciones norte o nor-oeste) y con pendientes suaves el matorral subserial autoctono rebrotó de nuevo compitiendo favorablemente con las coníferas alcanzando, en algunos puntos, el estado primitivo; mientras que en exposiciones más soleadas o con fuertes pendientes, se crearon condiciones de xericidad que favorecieron el desarrollo de especies ajenas al matorral subserial y de las introducidas, con lo que se provocó un cambio irreversible del ecosistema, apareciendo en él especies de hoja dura y persistente mejor adaptadas a la escasez de agua. Por esta razón, en muchos lugares de la Alfaguara donde imperaba esta serie, se observa una invasión de especies propias del encinar o de sus etapas de sustitución.

#### 4-1 Matorral subserial.-

Como hemos indicado, es el dominante en los lugares de la zona de estudio donde se encuentra presente esta serie. En él podemos encontrar entremezclados espinales o retamales, dependiendo de la mayor o menor humedad; pero de todas formas, como la característica principal de estas formaciones (robledales) es la presencia de humedad durante el verano, siempre tendrá una gran biomasa alcanzando gran altura (a veces hasta 3 metros) y una densa cobertura.

Son frecuentes las especies de la clase Rhamno-Prunetea como: endrino (*Prunus spinosa*), rosas (*Rosa pimpinellifolia*), madre selva (*Lonicera periclymenum* subsp. *hispanica*), etc...conviviendo con las propias de la asociación Cytiso-Adenocarpetum decorticantis, que incluye las formaciones retamoides desarrolladas sobre suelos profundos y frescos, como *Adenocarpus decorticans*, *Cytisus scoparius*, *Genista cinerea*, *Cotoneaster granatensis*, etc...

#### 4-2 Matorral serial.-

Al igual que ocurre en la serie 2, donde la existencia de humedad estival es la que condiciona la presencia de la misma, la degradación de las formaciones de caducifólios implica en nuestras latitudes un aumento de la xericidad y como consecuencia la presencia de especies propias de series con ombroclima más seco.

Por todo esto, a partir de aquí, los distintos estadios de degradación coinciden con los de los "encinares silicícolas" y como ya hemos indicado, en algunos lugares, la restauración de los robledales es imposible si la degradación de la vegetación lleva consigo la pérdida de alguno de los factores microclimáticos que posibilitaban el desarrollo de caducifólios.

#### PINARES.-

Las numerosas repoblaciones forestales llevadas a cabo en esta zona, con distintas especies del género *Pinus*, como *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra* subsp. *salzmani*, *Pinus nigra* subsp. *laricio*, *Pinus sylvestris*, etc..., han alterado la vegetación natural, llegando a desplazar a veces por completo a las especies propias de las series climáticas o a competir con ellas, retrasando así la restauración de la climax.

Se observa como el hombre tiene que intervenir talando el matorral que rebrota constantemente entre las especies introducidas, lo que nos indica la vocación natural de este territorio, para conseguir un crecimiento rentable de estas formaciones.

En algunas localidades (Cueva del agua, Sanatorio, etc) existen masas de pino resinero (*Pinus pinaster*) subespontaneas que han prosperado desde épocas muy antiguas. La buena aclimatación de

esta especie, junto a su rápido crecimiento, ha originado unos pinares de gran desarrollo, donde difícilmente pueden crecer planifolios, si bien es frecuente encontrar en el sotobosque especies de anteriores comunidades como *Monotropa hypopitys*, *Cephalanthera rubra*, *Arctostaphylos uva-ursi*, etc...

La potenciación y extensión de los pinares, en detrimento de otras formaciones, podría tener efectos perjudiciales sobre la flora de la Alfaguara, ya que como hemos indicado la riqueza en especies vegetales se debe a la variedad de ecosistemas existentes y de todos ellos estos pinares son los que más pobreza y menos variedad florística presentan

METODOS  
EXPERIMENTALES

METODOS QUIMICOS.-

1.- Determinación de Carbonatos.- Hemos seguido el método de Bernard, determinando cuantitativamente el C. que se presenta en forma de  $\text{CO}_3^{=}$ , a partir del desprendimiento de  $\text{CO}_2$  por tratamiento de la muestra del suelo con ClH 1:1

2.- Determinación de Nitrógeno.- Utilizamos el método de Kjeldahl con ligera modificación, como es la destilación y valoración simultánea de la solución amónica formada, siguiendo la técnica descrita por Bouat y Crouzet (1965)

3.- Determinación de Hierro total.- Sometemos la muestra a una digestión con mezcla  $\text{FH}$ ,  $\text{SO}_4\text{H}_2$  y  $\text{NO}_3\text{H}$ . La materia orgánica se destruye por adición de mezcla  $\text{NO}_3\text{H}-\text{ClO}_4\text{H}$ . El hierro, previa dilución, se mide en un espectrofotómetro de absorción atómica Beckman 448, equipado con cátodo hueco Dr Kerr para el Fe y con una longitud de onda de 248,3 nm. Shapiro L. y Brannock W. (1962)

4.- Determinación de Hierro y Aluminio libres.- Realizamos una extracción con ditionito-citrato sódico. Holmgren (1967). Determinando el hierro libre, a partir de los líquidos de extracción, en un espectrofotómetro de absorción atómica Beckman 448. El aluminio libre se determinó espectrofotométricamente por la reacción coloreada con rojo de alizarina, midiendo la intensidad de color en un espectrofotómetro RD 62, radiación de 475  $\text{m}\mu$ .

5.- Determinación de Silice y Aluminio total.- Sometemos al suelo a una fusión alcalina con NaOH. Shapiro L. y Brannock W. (1962). Para la determinación de silice, se trata con molibdato amónico formándose el complejo silicomolibdico, como reductor del complejo empleamos una mezcla de amidol y sulfito. La intensidad del color azul se mide en un espectrofotómetro RD 62, empleando una radiación de 640  $\text{m}\mu$ .

El aluminio se trata con solución de rojo de alizarina, midiendo el color rojo de la laca formada en un espectrofotómetro R 62, empleando una radiación de  $475 \text{ m}\mu$  de longitud de onda.

6.- Determinación de la Capacidad de Cambio.- Hemos utilizado la técnica del acetato sódico 1N. El sodio lo medimos en un fotómetro de llama Eppendorf.

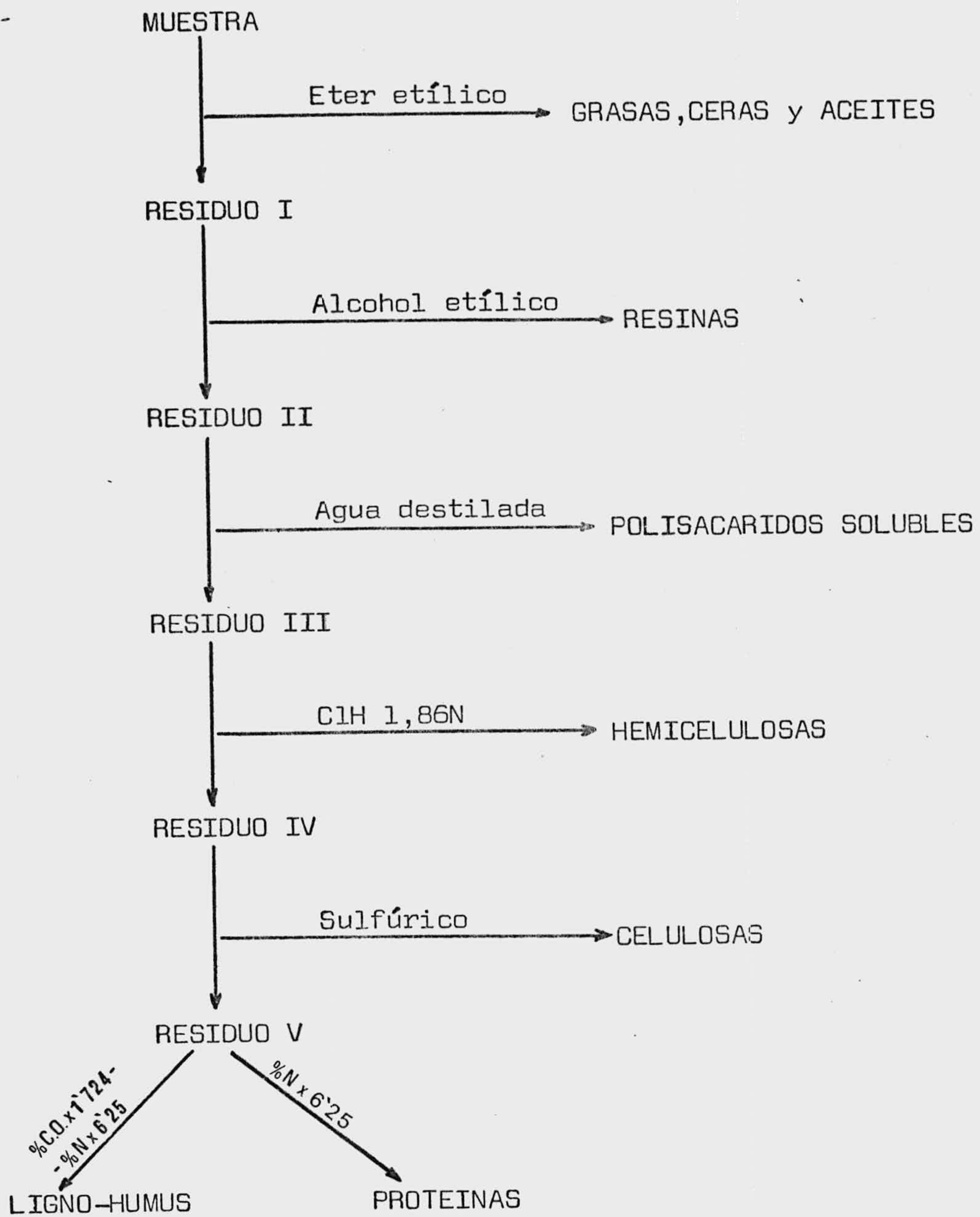
7.- Determinación de las Bases de Cambio.- Realizamos la extracción con acetato amónico 1N ( $\text{pH}=7$ ) y la determinación de los distintos cationes de cambio la hacemos en un fotómetro de llama Eppendorf.

8.- Determinación de la Materia Orgánica.- Hemos seguido el método de Tyurin (1931-1936), descrito por Kononova (1961).

9.- Extracción de Ac. Húmicos y Ac. Fúlvicos.- Empleamos el método de Kononova y Bel`chikova (1961), basado en una extracción rápida con pirofosfato de sodio y sosa tamponada a  $\text{pH}$  13. El carbono orgánico lo hemos determinado por el método de Tyurin anteriormente descrito.

10.- Determinación de la Materia Orgánica. Horizontes Orgánicos.- Hemos seguido el método de Tyurin modificado, basado en la oxidación de la materia orgánica con  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$  sólido y valoración con sal de Mohr 0,1N, usando como indicador ácido N-fenilantranílico. La razón  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2/\text{gr. de muestra}$ , es de 10/1 para un peso de muestra de  $\approx 0,005 \text{ gr.}$

11.- Fraccionamiento Químico de la Materia Orgánica gruesa.- Mediante el cual hemos determinado los porcentajes de : Grasas, Ceras, Aceites, Resinas, Polisacáridos solubles en agua, Hemicelulosas y Celulosas, Proteínas y Ligno-humus. Hemos seguido el método de Stevenson, F.J. (1965) basado en el siguiente esquema:

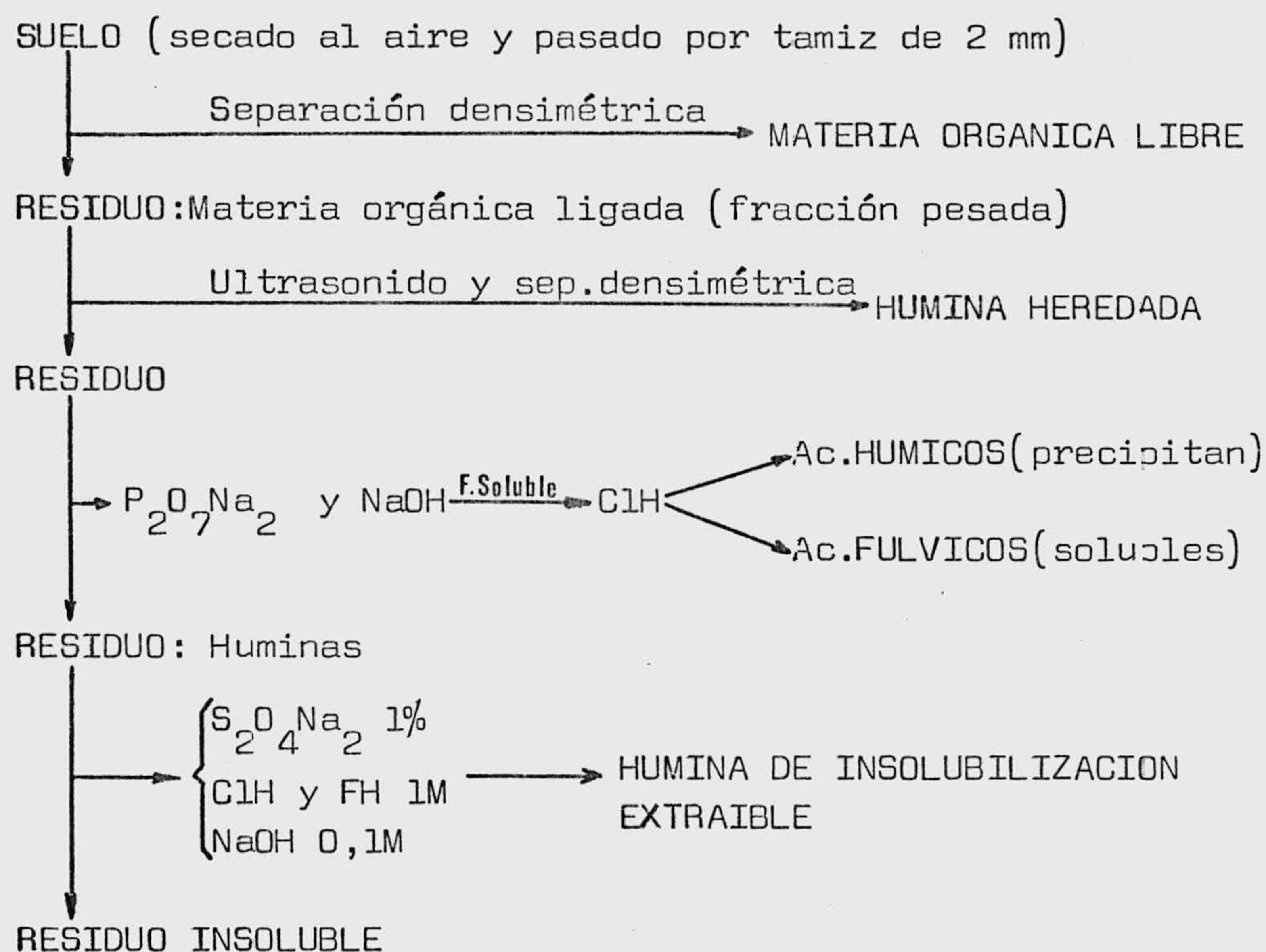


Las celulosas y hemicelulosas se determinaron por diferencia una vez extraídos todos los demás constituyentes.



12.- Fraccionamiento de la Materia Orgánica.- Se realizó según el método propuesto por Dabin y modificado por Almendros. Se emplea una mezcla de Bromoformo-Alcohol para la separación de la materia orgánica libre; los ácidos húmicos del extracto total se precipitan con ClH y se purifican con ClH-FH 1:1, una vez dializados se secan en estufa de vacío a temperatura ambiente. El fraccionamiento de las distintas formas de humina se llevó a cabo según el método de Duchaufour (1973-1975)

El método completo es el que figura en el siguiente esquema:



### 13.- Caracterización de los Ac.Húmicos.-

a) Análisis orgánico elemental.- Se realizó con un microanalizador Hewlet-Parkard 185, obteniéndose el porcentaje de oxígeno por diferencia respecto al peso total de la muestra libre de cenizas.

b) Filtración a través de un gel.- Se empleó Sephadex G-100 (de rango  $10^3 - 10^5$ ), utilizando un sistema de cromatografía constituido por una columna Pharmacia K 25/45, espectrofotómetro Zeiss PMQII y registrador Kipp-Zonen BD8, operando en todos los casos a la longitud de onda de 450 nm. Dorado y al. (1972)

c) Espectroscopia Visible.- Se preparan soluciones de 0,136 mgr.C./ml de los ácidos húmicos y se miden las densidades ópticas a longitudes de onda de 728,665,619,574,533,496 y 465 nm. Kononova M.M. (1961).

d) Espectroscopia Infrarroja.- Para el registro de los correspondientes infrarrojos se utilizó un espectrofotómetro de doble haz Perkin-Elmer 325, empleando la técnica de la pastilla de Brk con 1,8 mgr. de muestra.

14.- Análisis Foliar.- Se ha seguido el método elaborado por los miembros del comité Inter-Institutos para el estudio de técnicas analíticas de diagnóstico foliar (1969). Consiste en lavar las muestras con detergente sin fósforo al 2% con pincel y posterior lavado con agua destilada, se secan durante 24 h. en estufa con aire forzado a 60°C, se trituran y se toman 1,5gr. de polvo seco y calcinado en estufa a 450°C durante 4h. Humedecer las cenizas con agua destilada y ClH, calentar en baño de arena hasta desprendimiento de humos blancos, filtrar y llevar a 100 ml. En esta solución es donde se determinan los macro y micro nutrientes, empleando para ello un espectrofotómetro de absorción atómica Beckman 448.

### METODOS FISICOS.-

1.- Análisis Mecánico.- Para realizar la separación de las distintas fracciones minerales del suelo y calcular el tanto por ciento de las mismas, empleamos el método de la pipeta de Robinson (1922). Las fracciones consideradas han sido: arena gruesa (2-0,2 mm), arena fina (0,2-0,02 mm), limo (0,02-0,002 mm) y arcilla (menor de 0,002 mm).

2.- Determinación de pH.- Se ha llevado a cabo en una suspensión de tierra fina-agua en relación 1:1, utilizando para ello un pH-Meter-Radiometer tipo PHM28.

3.- Determinación de los pF a 1/3 y 15 atmósferas.- Se ha seguido el método de Richards y Weaver (1944) y Richards (1947).

### METODOS MINERALOGICOS:-

1.- Análisis de Rayos-X.- Se han realizado los difractogramas correspondientes a la fracción arcilla, utilizando para ello un difractómetro Rigaku modelo Miniflex CN2005. Hemos empleado la técnica de agregados orientados, utilizando los tratamientos de Etilen-Glicol, Dimetil Sulfoxido y Calentamiento, estos últimos para los casos dudosos.

DESCRIPCION  
DE LAS  
UNIDADES PAISAJISTICAS

UNIDAD CA-1.-

Asociación REGOSILES CALCAREOS, CAMBISILES CALCICOS, con inclusiones de LITOSILES.

Esta unidad se orienta fundamentalmente al SO, con una pequeña zona de orientación S. El material original, postorogénico, está constituido por derrubios de naturaleza muy variada, aunque siempre carbonatada (calizas, dolomias o calizas dolomíticas) y de granulometría diversa (desde piedras hasta materiales de tamaño limo o arcilla), pertenecientes todos ellos a la Depresión de Granada.

Su posición de piedemonte hace que las pendientes no sean muy fuertes, aunque sí muy variadas, oscilando entre un 10 y un 30%.

En la actualidad esta unidad está sometida a un pastoreo más o menos intensivo que es el que condiciona gran parte de sus características.

Vegetación.-

Forma una unidad paisajística de tipo: Matorral serial- pastizal nitrificado, perteneciente a la serie 1-1. En cuanto a su estado se puede considerar como una comunidad de matorral bajo con cobertura mediana y pastizal desarrollado entre las especies fruticosas, presentándose ambas comunidades algo nitrificadas.

a) Matorral.-  $\bar{X}$  = 35 cm. Cobertura = 40-50 %. Sintaxonomía: facies nitrificadas de la asociación Fumaro-Cistetum clussi Valle (ined.)

<u>Especies</u>	<u>Abundancia-dominancia</u>
Helianthemum croceum.....	3
Phlomis lichnitis.....	3
Thymus vulgaris.....	3
Andryala corymbosa.....	3

Eryngium campestre.....	3
Thymus zygis.....	3
Dactylis glomerata.....	2
Santolina rosmarinifolia.....	3
Fumana thymifolia.....	2
Inula viscosa.....	3
Bellardia trixago.....	3
Brachypodium ramosum.....	3
Carlina corymbosa.....	3
Phalenis spinosa.....	3
etc...	

b) Pastizal.-  $\bar{X}$  = 5-15 cm. Cobertura= 70 %. Sintaxonomía:  
 as. Medicago-Aegilopetum geniculatae Rivas Martinez & Izco 1977.

Especies	Abundancia-dominancia
Trifolium scabrum.....	3
Hippocrepis ciliata.....	3
Plantago lagopus.....	3
Thrincia hispida.....	2
Medicago minima.....	3
Aegilops ventricosa.....	3
Avena barbata.....	2
Avena sterilis.....	2
Bromus matritensis.....	2
Bromus tectorum.....	2
etc...	

#### Climatología.-

Climatológicamente esta unidad, al igual que toda la zona de estudio, presenta un régimen de humedad xérico y un régimen de temperatura méxico (Soil Taxonomy, 1975); no obstante, el carácter profundo de sus suelos, que viene condicionado por

las características del material original, hace que presenten una reserva hídrica relativamente elevada (70-95 mm) para la zona de estudio, que teóricamente determina un periodo de deficit más corto (desde finales de Junio-primeros de Julio a finales de Septiembre), aunque en la practica su orientación S-SO hace que este periodo de sequedad sea algo mayor.

#### SUELOS.-

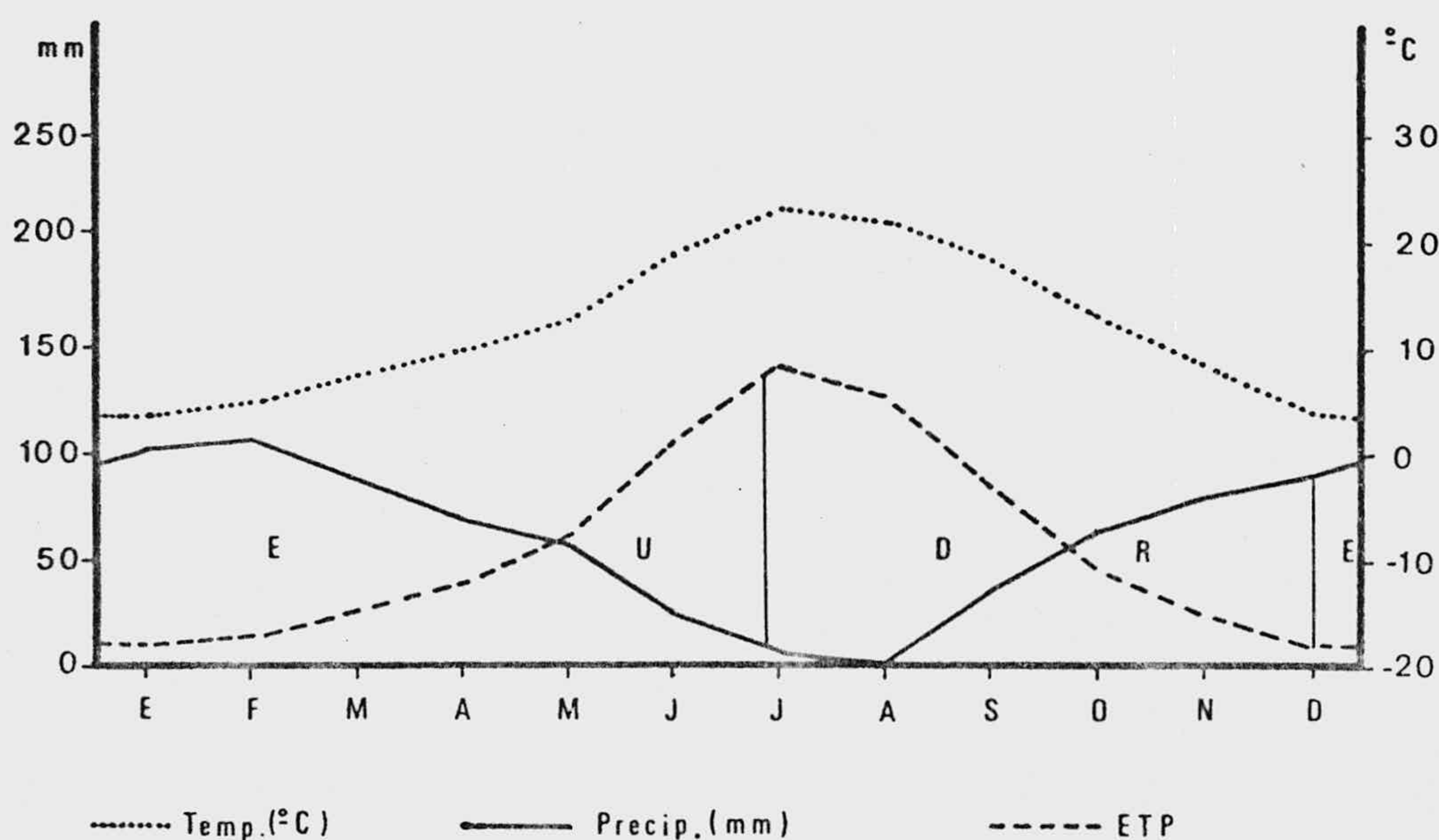
Como hemos mencionado anteriormente, por lo común son suelos profundos, aunque sus factores formadores ( clima seco, vegetación de porte bajo y cobertura relativamente escasa, orientación S-SO, etc...) hacen que sean poco evolucionados, por lo que en general dominan los Regosoles, asociados en determinadas posiciones con Cambisoles, aunque estos últimos se encuentran en un grado de desarrollo incipiente como veremos mas adelante. En pequeñas areas de esta unidad se presenta la roca desprovista de coluvios, dando lugar a la aparición de Litosoles, típicos de la unidad CA-2 (subunidad CA-2a).

Los perfiles n<sup>os</sup> 1 y 2, así como el sondeo n<sup>o</sup> 1 caracterizan a los suelos de esta unidad.

## Perfil nº 1

Balance hídrico

Reserva = 72,8 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	94,6	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	72,8	72,8	72,8	72,8	68,6	0	0	0	0	15,5	70,0	72,8

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico



## PERFIL N° 1

Situación.- U.T.M.= 4<sup>509</sup>-41<sup>229</sup> Fecha de recogida: 2-6-1980

Altitud.- 1.170

Pendiente.- 38%

Orientación.- Suroeste

Condiciones de humedad.- Húmedo a partir de los 45 cms.

Drenaje.- Clase 2. Imperfectamente drenado

Pedregosidad.- Clase 3. Muy pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 3. Muy rocoso

Material original.- Derrubios de calizas

Clasificación.- Regosol calcareo (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-8	Color 5YR 3/4 rojo amarillento en húmedo y 5YR 5/4 pardo rojizo en seco. Textura franco arcillosa y estructura migajosa mediana. Adherente, duro, untuoso y plástico. Porosidad muy abundante y de todos los tipos. Ricc en fragmentos rocosos de tamaño grava y piedra, con escaso pedregón, angulosos y de naturaleza caliza. Raíces de comunes a abundantes, finas, muy finas y medianas. Límite neto y ondulado.
C1	8-45	Color 5YR 4/4 pardo rojizo en húmedo y 5YR 5/4 pardo rojizo en seco. Textura franco arcillosa y estructura en bloques angulares finos de moderada consistencia. Adherente, untuoso, friable y plástico. Porosidad de frecuente a escasa, con poros fundamentalmente exped. Abundantes fragmentos rocosos de tamaño

grava y piedra, escaso pedregón, todos ellos de naturaleza caliza. Muy pocas raíces finas y medianas. Límite difuso y ondulado

C2 45-120

Color 5YR 4/4 pardo rojizo en húmedo y 5YR 5/4 pardo rojizo en seco. Textura franco arcillosa y estructura en bloques angulares finos de moderada consistencia. Adherente, untuoso, friable y plástico. Porosidad relativamente escasa. Abundantes fragmentos rocosos de tamaño piedra y grava, escaso pedregón. No existen raíces.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-8	49	7,2(14,2)	13,8(27,1)	13,1(25,7)	16,8(33,0)	27,7	8,00
C1	8-45	70	4,4(14,7)	8,9(29,6)	7,5(25,1)	9,2(30,6)	25,5	8,41
C2	45-120	68	3,3(10,3)	10,2(31,9)	8,4(26,2)	10,1(31,6)	15,3	8,41

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	2,92	0,166	17,6			23,27	5,87	0,07	0,71	29,20	29,92	100
C1	0,35	0,027	12,9			23,37	4,73	0,12	0,22	19,00	28,44	100
C2	0,31	0,028	11,1			23,70	6,00	0,12	0,22	21,60	30,04	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr	*****	**	**	**
C1	tr	*****	**	**	**
C2	tr	*****	**	**	*

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	4,9	2,5	10,1	0,03	30,1
C1	4,6	2,9	9,2	0,02	35,7
C2	6,7	3,1	9,6	0,03	31,8

Este suelo presenta una textura franco-arcillosa que se mantiene prácticamente constante con la profundidad, a excepción del horizonte C1 que la presenta ligeramente más gruesa (franco-arcillo-arenosa). Su estructura varía de migajosa en superficie, como consecuencia de su mayor contenido en materia orgánica y mayor actividad biológica, a bloques angulares en profundidad donde las fracciones finas actúan como el principal agente constructor de dicha estructura.

Presenta un contenido medio en carbonato cálcico que decrece con la profundidad, lo que puede ser debido a un enriquecimiento secundario por contaminación. Su pH es alcalino en todo el perfil.

La materia orgánica, que se concentra fundamentalmente en el horizonte superficial, presenta un grado de descomposición medio como nos lo pone de manifiesto su relación  $C/N = 17,6$ ; lo que probablemente sea debido a su edafoclima seco que limita la población microbiana encargada de dicha descomposición.

La capacidad de cambio es alta debido a su riqueza en arcilla. El calcio es el catión mayoritario en el complejo de cambio, al que sigue el magnesio y cantidades minoritarias de potasio y sodio. El hecho de que su capacidad de cambio presente valores alternantes con la profundidad, al igual que ocurría con su textura, nos pone de manifiesto el origen de este suelo, sucesivos coluvionamientos.

Ni su capacidad de cambio, ni la distribución de sesquioxidos (formas total y libres), ni su textura, nos ponen de manifiesto la existencia de una alteración diferencial en algún horizonte de este suelo, lo que nos indica su escaso grado evolutivo.

La fracción arcilla está constituida fundamentalmente por

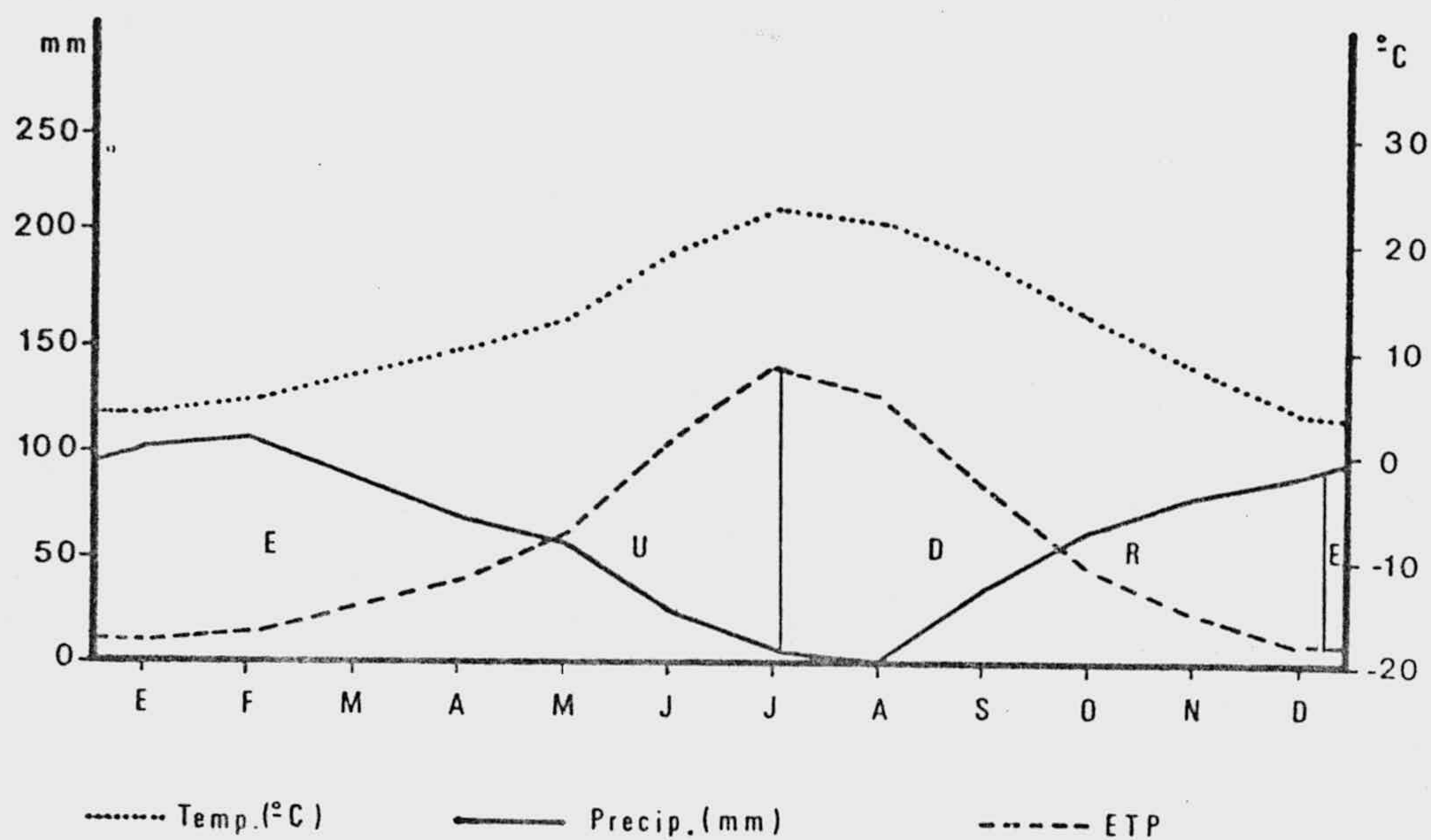
micas, a las que acompañan menores cantidades de caolinita, clcrite e interestratificados del tipo illita-montmorillonita.

De todos estos datos podemos deducir que este suelo se ha formado por una acumulación de coluvios de piedemonte, constituidos por fragmentos calizos de tamaños muy variados y material fino de color rojizo y edafizado, que presumiblemente en su lugar de origen formó parte de un horizonte B. No obstante, en la actualidad, la evolución de este coluvio es muy escasa, de manera que únicamente se observa una acumulación de materia orgánica en superficie y ningún otro sintoma de alteración "in situ" como extracción de carbonatos, mayor contenido en sesquioxidos libres, etc...; de manera que el único horizonte de diagnostico que se presenta es un epipedon Ocrico que al no estar sobre material compacto y duro, da lugar a un Regosol y más concretamente a un Regosol calcareo ya que lo es entre los 20 y 50 cms.

## Perfil nº 2

Balance hídrico

Reserva = 94,2 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	10,0	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	94,2	94,2	94,2	94,2	90,0	9,0	0	0	0	15,5	70,0	94,2

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL N° 2

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>515-<sup>41</sup>242      Fecha de recogida: 26-5-1980

Altitud.- 1.375 mts.

Pendiente.- 45 %

Orientación.- Sur

Condiciones de humedad.- Húmedo hasta los 10 primeros cms.

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 3. Muy pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 2. Rocoso

Material original.- Derrubios de caliza dolomítica

Clasificación.- Cambisol cálcico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-9	Color 7 <sup>5</sup> YR 4/4 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 6/4 pardo claro en seco . Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares de medianos a finos. Muy fri <u>a</u> ble, ligeramente pl <u>á</u> stico y ligeramente ad <u>h</u> erente. Abundante porosidad y con poros de <u>t</u> odos los tipos. Escasos fragmentos rocosos de tamaño piedra y pedregón y frecuente grava, todos de naturaleza calizo-dolomítica. Rai <u>ce</u> s comunes muy finas y finas. Límite neto y ondulado.
Bw	9-30	Color 7 <sup>5</sup> YR 4/4 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 5/5 de pardo a pardo fuer <u>t</u> e en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares medianos. Muy fri <u>a</u> ble, ligeramente pl <u>á</u> stico y ligeramente ad <u>h</u> erente. Frecuente porosidad y con poros de <u>t</u> o

dos los tipos. Pocos fragmentos rocosos de tamaño piedra y pedregón y abundante grava de naturaleza calizo-dolomítica. Abundante contenido en raíces muy finas, finas y medianas. Límite neto y ondulado.

C > 30

Color 7.5YR 6/4 pardo claro en húmedo y 7.5YR 7/4 rosa en seco. Textura arenosa franca y estructura en bloques angulares medianos de consistencia débil. Blando, muy friable, no plástico y ligeramente adherente. Frecuente porosidad y escasos fragmentos rocosos de tamaño piedra y pedregón, aunque abundante grava. Muy escaso contenido en raíces.



RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-9	37	13,2(20,9)	31,8(50,5)	11,7(18,6)	6,3(10,0)	66,3	8,30
Bw	9-30	40	12,5(20,8)	28,8(48,0)	11,5(19,2)	7,2(12,0)	58,0	8,25
C	> 30	43	19,0(33,4)	23,8(41,7)	9,6(16,8)	4,6(8,0)	63,9	8,38

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	0,96	0,054	17,8			11,42	19,00	0,05	0,12	7,90	30,95	100
Bw	0,72	0,044	16,4			9,00	14,33	0,06	0,07	9,70	23,46	100
C	0,28	0,020	14,0			15,37	6,40	0,05	0,05	4,90	21,87	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr	*****	**	*	***
Bw	tr	*****	**	*	**
C	tr	*****	**	*	**

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	1,8	1,1	3,6	0,013	10,6
Bw	1,8	1,0	4,0	0,016	11,5
C	1,7	0,7	1,7	0,018	10,3

Como vemos este suelo presenta una textura relativamente gruesa que pasa de franco-arenosa en los horizontes superficiales a arenosa-franca en el más profundo. Su estructura, en bloques angulares, se mantiene constante con la profundidad, lo que tenemos que atribuir a la falta de una acumulación neta de materia orgánica en superficie que, junto a su microclima seco condicionado por su orientación sur, limitan la actividad biológica y privan al horizonte superficial de la estructura grumosa o migajosa típica de los horizontes Ah; por lo tanto la estructura de los distintos horizontes de este suelo viene condicionada fundamentalmente por la actuación de los elementos minerales finos.

Es muy rico en carbonatos, pudiéndose destacar una ligera descarbonatación del horizonte Bw y un enriquecimiento secundario del horizonte Ah debido probablemente a contaminación secundaria. Su pH es alcalino en todo el perfil, presentando pequeñas oscilaciones con la profundidad.

Como mencionamos anteriormente, presenta una escasa acumulación de materia orgánica en superficie que decrece regularmente con la profundidad y con un grado de transformación moderado ( $C/N = 17,8$ ); características ambas que vienen condicionadas por su microclima seco, que limita tanto la vegetación que se asienta sobre él como la población microbiana que lo habita.

La capacidad de cambio es baja debido a su escaso contenido en materia orgánica y arcilla; se presenta completamente saturado, siendo el magnesio el catión mayoritario (al menos en los horizontes superficiales) seguido de calcio y cantidades minoritarias de potasio y sodio. La abundancia de magnesio es plenamente justificable si tenemos en cuenta el carácter dolomítico de la roca madre.

Tanto en el perfil nº 1 como en el nº 2, la actuación del ciclo biogeoquímico se nos pone de manifiesto por el incremento del porcentaje de potasio en el complejo de cambio de los horizontes superficiales; esto no quiere decir que los demás cationes no se concentren, sino que la riqueza que estos suelos presentan en minerales de calcio y magnesio hace que, con acetato amónico, se extraiga más cantidad de estos elementos de la que realmente se encuentra retenida en el complejo de cambio, por lo que los datos nos vienen falseados. En todo caso es de destacar el hecho de que este incremento de potasio es relativamente escaso, lo que nos indica que la intervención de dicho ciclo es débil como consecuencia de la pobreza de vegetación y baja actividad biológica por causas ya mencionadas anteriormente.

El estudio mineralógico de la fracción arcilla nos muestra como las micas son los minerales laminares dominantes, a las que acompañan interestratificados illita-montmorillonita, caolinita y cantidades minoritarias de clorita y montmorillonita

En general el suelo presenta una escasa diferenciación como consecuencia de su evolución incipiente, por lo que ha sido necesario recurrir a los datos analíticos para poder clasificar sus diferentes horizontes. De acuerdo con estos hemos establecido la presencia de un horizonte Cámbico entre 9 y 30 cms. de profundidad, basándonos en la mayor alteración que presenta y que nos viene dada por su mayor contenido en arcilla, ligera descarbonatación, mayor capacidad de cambio y mayor contenido en hierro libre que el horizonte C subyacente. Por lo tanto la secuencia de horizontes sería: Ocríco- Cámbico, que hace que lo clasifiquemos como Cambisol y por ser cálcico entre 20 y 50 cms. como Cambisol cálcico.

## SONDEO N° 1

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>513- <sup>41</sup>223      Fecha de recogida: 2-6-1980

Altitud.- 1.145 mts.

Pendiente.- 14 %

Orientación.- Suroeste

Condiciones de humedad.- Seco en todo el perfil

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 2. Pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 1. Moderadamente rocoso

Material original.- Mezcla de derrubios dolomíticos y calizo-dolo  
míticos

Clasificación.- Regosol calcareo

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-12	Color 10YR 5/2 pardo grisáceo en húmedo y 10YR 6/2 gris parduzco claro en seco. Presenta una textura franco arenosa y una estructura poliédrica o en bloques subangulares finos y poco consistentes. Porosidad muy abundante y rico en raíces finas y muy finas. Fuertemente carbonatado. Límite neto y plano.
C1	12-40	Color 10YR 6/2 gris parduzco claro en húmedo y 10YR 7/2 gris claro en seco. Textura arenosa franca y estructura que varía de poliédrica subangular de escasa consistencia a suelta. Abundante porosidad y con un contenido mediano en raíces de tamaño fino y mediano. Fuertemente carbonatado. Límite difuso.
C2	>40	Color 10YR 6/2 gris parduzco claro en húmedo y 10YR 7/2 gris claro en seco. Textura

arenosa franca y sin estructura manifiesta.  
Abundante porosidad y menor contenido en raíces que el hor.C1.

Como podemos observar, las principales diferencias que se establecen entre los suelos de esta unidad vienen determinadas fundamentalmente por la naturaleza del material original, dada la constancia de los demás factores formadores como vegetación, clima, relieve, etc... Así, sobre materiales de naturaleza caliza (perfil nº1), los suelos presentan una textura más fina que condiciona una menor permeabilidad, mayor capacidad de retención de agua por el horizonte superficial, mayor capacidad de cambio y por consiguiente un mayor desarrollo de la vegetación; de ahí que su horizonte Ah presente un mayor contenido en materia orgánica y el suelo un ciclo biogeoquímico algo más activo. Por el contrario conforme el material se hace más dolomítico (perfil nº2 y sondeo nº1), el suelo presenta una textura más gruesa que da lugar a mayor permeabilidad, menor capacidad de retención de agua por el horizonte superficial, menor capacidad de cambio y por consiguiente menor desarrollo de la vegetación; de ahí que su horizonte Ah presente un menor contenido en materia orgánica y el suelo un ciclo biogeoquímico menos activo; aunque por otra parte el hecho de que esta vegetación tenga que buscar la humedad a mayor profundidad hace que desarrollen un sistema radicular más profundo, que justifica el mayor contenido en materia orgánica del horizonte subsuperficial de este suelo más permeable.

UNIDAD CA-2.-

LITOSOLES asociados con gran cantidad de afloramientos rocosos.

Esta unidad se desarrolla sobre material calizo duro, con pendientes que oscilan entre el 30 y 55 %, lo que junto al escaso desarrollo de vegetación hace que en ella tenga lugar un gran proceso erosivo que determina que el Litosol sea el único tipo de suelo presente, al tiempo que los afloramientos rocosos constituyen la característica más sobresaliente de esta unidad.

Se localiza en orientaciones bien distintas, como son: S, O y N; que determinan las diferentes características de los Litosoles que sobre ella se desarrollan y que nos han inducido a dividirla en dos subunidades.

## SUBUNIDAD CA-2a.- Orientación S y O.

Vegetación.-

Forma una unidad paisajística de tipo: Matorral serial, perteneciente a la serie 1-1, aunque al aumentar la altitud se hace significativa la serie 1-2. Su estado es de matorral bajo (aulagar-tomillar) de cobertura medianamente alta y pastizal poco significativo

$\bar{X}$ =60cms. Cobertura= 50-60 %. Sintaxonomía: aso. Fumano-Cistetum clusii Valle (ined.)

Especies	Abundancia-dominancia
Ulex parviflorus	3
Fumana ericoides	2
Fumana thymifolia	2
Cistus clusii	2
Rosmarinus officinalis	2
Thymus vulgaris	2

Stipa lagascae	2
Macrochloa tenacissima	2
etc...	

#### Climatología.-

El escaso desarrollo del suelo característico de esta unidad determina que tenga una baja capacidad de retención y un periodo de deficit muy amplio que comienza a primeros de junio y termina a finales de septiembre, practicamente todo el tiempo en que la ETP es superior a las precipitaciones y por tanto con un periodo de utilización muy corto. Esta característica, junto a su exposición soleada, hacen que la unidad presente un microclima mucho más seco que el que vendria condicionado por las características generales del clima de la zona.

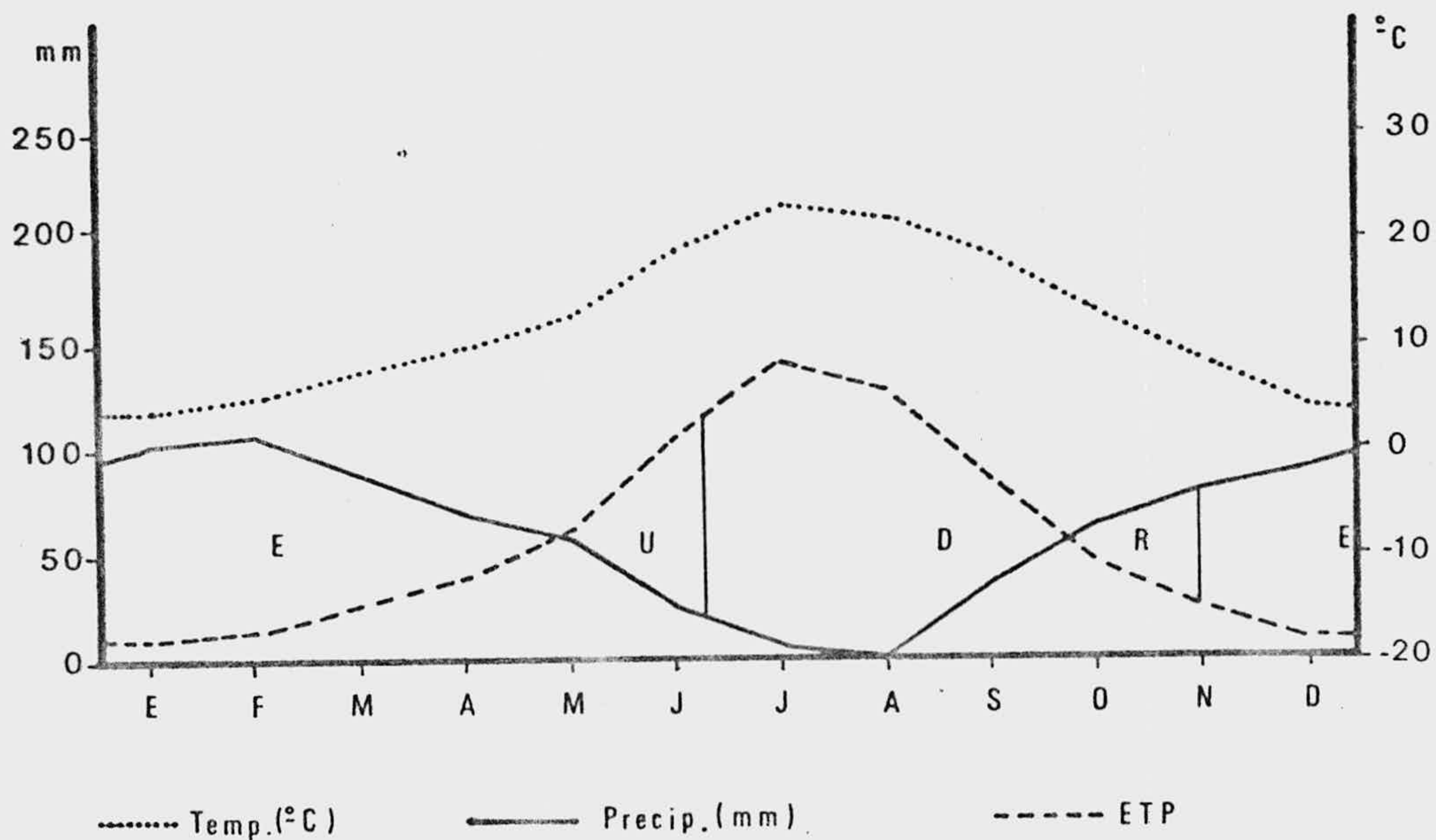
#### SUELOS.-

Como hemos mencionado anteriormente los Litosoles son los suelos que caracterizan esta unidad y vienen representados por el perfil nº3.

## Perfil nº 3

Balance hídrico

Reserva = 15,3 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	37,1	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	15,3	15,3	15,3	15,3	11,1	0	0	0	0	15,3	15,3	15,3

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico



## PERFIL Nº 3

Situación.- U.T.M.= 4<sup>511</sup>-41<sup>229</sup> Fecha de recogida: 2-6-1980  
 Altitud.- 1.200 mts.  
 Pendiente.- 60 %  
 Orientación.- Suroeste  
 Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil  
 Drenaje.- Lateral  
 Pedregosidad.- Clase 5. Terreno ripioso  
 Afloramientos rocosos.- Clase 4. Excesivamente rocoso  
 Material original.- Calizas dolomíticas  
 Clasificación.- Litosol (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-9	Color 7 <sup>5</sup> YR 4/4 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 5/4 pardo en seco. Textura arenosa franca y estructura migajosa mediana. Blando, ligeramente plástico y ligeramente adherente. Porosidad muy abundante y con poros de todos los tipos. Dominantes fragmentos rocosos de tamaño grava, piedra y pedregón de naturaleza calizo-dolomítica. Raíces finas y muy finas de comunes a abundantes. Límite brusco y neto.
R	> 9	Roca calizo-dolomítica coherente y dura.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-9	59	5,7(13,7)	26,1(63,6)	4,8(11,7)	4,5(11,0)	63,8	8,20

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C.O. %	N %	C/N	Bases extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100 gr)		V %
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	1,80	0,102	17,6	10,30	20,67	0,05	0,22	14,10	31,20	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr	***	**	**	***

Tr = Trazas ; \* = 5 - 10 % ; \*\* = 10 - 20 % ; \*\*\* = 20 - 40 % ; \*\*\*\* = 40 - 75 % ; \*\*\*\*\* = > 75 %

El suelo presenta una textura gruesa (arenosa franca) como consecuencia de su escaso desarrollo y erosión de materiales más finos. Su estructura migajosa viene condicionada por su materia orgánica y actividad biológica, aunque sus características tanto físicas como químicas nos inducen a pensar que esta última es relativamente escasa.

Su contenido en materia orgánica es elevado para el tipo de suelo de que se trata, presenta un grado de descomposición medio (C/N = 17,6) semejante al del horizonte Ah de los suelos de la unidad CA-1 que también presentaban una exposición soleada.

El complejo de cambio se encuentra completamente saturado en magnesio y calcio, con cantidades minoritarias de potasio y sodio. Esta riqueza en magnesio nos pone de manifiesto la naturaleza calizo-dolomítica del material original.

Las micas y los interestratificados illita-montmorillonita son los minerales laminares más abundantes en la fracción arcilla, a los que acompañan menores cantidades de caolinita y clorita.

Dado su escaso desarrollo este suelo presenta únicamente un epipedon Ocrico, menor de 10 cms. de profundidad, que se encuentra en contacto con la roca compacta y dura, por lo que lo clasificamos como Litosol.

SUBUNIDAD CA-2b.- Orientación N.

Vegetación.-

Forma una unidad paisajística de tipo: Matorral serial, perteneciente a la serie 1-2. Su estado lo podemos definir como comunidad de caméfitos espinosos de porte almohadillado; en los lugares de más desarrollo de suelo se presentan gramíneas vivaces de raíz fasciculada.

$\bar{X}$  = 30 cms. Cobertura = 50 %. Sintaxonomía: comunidad de *Ptilotrichum spinosum* y *Cerastium boissieri*; variante con *Festuca scario*sa en los claros del pedregal.

Especies	Abundancia-dominancia
Ptilotrichum spinosum	4
Cerastium boissieri	3
Festuca scariosa	3
Erodium petraeum subsp.crispum	3
Arrhenatherum elatius	2
Helianthemum croceum	2
Anthyllis vulneraria	1
Armeria alliaceae	1
etc...	

#### Climatología.-

Con respecto a la subunidad anterior presenta dos diferencias claras como son la orientación norte y el mayor contenido en arcilla del horizonte Ah. Características que determinan por una parte un microclima más húmedo, dada la menor evapotranspiración, y por otra una mayor reserva hídrica que potencia dicha humedad.

Su orientación norte es una de las causas de que esta unidad se vea afectada por una inversión térmica que condiciona una vegetación de la serie 1-2 (supramediterránea), es decir más fría de la que le correspondería por su altitud.

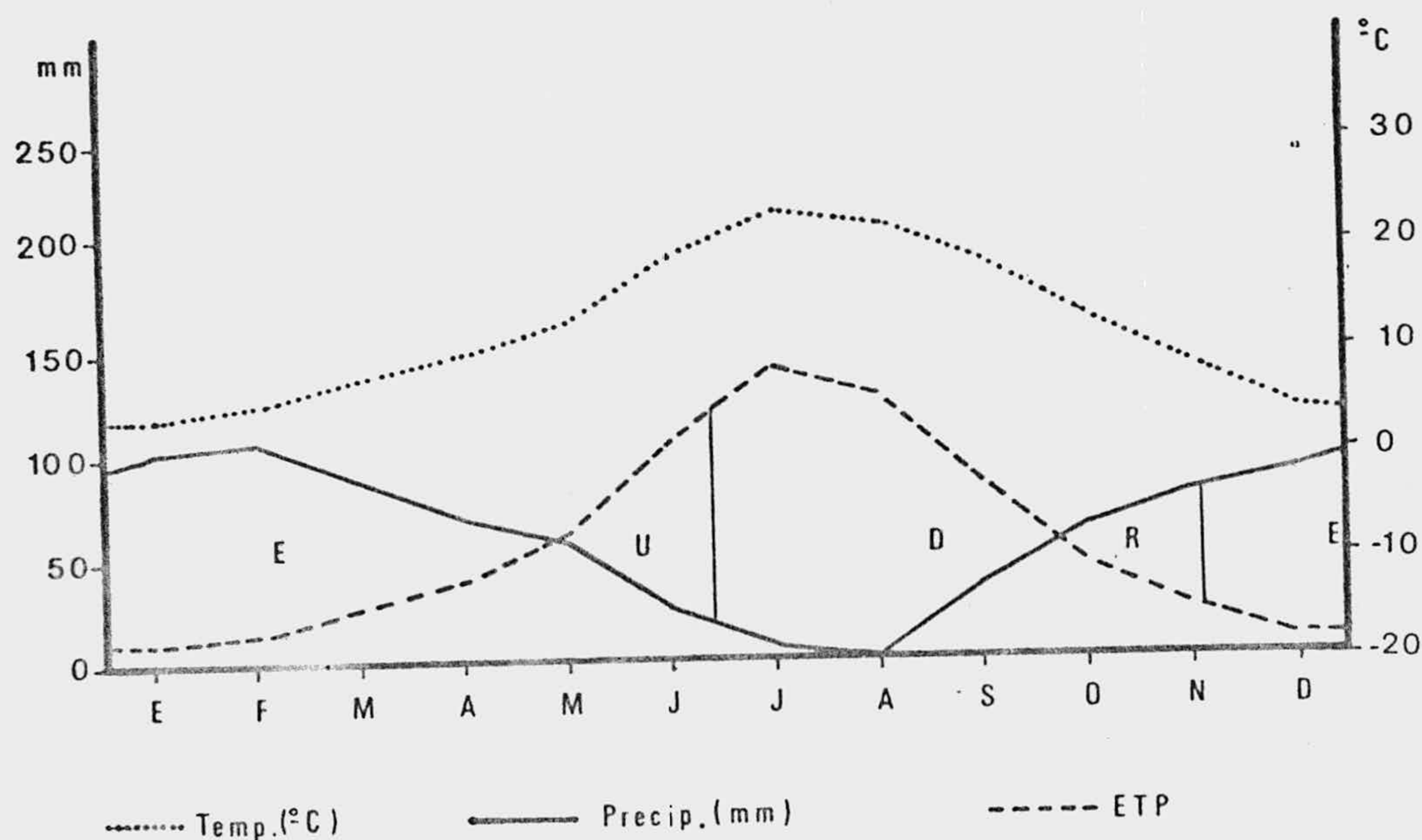
#### SUELOS.-

Al igual que en la subunidad CA-2a, los Litosoles son los suelos característicos de esta subunidad, pero con características diferenciadoras impuestas por su orientación y por la naturaleza del material original (calizas blancas). El perfil nº 4 representa al suelo típico de esta subunidad.

## Perfil nº 4

Balance hídrico

Reserva=19,5 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp.(°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	41,3	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	19,5	19,5	19,5	19,5	15,3	0	0	0	0	15,5	19,5	19,5

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL N° 4

Situación.- U.T.M.= 4<sup>512</sup>-41<sup>238</sup>

Fecha de recogida: 26-5-1980

Altitud.- 1.360 mts.

Pendiente.- Convexa del 30 %

Orientación.- Norte

Condiciones de humedad.- Séco

Drenaje.- Lateral

Pedregosidad.- Terreno ripioso.Clase 5

Afloramientos rocosos.- Clase 4.Extremadamente rocoso

Material original.- Calizas

Clasificación.- Litosol (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-10	Color 5YR 3/3 pardo rojizo oscuro en húmedo y 5YR 4/4 pardo rojizo en seco.Textura arcillosa y estructura en bloques angulares finos.Duro,firme y adherente.Frecuente porosidad y con poros de todos los tipos.Presenta slicken-side y grietas de hasta 3 mm.Dominantes fragmentos rocosos.Raices comunes,finas y muy finas.Límite brusco y ondulado
R	> 10	Roca caliza coherente y dura.

Nota: El horizonte Ah se presenta completamente descarbonatado

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-10	47,0	0,3(0,5)	8,9(16,8)	15,6(29,5)	28,1(53,1)	-	7,29

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C.O. %	N%	C/N	Bases extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100 gr.)		V%
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	3,01	0,182	16,5	44,75	6,40	0,17	1,11	51,10	52,43	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	*	*****	*	*	*****

Tr = Trazas ; \* = 5 - 10 % ; \*\* = 10 - 20 % ; \*\*\* = 20 - 40 % ; \*\*\*\* = 40 - 75 % ; \*\*\*\*\* = > 75 %

Al igual que el perfil nº3, este suelo se presenta en una pendiente fuerte y bajo una vegetación de porte bajo y cobertura limitada que condicionan su escaso desarrollo, aunque con unos caracteres diferenciales que lo separan de aquel dada la diferente actuación de los demás factores formadores.

Presenta una textura fina (arcillosa) y una estructura poliédrica o en bloques angulares bien desarrollada. Esta textura arcillosa se debe a que el suelo se ha formado por acumulación de las impurezas silicatadas que la caliza deja en su proceso de disolución, proceso que se ve favorecido por su orientación norte y reforzado por la inversión térmica que afecta a la zona, lo que junto a la facilidad de alteración de las calizas blancas hace que el horizonte Ah se presente completamente descarbonatado y con un pH próximo a la neutralidad. La estructura en bloques nos indica que es la arcilla la que juega el papel principal en su construcción.

Su contenido en materia orgánica es elevado y con un buen grado de descomposición como nos lo pone de manifiesto su relación C/N próxima a 15. La capacidad de cambio es elevada dada su riqueza en arcilla y materia orgánica; se presenta completamente saturado en calcio y magnesio, acompañados de cantidades minoritarias de potasio y sodio.

Los minerales laminares de la fracción arcilla están constituidos fundamentalmente por micas, a las que siguen los interestratificados illita-montmorillonita y cantidades minoritarias de caolinita, clorita y montmorillonita.

Dado que el suelo está constituido por un epipedon Ocrico de 10 cms de espesor, en contacto con la roca compacta y dura, lo hemos clasificado como Litosol.



UNIDAD CA-3.-

## Asociación LITOSOLES , REGOSOLES CALCAREOS

Esta unidad presenta orientaciones muy variadas, N, S, O, etc. y con pendientes por lo general elevadas, mayores del 30 %, aunque en ocasiones se suavizan y no alcanzan el 15 %.

Su caracter fundamental es el escaso desarrollo de sus suelos que por lo general no superan los 20 cms. de solum, se asocian a numerosos afloramientos rocosos aunque menos extensos que en la unidad CA-2

La hemos dividido en dos subunidades en función de la actuación de dos factores formadores como son: material original y vegetación.

SUBUNIDAD CA-3a.- Material original: dolomias

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Matorral serial-pedregal, en algunas zonas se presentan repoblaciones de pinos.

a) Matorral.- Pertenece a la serie 1-1. Su estado es de matorral bajo (aulagar-tomillar) de escasa cobertura y en cuyos claros son típicas las plantas de terrenos sueltos. La riqueza en magnesio de estos suelos dan una flora muy característica.

$\bar{X}$  = 50 cms. Cobertura = 50-60 %. Sintaxonomía: aso. Fumano-Cistetum clussii Valle (ined.), subas. thymetosum granatensis

Especies	Abundancia-dominancia
Ulex parviflorus	2
Lavandula latifolia	3
Avena filifolia velutina	2
Thymus granatensis	2
Fumana ericoides	2

Cistus clusii	2
Santolina canescens	2
Fumana thymifolia	2
etc...	

#### Climatología.-

Climatológicamente esta subunidad viene condicionada por el escaso desarrollo de sus suelos, que determinan una escasa reserva hídrica, mayor en el caso de los regosoles, aunque en ningún caso superan los 25 mm. De ahí que las principales diferencias observadas, que se manifiestan por una mayor o menor densidad de vegetación, se den en función de la orientación.

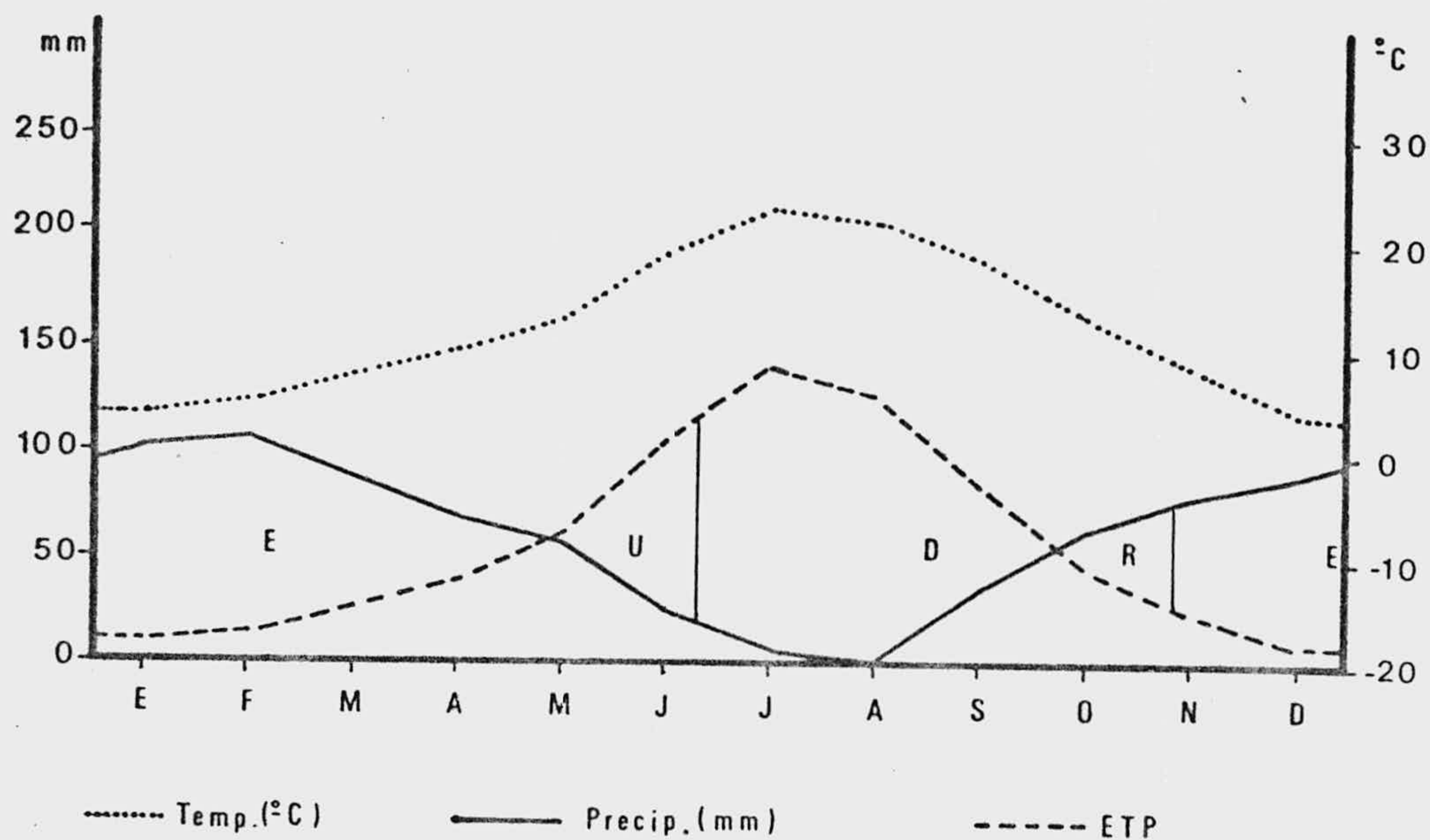
#### SUELOS.-

Como mencionamos anteriormente se caracterizan por su escasa profundidad que en la mayoría de los casos viene determinada por el carácter más o menos kakiritizado del material original; de forma que cuando la dolomia es compacta no superan los 10 cms., mientras que sí lo hacen cuando se presenta kakiritizada. Los perfiles nº 5 y nº 6 representan a los suelos característicos de esta unidad.

## Perfil nº 5

Balance hídrico

Reserva = 12,9 mm

FICHA CLIMÁTICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp.(°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	43,2	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	12,9	12,9	12,9	12,9	8,7	0	0	0	0	12,9	12,9	12,9

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 5

Situación.- U.T.M.= 4<sup>512</sup>- 41<sup>228</sup> Fecha de recogida: 2-6-1980

Altitud.- 1.180 mts.

Pendiente.- 60 %

Orientación.- Suroeste

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Lateral

Pedregosidad.- Terreno ripioso. Clase 5

Afloramientos rocosos.- Clase 4. Extremadamente rocoso

Material original.- Dolomias

Clasificación.- Litosol (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-5/8	Color 10YR 5 <sup>5</sup> /4 de pardo amarillento a pardo amarillento claro en húmedo y 10YR 7 <sup>4</sup> /4 pardo muy pálido en seco. Textura arenosa - franca y estructura migajosa mediana muy <u>de</u> bil. Blando, no plástico y muy ligeramente <u>ad</u> herente. Porosidad muy abundante, con poros de todos los tipos. Dominantes fragmentos <u>ro</u> cosos de tamaño grava, piedra y pedregón y de naturaleza dolomítica. Escaso contenido en raíces, finas y muy finas principalmente. Límite brusco y ondulado.
R	> 5/8	Roca dolomítica compacta y dura.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-5/8	49	10,6(20,8)	30,6(60,0)	7,6(15,0)	2,2(4,3)	67,3	8,21

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C.O. %	N%	C/N	Bases extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100 gr)		V%
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	0,98	0,047	20,8	10,12	21,00	0,03	0,07	7,20	31,22	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interstratificados
Ah	tr	****	**	*	***

Tr = Trazas ; \* = 5 - 10 % ; \*\* = 10 - 20 % ; \*\*\* = 20 - 40 % ; \*\*\*\* = 40 - 75 % ; \*\*\*\*\* = > 75 %

Presenta una textura gruesa (arenosa franca) condicionada por la dureza y resistencia a la alteración química de la dolomía. Su estructura es migajosa, dado que la pobreza en arcilla hace que sea la materia orgánica el principal agente constructor de la misma. Es extraordinariamente rico en carbonatos y con un pH básico superior a 8.

Tiene un contenido medio en materia orgánica y con un grado de descomposición relativamente escaso como nos lo pone de manifiesto su relación  $C/N > 20$  y que nos indica la escasa actividad biológica existente, determinada por las malas condiciones físicas y químicas (sequedad y pobreza en macro y micronutrientes).

El complejo de cambio se presenta completamente saturado, fundamentalmente en magnesio, dada la naturaleza dolomítica del material original, al que sigue el calcio y cantidades minoritarias de potasio y sodio. Su pobreza en potasio nos viene a confirmar la escasa actividad biológica que limita el ciclo biogeoquímico que tiene lugar en este suelo. El valor de la capacidad de cambio es bajo como consecuencia de la textura gruesa y mala descomposición de su materia orgánica.

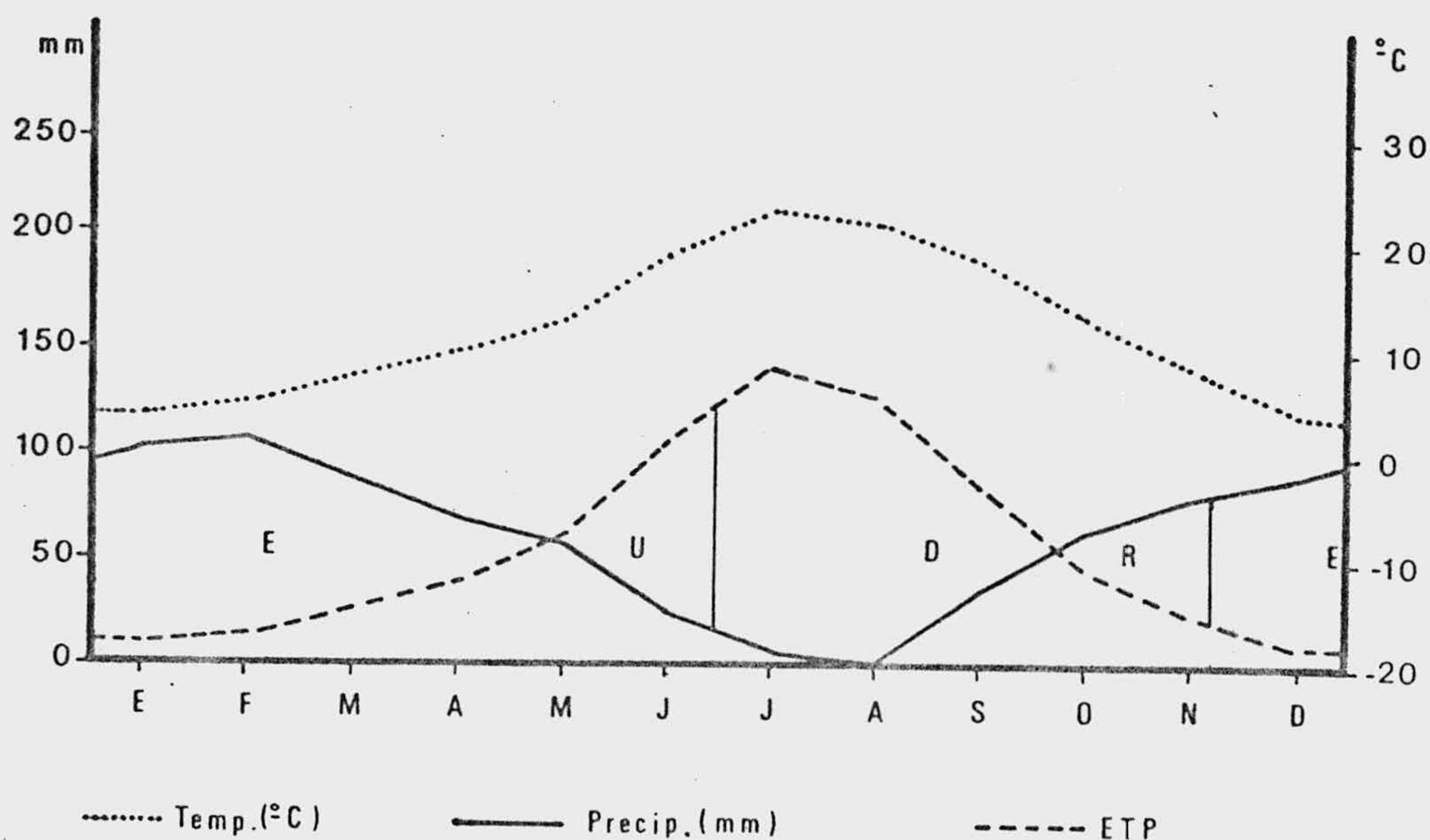
Los minerales laminares de la fracción arcilla se encuentran dominados por las micas, a las que siguen de cerca los interstratificados illita-montmorillonita y menores cantidades de caolinita y clorita.

Como único horizonte de diagnóstico presenta un epipedon Ocrico, menor de 10 cms., que se encuentra en contacto con la roca compacta y dura, por lo que lo clasificamos como Litosol.

## Perfil n° 6

Balance hídrico

Reserva = 23,2 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	45,0	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	23,2	23,2	23,2	23,2	19,0	0	0	0	0	15,5	23,2	23,2

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL N° 6

Situación.- U.T.M. = <sup>4</sup>505-<sup>41</sup>235      Fecha de recogida: 22-4-1980

Altitud.- 1220 mts.

Pendiente.- Convexa del 3 %

Orientación.- Norte

Condiciones de humedad.- Seco en todo el perfil

Drenaje.- Clase 6. Excesivamente drenado

Pedregosidad.- Clase 3 . Pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 2 . Rocoso

Prof.de la capa freática.- Infinita

Material original.- Dolomias kakiritizadas

Clasificación.- Regosol calcareo (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-4	Color 10YR 4'5/2 de pardo amarillento os <u>o</u> curo a pardo amarillento en húmedo y 10YR 6/2 gris parduzco claro en seco. Textura fran <u>co</u> arenosa y estructura migajosa fina. Blan <u>do</u> , muy friable, no plástico y no adherente . Porosidad muy abundante debido a su elevado contenido en grava ,angulosa ,de naturale <u>za</u> dolomítica y ligeramente meteorizadas en superficie. Abundantes raíces muy finas y fi <u>ni</u> nas. Límite neto y plano.
AC	4-17	Color 10YR 5/2 pardo grisáceo en húmedo y 10YR 6/2 gris parduzco claro en seco. Tex <u>tu</u> ra de franco arenosa a arenosa franca y estructura particular. Suelto, no adherente y no plástico. Porosidad abundante y mayor con <u>te</u> nto



tenido en grava angulosa, dolomítica y ligeramente meteorizada. Raíces en cantidad media y muy finas. Límite neto y plano.

C > 17

Dolomias grises oscuras recubiertas de una delgada capa de tierra fina de color 10 YR 7/2 gris claro en húmedo y 10YR 7/1 gris claro en seco. Porosidad muy abundante. Grava dolomítica escasamente meteorizada. Sin raíces.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-4	43,0	22,8 (40,1)	18,3 (32,1)	12,8 (22,5)	3,0 (5,3)	83,8	8,12
AC	4-17	58,0	23,1 (55,1)	7,8 (18,5)	9,5 (22,7)	1,3 (3,2)	83,9	8,28

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C.O. %	N%	C/N	Bases extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100 gr)		V%
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	0,66	0,034	19,4	7,42	21,00	0,07	0,05	4,60	28,54	100
AC	0,32	0,021	15,2	5,50	17,33	0,03	0,03	4,30	22,89	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	*	***	**	*	***

Tr = Trazas ; \* = 5 - 10 % ; \*\* = 10 - 20 % ; \*\*\* = 20 - 40 % ; \*\*\*\* = 40 - 75 % ; \*\*\*\*\* = > 75 %

Este suelo se desarrolla sobre dolomias kakiritizadas que le proporcionan una textura gruesa que varia de franco arenosa a arenosa franca en función de la profundidad. Esta textura gruesa, con escaso contenido en arcilla, hace que el suelo presente una estructura muy poco desarrollada, con aspecto de migajosa fina en el horizonte superficial dado su mayor contenido en materia orgánica y mayor actividad biológica (aunque muy escasa en términos absolutos) que pasa a particular en el horizonte AG.

Como consecuencia de esta textura gruesa, el suelo presenta una porosidad muy abundante que condiciona un drenaje excesivo, por lo que al igual que el perfil nº 5, su edafoclima es más seco que el que le correspondería por el clima general de la zona, y que se ve agravado por su bajo contenido en arcilla y materia orgánica que son los principales agentes responsables de la reserva hídrica.

Por otra parte, su extraordinaria riqueza en carbonatos nos pone de manifiesto, al igual que en el perfil anterior, su relativa pobreza en elementos nutritivos o mejor el desequilibrio existente entre estos, con elevado contenido en magnesio y calcio y muy escaso en otros nutrientes como potasio. Su pH es alcalino y  $> 8$ .

El complejo de cambio, si bien está saturado casi exclusivamente en magnesio y calcio, presenta una capacidad muy baja dada su pobreza en arcilla y materia orgánica que a su vez se encuentra poco humificada ( $C/N \simeq 20$ ) como consecuencia de las malas condiciones físicas y químicas que limitan la actividad biológica.

Micas e interestratificados son los minerales laminares dominantes en la fracción arcilla, acompañados de caolinita, clorita y trazas de montmorillonita.

Presenta un epipedon Ocrico que no está en contacto con la roca dura y compacta, por lo que lo clasificamos como Regosol y por ser calcareo entre 20 y 50 cms. como Regosol calcareo.

SUBUNIDAD CA-3b.- Material original calizas y calizas de lomíticas.

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Encinar en recuperación, de mediana cobertura, con abundantes pinares de repoblación- matorral serial. Pertenece a la serie 1-2. Su estado es de masas de encinas en recuperación junto con pinares que a veces llegan a dominar; en los claros se desarrolla un matorral heliófilo de mediana cobertura.

a) Arbolado.-  $\bar{X}$  = 4-5 mts. Cobertura = 40-50 % . Sintaxonomía: aso. Paeonio-Quercetum rotundifoliae Rivas Martinez 1964.

Especies	Abundancia-dominancia
Quercus rotundifoliae	3
Pinus pinaster	3
Amelanchier ovalis	2
Rosa canina	1
Rubia peregrina	2
etc...	

b) Matorral.-  $\bar{X}$  = 20-40 cms. Cobertura = 40 % . Sintaxonomía: aso. Saturejo-Echinopartum boissieri Rivas Goday & Rivas Martinez 1968

Especies	Abundancia-dominancia
Echinopartium boissieri	3
Erinacea anthyllis	2
Satureja montana	1
Salvia oxyodon	3
Lavandula latifolia	1
Thymus vulgaris	2
Saontolina canescens	1
etc...	

En las zonas más bajas se observa la influencia de la serie 1-1.

Climatología.-

La mayor altitud de esta subunidad determina un microclima algo más húmedo que en la anterior y que le permite la existencia de un arbolado mucho más denso, en el que además de los pinos de repoblación hay que destacar el estado de recuperación en que se encuentra el encinar.

SUELOS.-

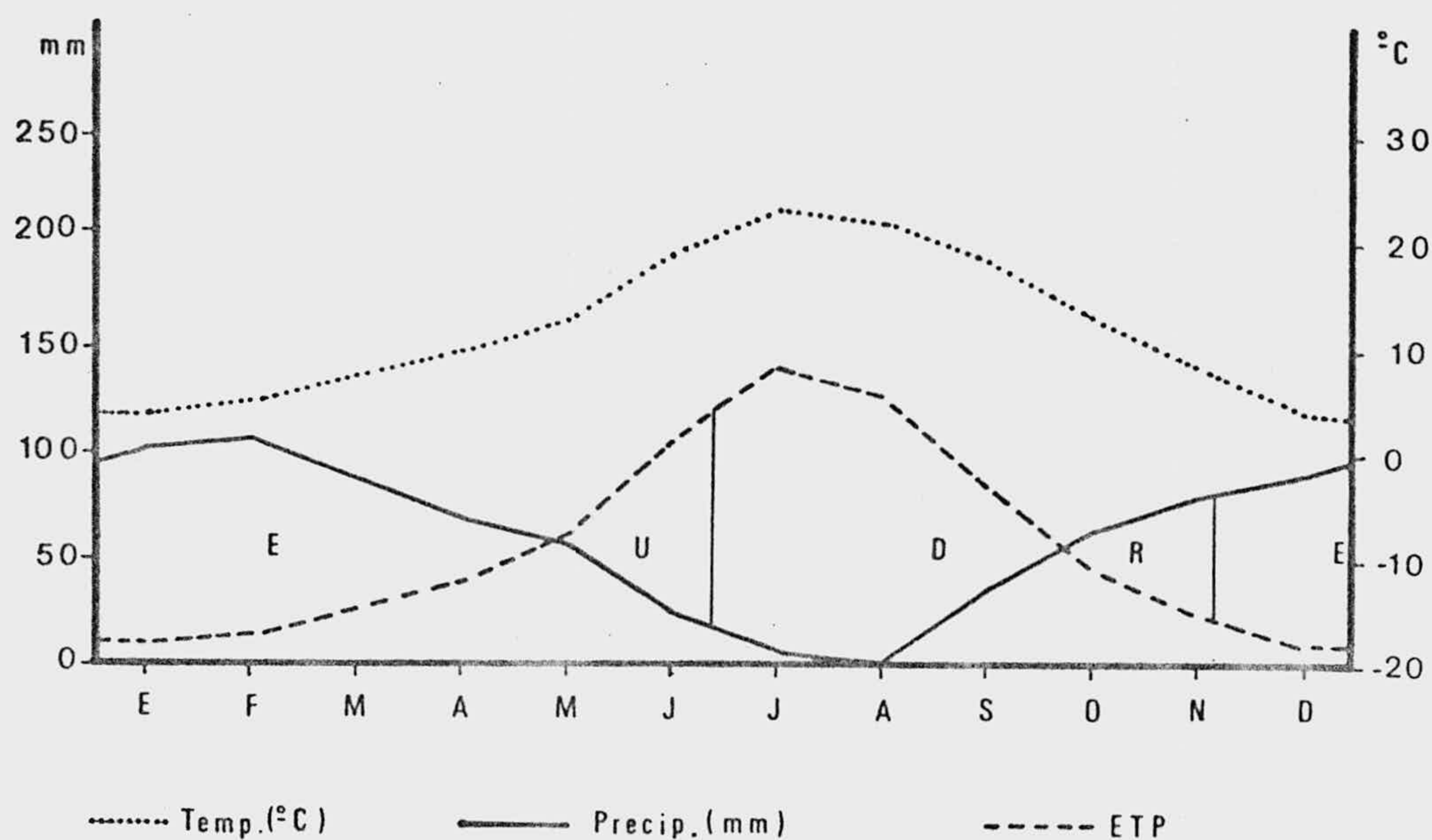
Al igual que la subunidad CA-3a, se encuentra bastante erosionada, por lo que sus suelos son poco desarrollados (Litosoles y Regosoles calcareos); no obstante la diferente naturaleza de la roca madre, mayor desarrollo de la vegetación y pendientes que por lo general son algo más suaves, le dan a los suelos de esta subunidad unas características especiales que los diferencian de los de la anterior. Así, los Litosoles son semejantes a los de la subunidad CA-2a, mientras que en el caso de los Regosoles se presentan diferentes variantes; en ocasiones son semejantes a los Litosoles anteriores pero con un horizonte Ocrico que supera los 10 centímetros de profundidad y, en otros casos, presentan un incipiente horizonte Bw que los aproxima a los Cambisoles de la unidad CA-10 que posteriormente veremos y de los que se diferencia por su poco espesor que hace que la base del hor. Bw no supere los 20 cms. de profundidad, por lo que los clasificamos como Regosoles. No obstante no descartamos la existencia, en lugares protegidos y favorables, de auténticos Cambisoles cálcicos, aunque en todo caso se encontrarían como inclusiones.

El perfil nº 7 representa al Litosol típico de esta subunidad.

## Perfil nº 7

Balance hídrico

Reserva = 23,6 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	45,5	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	23,6	23,6	23,6	23,6	19,4	0	0	0	0	15,5	23,6	23,6

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 7

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>543-<sup>41</sup>239      Fecha de recogida: 15-5-1980  
 Altitud.- 1.418 mts.  
 Pendiente.- Convexa del 42 %  
 Orientación.- Sur  
 Condiciones de humedad.- Húmedo en todo el perfil  
 Drenaje.- Clase 6. Excesivamente drenado  
 Pedregosidad.- Clase 5. Terreno ripioso  
 Afloramientos rocosos.- Clase 4. Extremadamente rocoso  
 Profundidad de la capa freática.- Infinita  
 Clasificación.- Litosol (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-9	Color 10YR 4/3 de pardo a pardo oscuro en seco y 10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares medianos y débiles. Ligeramente adherente y no plástico. Abundante porosidad y de abundantes a dominantes fragmentos rocosos de tamaño piedra y grava, de naturaleza calizo-dolomítica. Raíces en cantidad media. Límite brusco y ondulado.
R	> 9	Roca caliza dolomítica

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-9	45,0	15,3(27,9)	24,4(44,3)	9,6(17,4)	5,7(10,4)	69,3	8,18

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C.O. %	N%	C/N	Bases extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100 gr)		V%
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	1,97	0,106	18,6	21,12	6,33	0,06	0,06	17,50	27,57	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr.	*****	**	*	*

Tr = Trazas ; \* = 5 - 10 % ; \*\* = 10 - 20 % ; \*\*\* = 20 - 40 % ; \*\*\*\* = 40 - 75 % ; \*\*\*\*\* = > 75 %



Este perfil presenta una textura relativamente gruesa (franco-arenosa) y una estructura en bloques angulares pero de es caso desarrollo y poca consistencia. Su contenido en carbonatos es muy elevado y le condiciona un pH alcalino superior a 8.

La materia orgánica se acumula en cantidad mediana y pre senta un grado de descomposición relativamente escaso como nos lo pone de manifiesto su relación C/N = 18,6 ,lo que nos pone de evi dencia las condiciones desfavorables que presenta este suelo para el desarrollo y actuación de los microorganismos. Su complejo de cambio se encuentra totalmente saturado en calcio y magnesio, con cantidades minoritarias de sodio y potasio; esta escasez de potasio nos viene a confirmar lo limitado de su ciclo biogeoquímico como consecuencia de su pobre actividad biológica.

Las micas son, con mucho, los minerales laminares dominantes en la fracción arcilla, a los que siguen caolinita y cantidades minoritarias de clorita e interestratificados ilita-montmorillon ita.

Como único horizonte de diagnóstico presenta un epipedon Ocrico de menos de 10 cms. de espesor que reposa sobre una roca compacta y dura, por lo que lo clasificamos como Litosol.

UNIDAD CA- 4.-

Asociación CAMBISOLES CALCICOS,REGOSOLES CALCA-  
REOS, con inclusiones de Luvisoles cálcicos.

Se presenta orientada fundamentalmente al O y se localiza en una zona de vaguada con una pendiente media que oscila del 15 al 20 %. El material original es relativamente variado, aunque por lo general se trata de material detrítico de naturaleza caliza o calizo dolomítica, al que se asocian pequeños afloramientos de margas de colores muy diversos (rosadas, blancas, etc...)

Esta variación en el material original hace que en esta unidad se asocien suelos de características muy diversas, de los que hemos intentado estudiar los más representativos. Así, el perfil nº 8 representa a los Cambisoles cálcicos, el nº 9 a los Luvisoles cálcicos, el nº 10 a los Regosoles calcareos sobre derrubios gruesos y el sondeo nº 2 a los Regosoles calcareos sobre margas.

Con respecto a la vegetación, presenta características muy particulares en función de la naturaleza del suelo sobre el que se asienta. En el caso de los perfiles nº 8 y 9, se desarrolla una vegetación de tipo pastizal semejante en todo al de la unidad CA-1, por lo que no la repetiremos; mientras que el perfil nº 10 presenta una vegetación propia, que viene condicionada por el carácter pedregoso del suelo y que pasamos a analizar a continuación.

Vegetación del perfil nº10.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Pedregal. Pertenece a la serie 1-1 y su estado es el de una comunidad típica de pedregales sueltos y de naturaleza caliza, donde la escasez de suelo hace que se presenten especies propias de rocas horizontales.

$\bar{X}$ =5-10 cm. Cobertura= 20 %. Sintaxonomía: aso. Saxifrago-Hornungietum petraeae

Especies	Abundancia-dominancia
Saxifraga tridactylites	1
Hornungia petraea	2
Arenaria serpillifolia	2
Arabis recta	2
Erophyla verna	2
Alyssum minus	1
Trifolium stellatum	2
Sedum tenuifolium	2
etc...	

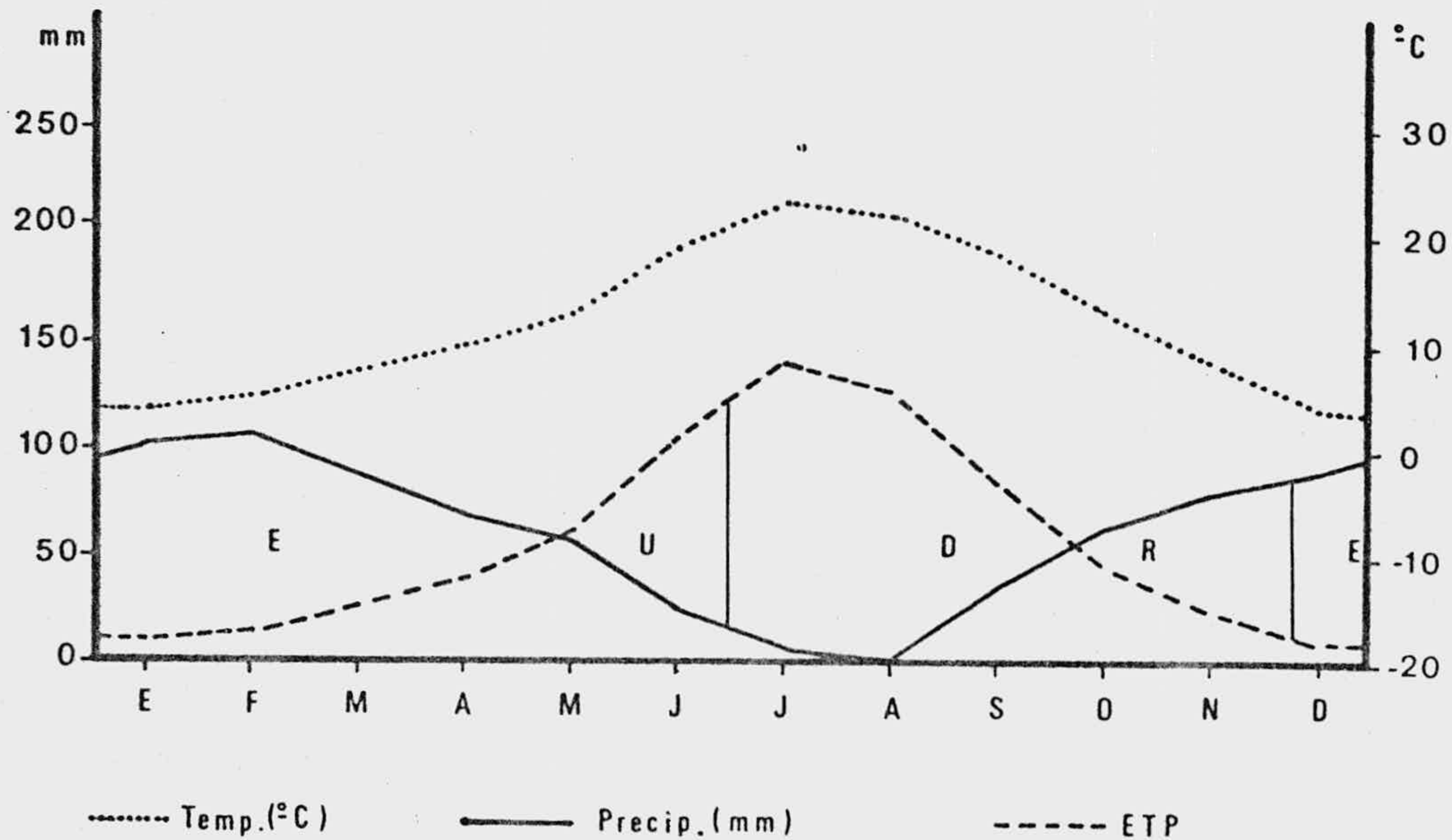
Climatología.-

Al igual que en toda la zona de estudio, esta unidad se encuadra dentro de un régimen de humedad xérico y de un régimen de temperatura méxico, no obstante las diferentes características de los suelos como profundidad, textura, etc... determinan reservas hídricas muy variadas (desde los 29,7 mm del perfil nº 10 hasta los 137,6 mm del perfil nº 9) que condicionan microclimas más o menos húmedos y que analizaremos al estudiar los diversos perfiles.

## Perfil nº 8

Balance hídrico

Reserva = 58,0 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	53,2	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	58,0	58,0	58,0	31,4	27,2	0	0	0	0	15,5	58,0	58,0

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 8

Situación.- U.T.M. =  $4^{504-41} 235$  Fecha de recogida: 22-4-1980

Altitud.- 1.155 mts.

Pendiente.- Concava del 17 %

Orientación.- Oeste

Condiciones de humedad.- Seco en todo el perfil

Drenaje.- Clase 3. Moderadamente bien drenado

Pedregosidad.- Clase 3 . Muy pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 3 . Muy rocoso

Prof.de la capa freática.- Infinita

Material original.- Derrubios de caliza y calizas dolomíticas

Clasificación.- Cambisol cálcico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-4	Color 7 <sup>5</sup> YR 4/3 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 5/4 pardo en seco. Textura franco arcillo arenosa y estructura migajosa. Blando, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adherente. Porosidad muy abundante y con un contenido medio en grava. Con gran actividad biológica y un contenido medio en raíces finas y muy finas. Límite neto y plano.
Bw	4-26	Color 5YR 4/4 pardo rojizo en húmedo y 5YR 4/6 rojo amarillento en seco. Textura franco arcillo arenosa y estructura en bloques subangulares. Ligeramente duro, friable, ligeramente plástico y ligeramente adherente. Porosidad abundante y frecuentes fragmentos de grava redondeados de naturaleza cali

zo dolomítica y ligeramente meteorizados. Menor actividad biológica y menor contenido en raíces que el horizonte anterior. Límite gradual y plano.

Bwk 26-40

Color 5YR 4/4 pardo rojizo en húmedo y 5YR 4/6 rojo amarillento en seco. Textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares. Ligeramente duro, friable, ligeramente plástico y ligeramente adherente. Porosidad muy semejante a la del horizonte anterior, al igual que su contenido en raíces. Límite brusco y ondulado.

C > 40

Fragmentos rocosos de calizas y calizas dolomíticas entre los que existe un material semejante al del horizonte Bw.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-4	24,0	17,9(23,5)	17,8(23,3)	19,5(25,7)	20,8(27,5)	46,7	7,80
Bw	4-26	28,0	17,7(24,6)	15,3(21,3)	19,5(27,1)	19,3(26,8)	48,7	8,05
Bwk	26-40	18,0	17,6(21,5)	17,1(20,8)	22,5(27,5)	24,6(30,0)	52,6	8,14

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N%	C/N	Bases extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100 gr)		V%
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	2,19	0,117	18,7	17,20	6,13	0,07	0,65	21,70	24,05	100
Bw	1,07	0,070	15,2	17,75	5,53	0,06	0,52	17,40	23,86	100
Bwk	0,97	0,095	10,2	19,12	6,13	0,06	0,50	18,60	25,81	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr.	*****	***	*	**
Bw	tr.	*****	***	*	**
Bwk	tr.	*****	***	*	**

Tr = Trazas ; \* = 5 - 10 % ; \*\* = 10 - 20 % ; \*\*\* = 20 - 40 % ; \*\*\*\* = 40 - 75 % ; \*\*\*\*\* = > 75 %

Este suelo presenta una reserva hídrica de 58 mm que determina un periodo seco que comienza a mediados de junio y concluye a finales de septiembre, aproximadamente tres meses y medio, no obstante su textura equilibrada le proporciona una capacidad de retención de agua util suficiente como para que sobre él se instale una vegetación de tipo pastizal, que a su vez proporciona un buen aporte de materia orgánica que junto con la arcilla dan al suelo una estructura desarrollada que favorece sus propiedades físicas.

Su textura es equilibrada, haciéndose algo más fina con la profundidad ( de franco-arcillo-arenosa a franco-arcillosa) y su estructura varia de migajosa en superficie, con alto contenido en materia orgánica, a bloques subangulares en los horizontes B. Es relativamente rico en carbonatos, con un ligero incremento en el horizonte Bwk , lo que probablemente nos indica la profundidad más frecuente a la que llega el frente de humectación. Su pH es alcalino, con valores proximos a 8 y con ligeros incrementos en función de la profundidad.

Es rico en materia orgánica, pero con un grado de descomposición que se podría considerar bajo si tenemos en cuenta el tipo de vegetación que soporta (C/N=18,7). Su complejo de cambio se presenta saturado en calcio y magnesio, mientras que el potasio y el sodio se encuentran en cantidades minoritarias. Su ciclo biogeoquímico no es muy intenso, dado que apenas se incrementa el contenido en potasio en el horizonte Ah, lo que está de acuerdo con el bajo grado de descomposición de su materia orgánica.

Con respecto a la mineralogía de arcillas, las micas son los minerales laminares más abundantes dentro de esta fracción, a las que siguen caolinita, interstratificados illita-montmorillonita y menores cantidades de clorita y montmorillonita. Es de desta



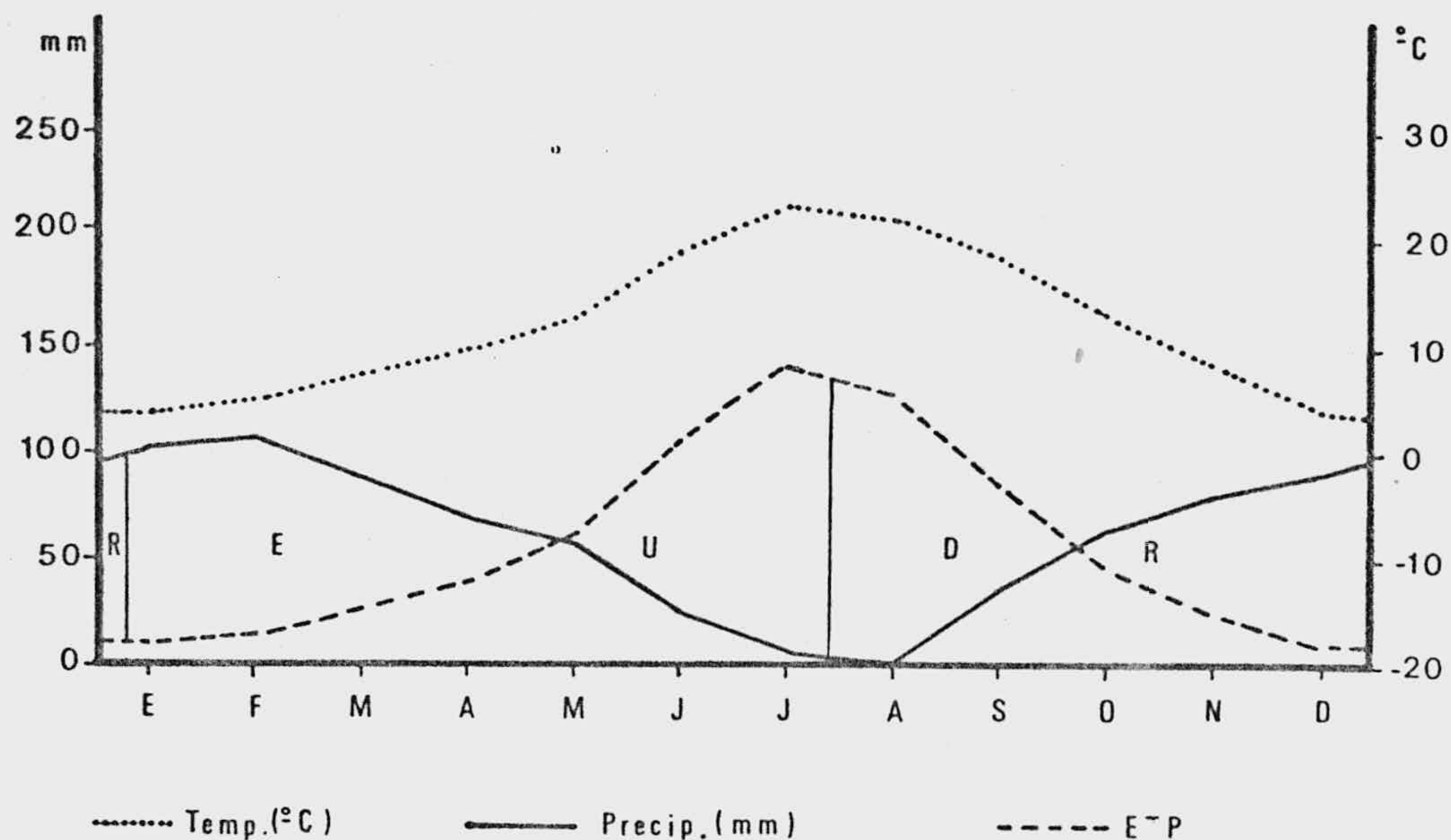
car el hecho de que cuantitativamente todos estos minerales se man tienen constantes con la profundidad, lo que junto al escaso grado de evolución de su materia orgánica y baja intensidad del ciclo biogeoquímico parece indicarnos que este suelo, si bien se ha formado por acumulación de materiales edafizados, estos han evolucionado muy poco "in situ", a excepción de un ligero lavado de carbonatos suficiente para clasificarlo como Cambisol si bien la alteración es incipiente.

De acuerdo con todos los datos anteriores el suelo presen ta un epipedon Ocrico seguido de un Cámbico, por lo que lo clasifi camos como Cambisol y por ser calcareo entre 20 y 50 cms. como Cam bisol cálcico.

## Perfil nº 9

Balance hídrico

Reserva = 137,6 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	53,4	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	1376	1376	1376	1376	1334	52,4	0	0	0	15,5	70,0	1376

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 9

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>506-<sup>41</sup>235                      Fecha de recogida: 22-4-1980  
 Altitud.- 1.235 mts.  
 Pendiente.- Concava del 2%  
 Orientación.- Oeste  
 Condiciones de humedad.- Húmedo a partir de los 11 cms.  
 Drenaje.- Clase 3. Moderadamente bien drenado  
 Pedregosidad.- Clase 1. Moderadamente pedregoso  
 Afloramientos rocosos.- Clase 1 . Moderadamente rocoso  
 Prof.de la capa freática.- Infinita  
 Material original.- Derrubios de calizas.  
 Clasificación.- Luvisol cálcico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-11	Color 7'5YR 4/4 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 7'5YR 5/4 pardo en seco. Textura franco arcillosa y estructura de granular muy gruesa a bloques subangulares medianos. Duro, firme, no plástico y ligeramente adherente. Abundante porosidad con poros fundamentalmente intersticiales. Escasos fragmentos rocosos de tamaño grava, angulosos y calizos. Muy rico en CO <sub>3</sub> Ca. Mediano contenido en raíces muy finas y finas. Límite neto y plano.
Bt	11-38	Color 5YR 3/3 de pardo a pardo rojizo en húmedo y 5YR 3/4 pardo rojizo oscuro a humedad de campo. Textura arcillosa y estructura en bloques angulares medianos y gruesos. De

duro a muy duro, muy firme, ligeramente adherente y plástico. Abundantes liken-side y clay-skin. Porosidad escasa, con poros fundamentalmente intersticiales. Muy escasos fragmentos rocosos de tamaño grava, angulosos y calizos. Menor contenido en carbonatos que el hor. Ah. Escasas raíces muy finas. Límite neto y ondulado.

BCtk 38-94

Color 5YR 4/4 pardo rojizo a humedad de campo, con zonas de color 7.5YR 6/5 amarillo rojizo, con manchas blancas debidas a los nódulos calizos. Textura arcillosa y estructura en bloques angulares gruesos. Ligeramente duro, friable, ligeramente adherente y plástico. Abundantes liken-side y clay-skin. Porosidad algo mayor que la del hor. Bt, debido a su mayor contenido en fragmentos rocosos y al mayor tamaño de estos, se presentan tanto angulosos como redondeados y son de naturaleza caliza. Rico en nódulos blandos de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . Muy escasas raíces y estas muy finas. Límite neto y ondulado.

Ck > 94

Color 7.5YR 6/8 amarillo rojizo a humedad de campo. Textura de franca a franco arcillosa y estructura en bloques angulares medianos. Blando, muy friable, ligeramente adherente y ligeramente plástico. Porosidad media y abundante contenido en fragmentos rocosos, redondeados y de naturaleza caliza. No existen raíces. Abundantes nódulos blandos de carbonato cálcico.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-11	23,0	17,5 (22,5)	12,4 (16,1)	17,2 (22,4)	29,9 (38,9)	38,8	8,12
Bt	11-38	19,0	11,1 (13,7)	11,2 (13,9)	18,0 (22,2)	40,5 (50,0)	26,1	8,11
BCtk	38-94	52,0	8,6 (17,9)	5,2 (10,8)	7,5 (15,7)	26,6 (55,5)	30,0	8,15
Ck	> 94	73,0	7,8 (28,8)	3,1 (11,4)	8,4 (31,0)	7,7 (28,7)	62,0	8,31

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C.O. %	N %	C/N	A.H. %	A.F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	1,25	0,074	16,9	0,23	0,20	19,00	7,33	0,06	0,90	22,80	27,29	100
Bt	0,73	0,061	12,0	0,15	0,12	21,50	11,00	0,09	0,57	28,80	33,16	100
BCtk	0,57	0,051	11,1			22,80	11,33	0,09	0,47	30,60	34,69	100
Ck	0,35	0,033	10,6			21,00	6,67	0,09	0,19	19,40	27,95	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr.	*****	**	*	**
Bt	tr.	*****	**	*	**
BCtk	tr.	*****	**	*	***
Ck	**	***	*	*	***

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

Como vemos este suelo presenta una reserva hídrica mucho más elevada (137,6mm) que la del perfil nº 8, lo que condiciona un periodo de sequedad mucho más corto, desde mediados de julio a finales de septiembre. Estas condiciones relativamente húmedas son las que favorecen la implantación del pastizal, a semejanza del perfil nº 8, pero del que se diferencia fundamentalmente en la mayor evolución de la materia orgánica aportada y que, en parte, tenemos que atribuir a esta mayor humedad.

Presenta una textura franco-arcillosa en el horizonte superficial, que pasa a arcillosa en los horizontes Bt y BCtk y se hace más gruesa (de franca a franco-arcillosa) en el horizonte C. Su estructura viene condicionada fundamentalmente por su contenido en arcilla que hace que se desarrolle en bloques angulares, a excepción del horizonte superficial donde el mayor contenido en materia orgánica y mayor actividad biológica la transforman en granular muy gruesa con tendencia a bloques subangulares de finos a medianos.

Su contenido en carbonatos es medio, a excepción del horizonte C donde se acumula y forma nódulos redondeados más o menos duros que en ocasiones superan el centímetro de diámetro. Esta distribución de los carbonatos nos pone de manifiesto el intenso lavado que tuvo lugar en este suelo y que obligatoriamente ocurrió en una época mucho más húmeda que la actual. Su pH es básico, superior a 8 en todo el perfil, siendo más elevado donde tiene lugar la acumulación de carbonatos.

El contenido en materia orgánica es notablemente menor que en el perfil nº 8, lo que, dado que soportan el mismo tipo de vegetación, parece indicarnos que en este suelo el proceso de mineralización es mayor, apreciación que está de acuerdo con la menor

relación C/N (de 16,9 frente a 18,7 del perfil nº 8). Así mismo es ta materia orgánica se presenta bien humificada, con una relación AH/AF > 1

El complejo de cambio se encuentra saturado en calcio y magnesio, con cantidades minoritarias de potasio y sodio. A este respecto si evaluamos el ciclo biogeoquímico por el incremento del porcentaje de potasio en el complejo de cambio del horizonte Ah o por su incremento absoluto, vemos que es muy superior al que tenía lugar en el perfil nº 8, lo que está de acuerdo con el mayor dinamis mo de su materia orgánica mencionado anteriormente.

El estudio mineralógico de la fracción arcilla nos muestra una fuerte predominancia de las micas, fundamentalmente en los horizontes superficiales, pero que decrece conforme profundizamos en el perfil al tiempo que se incrementa el contenido en interes- tratificados ilita-montmorillonita y en montmorillonita. Esto pare ce confirmarnos el lavado de que hablábamos inicialmente, con una cierta ilimerización que es la que, en parte, motiva este incremento de la montmorillonita con la profundidad, Aguilar y col. ( 1 )

De acuerdo con todas las características anteriores pare ce ser que este suelo se ha formado por la actuación de dos proce sos fundamentales como son: a) lavado de carbonatos, que se nos pone de manifiesto por una acumulación de nódulos calizos que comien za en el horizonte BCtk y se hace más intensa en el Ck y, b) iluvia ción de arcilla, que se acumula fundamentalmente en los horizontes Bt y BCtk y que se manifiesta macromorfológicamente por la presen cia de clay-skin.

La actuación de estos dos procesos nos condiciona la apa rición de dos horizontes de diagnóstico como son el argílico entre 11 y 94 cms. y el cálcico a partir de los 38 primeros centíme

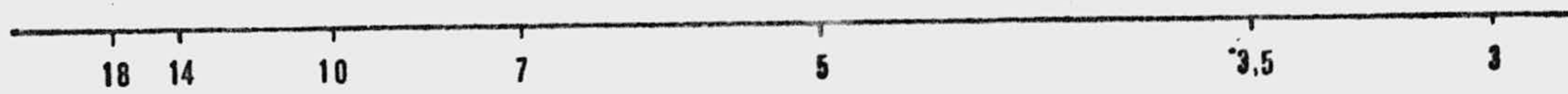
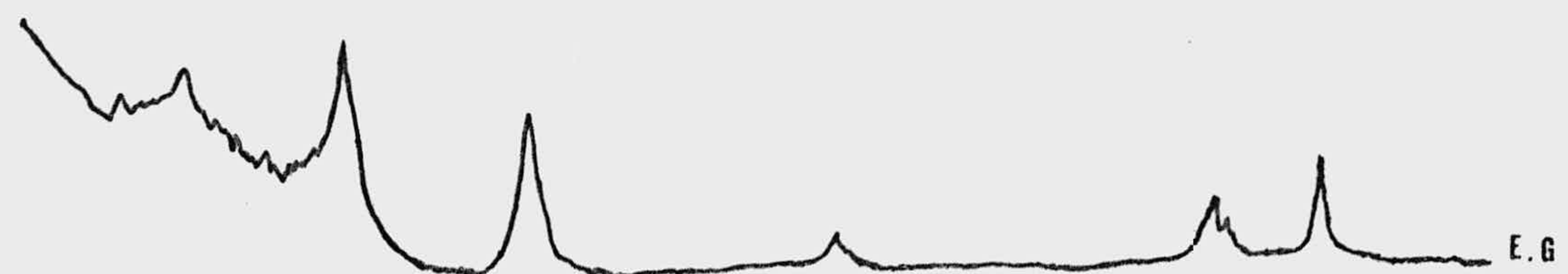
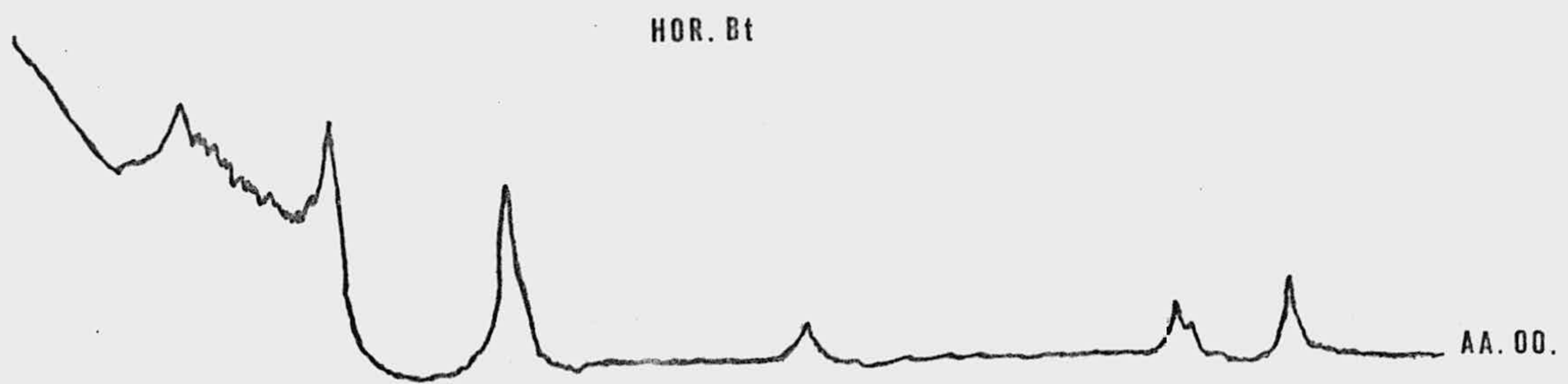
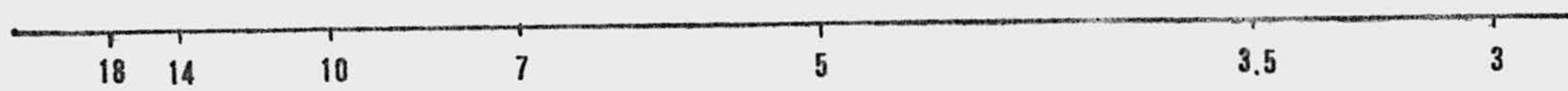
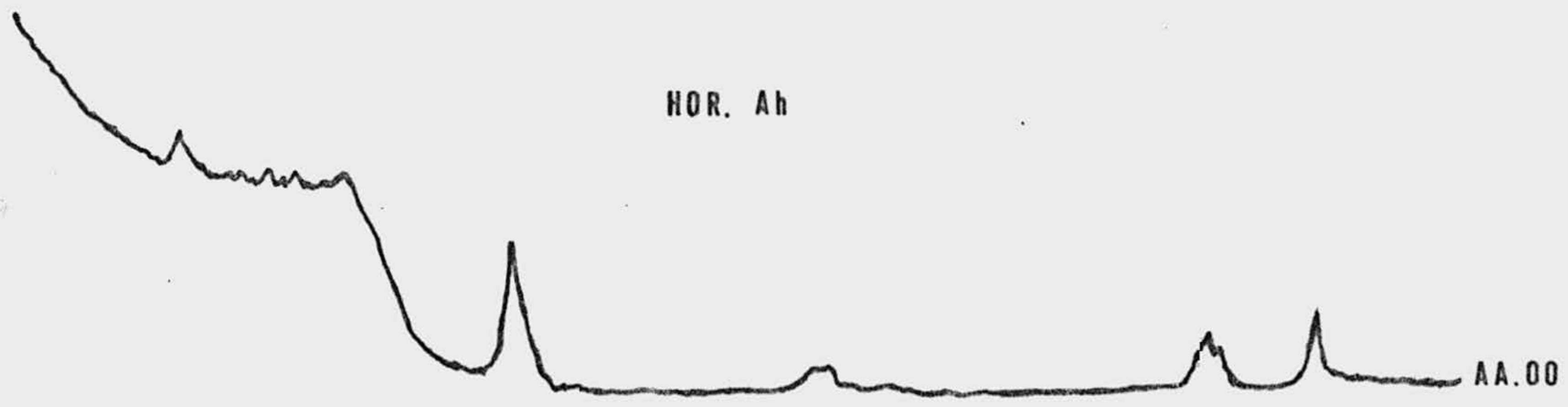
tros. La potencia que presentan ambos horizontes parece indicarnos la intensa actuación de dichos procesos, que debieron tener lugar en un clima mucho más húmedo que el actual y que probablemente dió lugar a un suelo mucho más potente que el que se conserva; posteriores procesos erosivos debieron decapitarlo (con desaparición de los horizontes A y E) quedando en superficie el primitivo horizonte Bt, a partir del cual se ha diferenciado el horizonte ócrico actual por la implantación sobre él de un prado. Así mismo parece ser que posteriormente tuvo lugar una contaminación secundaria de carbonato que está provocando en la actualidad y bajo un clima mucho más seco, una nueva edafización del horizonte argílico, mediante un proceso de empardecimiento, que le hace perder sus características propias y las aproxima a las de un horizonte cámbico.

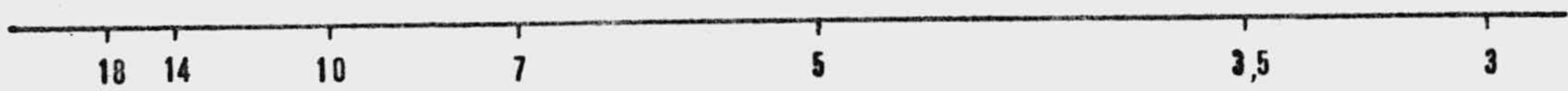
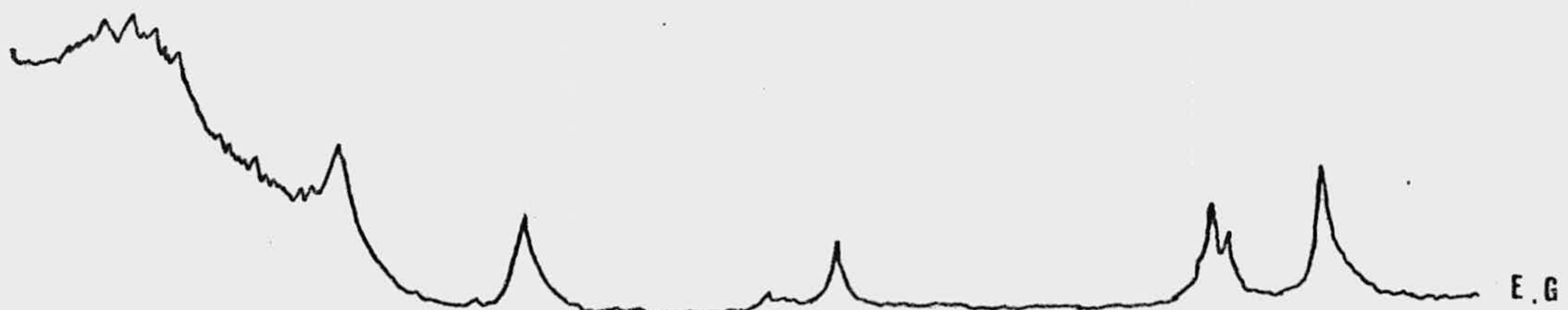
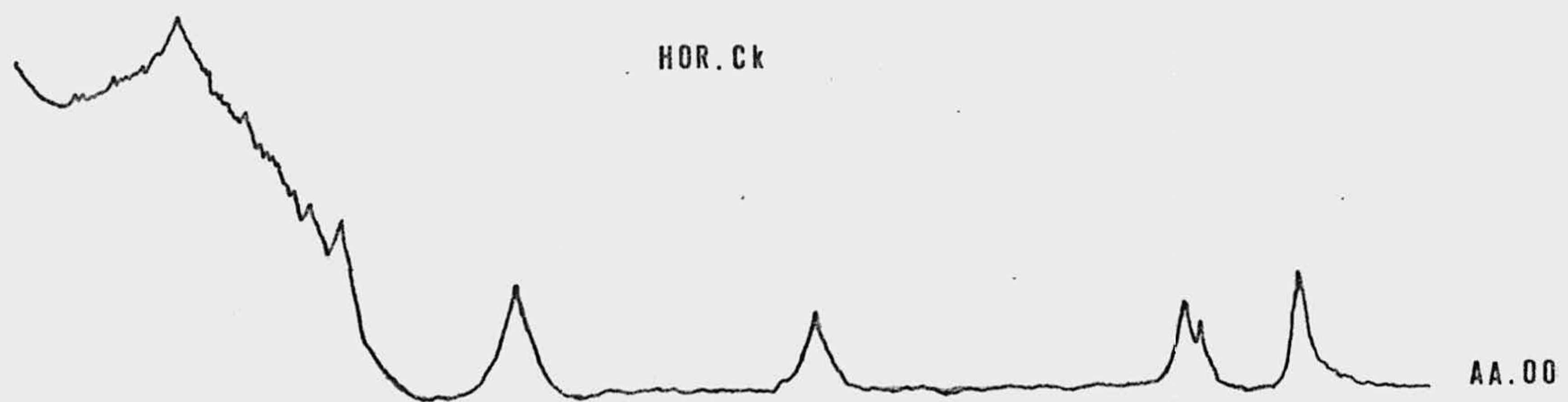
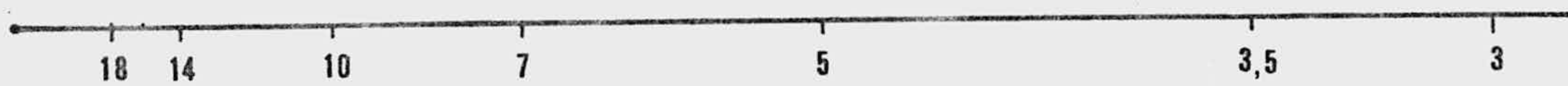
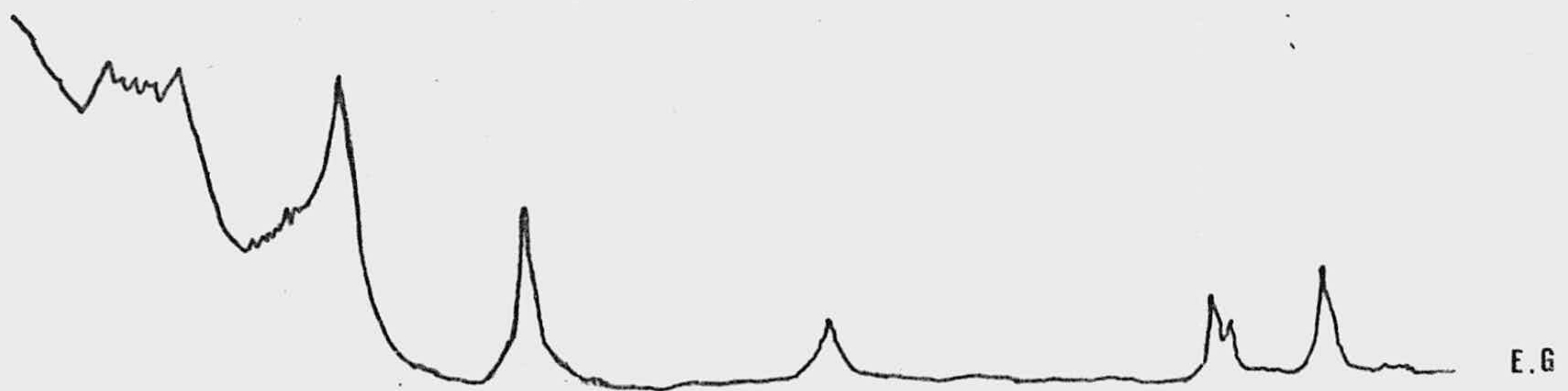
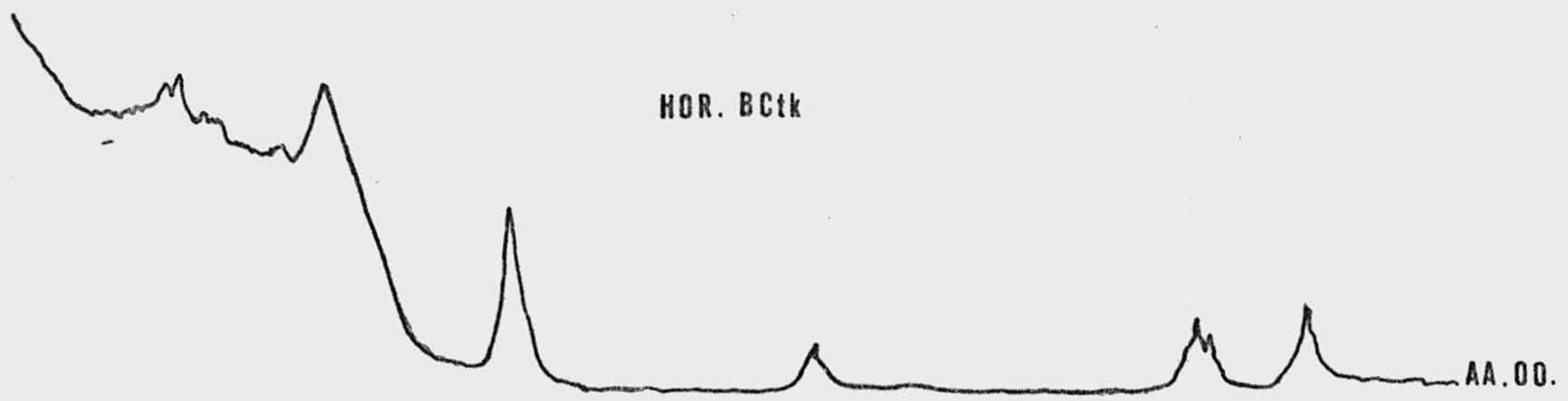
Morfológicamente y a la vista de los análisis, el perfil presenta los siguientes horizontes de diagnóstico: Ocrico-Argíllico-Cálcico, por lo que lo clasificamos como Luvisol cálcico.

La mayor evolución de este perfil, en comparación con el nº 8, nos indica que la superficie sobre la que se asienta es mucho más antigua, lo que está completamente de acuerdo con su posición más alta en la zona de vaguada.



DIAGRAMAS DE RAYOS- X. PERFIL Nº 9

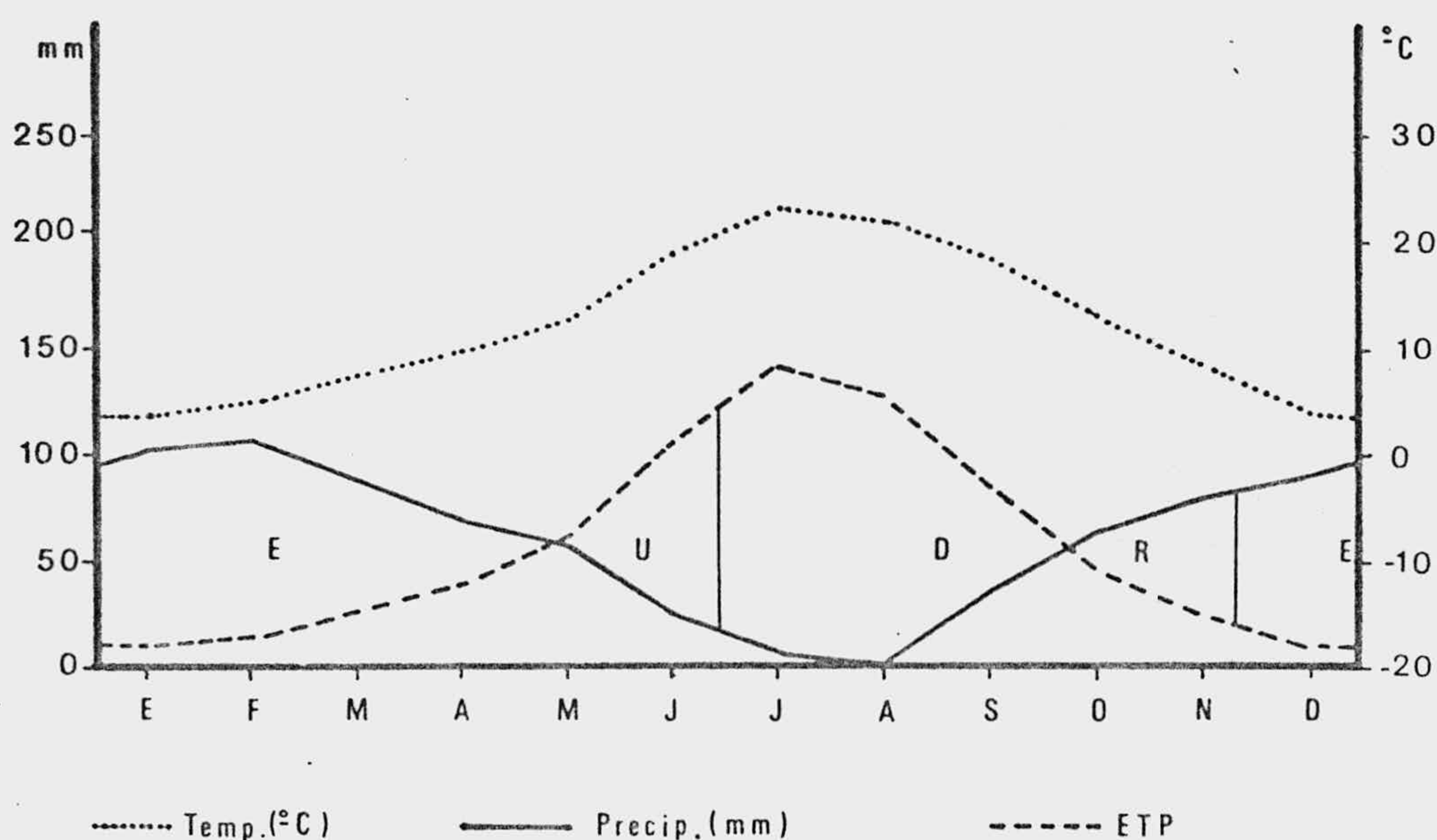




## Perfil n° 10

Balance hídrico

Reserva= 29,7 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp.(°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	51,5	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	29,7	29,7	29,7	29,7	25,5	0	0	0	0	15,5	29,7	29,7

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL N° 10

Situación.- U.T.M. =  $4^{507-41} 235$ 

Fecha de recogida: 22-4-1980

Altitud.- 1.247 mts.

Pendiente.- Convexa del 15%

Orientación.- Oeste

Condiciones de humedad.- Seco en todo el perfil

Drenaje.- Clase 6. Excesivamente drenado

Pedregosidad.- Clase 5. Terreno ripioso

Afloramientos rocosos.- Clase 2. Rocoso

Profundidad de la capa freática.- Infinita

Material original.- Derrubios gruesos de calizas

Clasificación.- Regosol calcareo (F.A.O.)

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-6	Color 10YR 3/4 pardo amarillento oscuro en húmedo y 10YR 5/4 pardo amarillento en seco. Textura franco arcillosa y estructura migajosa de fina a media. Blando, no adherente y no plástico. Porosidad muy abundante, con poros fundamentalmente intersticiales. Abundantes fragmentos rocosos, de tamaño grava (0,5 a 2 cms.) principalmente, angulosos y calizos. Abundantes raíces muy finas y finas, escasas medianas. Límite reto y ondulado.
Ck1	6-20	Capa de fragmentos rocosos de mayor tamaño que en el hor. Ah (2-8 cms.), con escasos recubrimientos de $CO_3Ca$ pulverulento y formando pequeñas estalagmitas en su cara inferior. Sin estructura y con escaso contenido en raíces finas y medias.

- Ck2 20-37 Semejante al hor.Ck1 pero con fragmentos rocosos más pequeños (0,2-1 cm.). Escasos recubrimientos de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y bajo contenido en raíces finas y medias.
- Ck3 37-84 Capa de fragmentos rocosos de mayor tamaño (2-15 cm.) con aristas angulosas como en los casos anteriores. Fuerte recubrimiento en sus caras inferiores.
- Ck4 84-100 Capa de fragmentos rocosos más finos (0,2 a 2 cms), angulosos y con menor recubrimiento en  $\text{CO}_3\text{Ca}$
- Ck5 > 100 Capa de fragmentos más gruesos (1-5cms) donde vuelven a aumentar los recubrimientos en  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-6	72,0	4,9 (17,4)	4,7 (16,9)	9,5 (34,1)	8,8 (31,4)	27,3	8,16

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C.O. %	N%	C/N	Bases extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100 gr)		V%
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	3,01	0,182	16,5	23,90	2,60	0,04	0,29	26,40	26,83	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr	*****	**	*	*

Tr = Trazas ; \* = 5 - 10 % ; \*\* = 10 - 20 % ; \*\*\* = 20 - 40 % ; \*\*\*\* = 40 - 75 % ; \*\*\*\*\* = > 75 %

Como vemos, este suelo se desarrolla sobre derrubios calizos gruesos depositados al pié del macizo del Puerto y ocupa una extensión muy reducida, pero hemos considerado adecuado estudiarlo por sus características particulares y por el hecho de que en la actualidad se esté utilizando para áridos, lo que en un futuro próximo llevará a su desaparición.

La característica fundamental es su gran pedregosidad, de tamaño muy variable en función de la profundidad, que determina una permeabilidad muy intensa, lo que junto a su orientación oeste nos podría hacer pensar que sería un suelo muy seco; pero esto no es totalmente cierto, ya que la zona en cuestión presenta sus flancos este y sur protegidos por altos farallones que la salvaguardan de la insolación durante gran parte del día y que determinan un microclima más húmedo al disminuir el valor local de la ETP. Esta mayor humedad se ve perfectamente reflejada en el intenso lavado de carbonatos que tiene lugar en este suelo y que forma pequeñas estalagmitas blancas y pulverulentas en las caras inferiores de los fragmentos rocosos.

La tierra fina se presenta únicamente en el horizonte Ah y aún en este es muy escasa ( $< 30\%$ ); tiene una textura franco arcillosa y una estructura migajosa de fina a mediana. Su contenido en carbonatos es relativamente escaso si tenemos en cuenta el material sobre el que se desarrolla, lo que nos confirma el intenso lavado. El pH es básico y superior a 8.

El horizonte Ah es muy rico en materia orgánica que se encuentra medianamente transformada ( $C/N = 16,5$ ) y su complejo de cambio se presenta completamente saturado en calcio fundamentalmente, seguido de magnesio, potasio y cantidades muy minoritarias de sodio.

Es de destacar en esta zona la mayor profundidad del horizonte

zonte Ah en las pequeñas microdepresiones, lo que nos pone de manifiesto la gran influencia que tiene la humedad (lógicamente mayor en las microdepresiones) en el desarrollo de los suelos.

Con respecto a la mineralogía de arcillas es de destacar, al igual que en todos los suelos estudiados hasta ahora, la fuerte dominancia de las micas a las que siguen caolinita y cantidades minoritarias de clorita e interestratificados.

SONDEO Nº 2

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>506- <sup>41</sup>236      Fecha de recogida: 22-4-1980

Altitud.- 1.210 mts.

Pendiente.- 5 %

Orientación.- Oeste

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Clase 1. Escasamente drenado

Pedregosidad.- Clase 0. Sin piedras o con muy pocas

Afloramientos rocosos.- Clase 0. Ninguna o muy pocas piedras

Material original.- Margas

Clasificación.- Regosol calcareo (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-6	Color 10YR 5/4 pardo amarillento en húmedo y 10YR 6/4 pardo amarillento claro en seco. Textura arcillosa y estructura granular mediana. Adherente, plástico, firme y duro. Raíces finas y muy finas en cantidad mediana. Porosidad relativamente abundante y ausencia de fragmentos rocosos. Límite neto y plano.
C1	6-23	Color 10YR 7/4 pardo muy pálido en húmedo y 10YR 8/4 pardo muy pálido en seco. Tex-



tura arcillosa y estructura que varia de bloques angulares muy gruesos a masiva. Muy escasas raices. Adherente, muy plástico, firme y duro. Porosidad muy escasa. Presencia de nódulos blancos de naturaleza caliza. Límite difuso.

C2

&gt; 23

Color 10YR 7/4 pardo muy pálido en húmedo y 10YR 8/4 pardo muy pálido en seco. Textura arcillosa y estructura masiva o aglomerada. Adherente, muy plástico, firme y duro. Ausencia de raices y porosidad practicamente nula. Presencia de nódulos blancos de naturaleza caliza y en cantidad semejante al horizonte anterior.

UNIDAD CA-5.-

## Asociación RENDZINAS, REGOSOLES CALCAREOS

Esta asociación se nos presenta en orientaciones opuestas, N y S, y sobre materiales, que si bien son siempre carbonatados, su naturaleza varia de dolomias a calizas dolomíticas. Esta variación, tanto en la orientación como en la naturaleza del material, condiciona a su vez una vegetación específica en cada una de las zonas, de ahí que consideremos necesario dividirla en dos subunidades.

SUBUNIDAD CA-5a.- Material original: dolomias. Orientación : N-NE. Pendientes muy variadas que oscilan del 15 al 40 %.

Vegetación.-

Forma una unidad paisajística de tipo: Pinar-Encinar, con matorral seral. Pertenece a la serie 1-2 y su estado es un encinar con numerosos pinos de repoblación de baja cobertura, con caméfitos espinosos de porte almohadillado en los claros del mismo. Es significativa la presencia de quejigos en las partes más altas de la zona con orientación norte; de hecho tanto la cobertura como la dominancia de unas u otras especies varia según la orientación y altitud.

a) Arbolado.-  $\bar{X}=4$  mts. Cobertura= 40 %. Sintaxonomía :  
 as. Paeonio-Quercetum rotundifoliae subas. quercetosum faginae.  
 Rivas Martinez 1964

Especies	Abundancia-dominancia
Quercus rotundifoliae	3
Quercus faginea	2
Pinus pinaster	2
Daphne gnidium	2
Helleborus foetidus	1
Geum silvaticum	1
etc...	

b) Matorral.-  $\bar{X}$  = 50 cms. Cobertura = 80 %. Sintaxonomía: as. Saturejo-Echinospertetum boissieri Rivas Goday & Rivas Martínez 1968.

Especies	Abundancia-dominancia
Erinacea anthyllis	3
Bupleurum spinosum	1
Satureja montana	2
Salvia oxyodon	2
Santolina canescens	2
Helianthemum cinereum	2
Echinopartium boissieri	1
etc...	

#### Climatología.-

Esta subunidad se caracteriza por presentar, en su mayor parte, una inversión térmica que le comunica unas características climatológicas muy particulares. Así, presenta unas temperaturas más bajas (hemos llegado a observar la presencia de hielo hasta mediados de mayo) que condicionan una menor ETP y por tanto una mayor humedad de la que le correspondería por los datos climatológicos generales, lo que también se nos pone de manifiesto por la presencia de quejigos.

Por otra parte la reserva hídrica del suelo es elevada (98,1 mm) para la zona, aunque no lo es mucho dado el carácter arenoso de los horizontes C que hace que la mayor parte de la misma tenga lugar en el horizonte Ah.

#### SUELOS.-

Se presentan dos tipos de suelos en función del desarrollo del horizonte orgánico-mineral. En general este horizonte es muy rico en materia orgánica, lo que le proporciona un color muy oscuro diferente del color grisáceo de la roca madre;

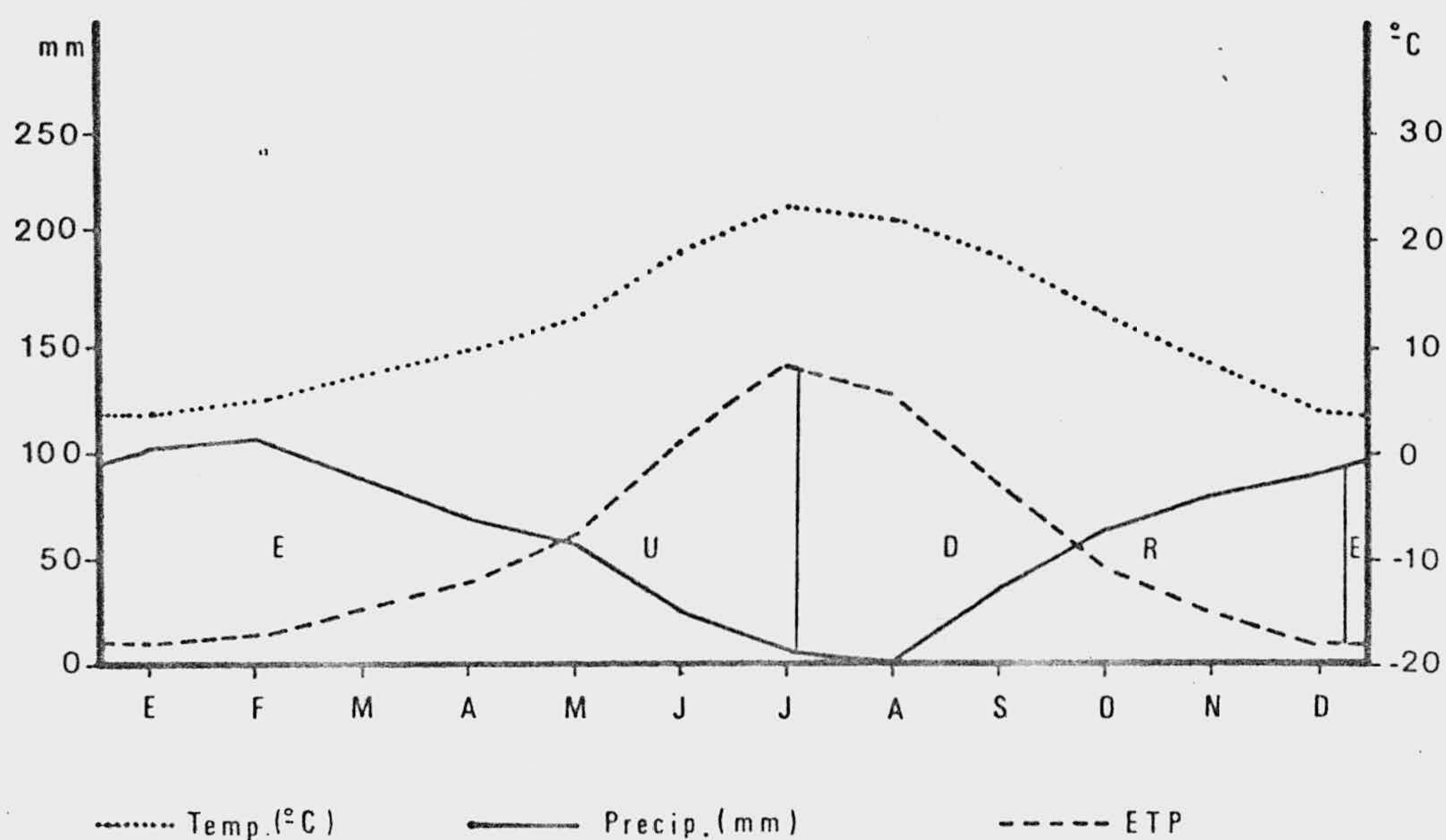
ahora bien, su espesor es muy variado en función principalmente de la densidad de vegetación que soporta (especialmente del matorral), oscilando de 2/3 a 20/22 cms., lo que nos condiciona la asociación Rendzinas, Regosoles calcareos en función de la presencia o no de un epipedon móllico, dado que los horizontes C siempre tienen un contenido en carbonatos superior al 40 %.

Con la salvedad del espesor del horizonte Ah, el perfil nº 11 nos representa al suelo típico de esta subunidad.

## Perfil nº 11

Balance hídrico

Reserva= 98,1 mm

FIGHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,6	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	13,9	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	98,1	98,1	98,1	98,1	93,9	12,9	0	0	0	15,5	70,0	98,1

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL N° 11

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>513-<sup>41</sup>239      Fecha de recogida: 31-10-1980  
 Altitud.- 1.395 mts.  
 Pendiente.- 35 %  
 Orientación.- Norte  
 Condiciones de humedad.- Húmedo hasta los 24 primeros cms.  
 Drenaje.- Clase 4. Bien drenado  
 Pedregosidad.- Clase 2. Pedregoso  
 Afloramientos rocosos.- Clase 1. Moderadamente rocoso  
 Material original.- Dolomias kakiritizadas  
 Clasificación.- Rendzinas (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-20	Color 7 <sup>5</sup> YR 2/2 pardo rojizo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 3/2 pardo oscuro en seco. Textura franco arcillo-arenosa y estructura migajosa debil. No adherente, no plástico, muy friable y blando. Porosidad muy abundante y con poros de todos los tipos. Escasos fragmentos rocosos ligeramente meteorizados y de naturaleza dolomítica y calizo-dolomítica. Muy abundante contenido en raíces finas y muy finas, escasas medianas y gruesas. Límite brusco y ligeramente ondulado.
C1	20-36	Color 10YR 6/1 gris en húmedo y 10YR 6/1 gris en seco, con manchas de color 10YR 6/4 pardo amarillento claro. Textura arenosa franca y sin estructura manifiesta. No adherente, no plástico y suelto. Porosidad muy abundante constituida fundamentalmente por huecos

de empaquetamiento simple. Abundante grava dolomítica y mediano contenido en raíces finas y muy finas. Límite gradual y ondulado.

C2 36-66

Color 10YR6/1 gris en húmedo y 10YR 8/1 blanco en seco, con manchas pardo amarillentas iguales a las del horizonte anterior. Textura arenosa franca y sin estructura manifiesta. No adherente, no plástico y suelto. Porosidad abundante constituida fundamentalmente por huecos de empaquetamiento simple. Abundante grava dolomítica y escaso contenido en raíces finas y muy finas. Límite gra - dual y ondulado.

C3 > 66

Semejante al horizonte anterior, pero con mayor contenido en grava y de mayor tamaño, prácticamente sin raíces.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-20	10,7	5,0( 5,6)	49,7(55,7)	12,1(13,6)	22,3(25,0)	30,4	8,05
C1	20-36	28,4	24,7(34,5)	31,3(43,7)	12,6(17,6)	2,9( 4,1)	64,8	8,60
C2	36-66	24,2	22,4(29,6)	35,5(46,8)	15,3(20,2)	2,6( 3,4)	68,6	8,84
C3	> 66	35,5	24,8(38,5)	29,0(45,0)	7,7(12,0)	2,9( 4,5)	72,3	8,62

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N%	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100 g)				(meq/100 g)		V%
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	4,99	0,434	11,5	1,03	1,08	27,20	19,10	0,05	0,30	29,40	46,65	100
C1	0,33	0,037	8,9			23,40	10,10	0,03	0,02	2,20	33,55	100
C2	0,25					23,80	11,90	0,03	0,01	1,40	35,74	100
C3	0,33					27,40	6,40	0,03	0,01	2,10	33,84	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr.	████████	█	█	█
C1	tr.	████████	█	█	█
C2	tr.	████████	█	█	█
C3	tr.	████████	█	█	█

Tr = Trazas; █ = 5 - 10 %; ███ = 10 - 20 %; █████ = 20 - 40 %; ██████ = 40 - 75 %; ██████████ = > 75 %.



Como vemos este suelo se desarrolla sobre dolomias kiki-ritizadas, que dada su difícil alteración son las responsables, en parte, de su escasa evolución.

Presenta una textura franco-arcillo-arenosa en superficie que se hace mucho más gruesa con la profundidad (arenosa-franca). La escasez tanto de materia orgánica como de elementos finos en los horizontes C, es lo que hace que no tengan una estructura desarrollada; mientras que el horizonte Ah, con un mayor contenido en agentes coagulantes (materia orgánica y arcilla), presenta una estructura migajosa. Es muy rico en carbonatos, aunque el horizonte superficial se presenta parcialmente descarbonatado como consecuencia de la mayor actividad biológica, mayor alteración y por supuesto un lavado que, dada la pendiente relativamente fuerte, será en gran parte lateral.

Su contenido en materia orgánica es muy elevado en el hor. Ah, pero decrece bruscamente con la profundidad. Se presenta muy bien descompuesta, con una relación C/N = 11,5; y con un grado de humificación elevado como nos lo indican las proporciones semejantes de ácidos húmicos y fúlvicos. En un estudio más detallado de los ácidos húmicos hemos podido determinar algunas de sus características; así mediante filtración a través de un gel (Sephadex G-100) (fig. nº 7) pudimos comprobar que la fracción más abundante (39,6 %) era la que presentaba un tamaño molecular inferior a 1.000, le seguía con el 34 % la de tamaño molecular intermedio (1.000-100.000), mientras que la superior a 100.000 era la menos abundante (26,4 %).

Su complejo de cambio se presenta completamente saturado en calcio y magnesio, mientras que potasio y sodio son muy minoritarios; no obstante el incremento de potasio en el horizonte Ah nos pone de manifiesto la actuación de un ciclo biogeoquímico intenso. Su capacidad de cambio, relativamente elevada en el horizonte super

ficial,decrece bruscamente con la profundidad,lo que está de acuerdo con la distribución de materia orgánica y arcilla a lo largo del perfil.

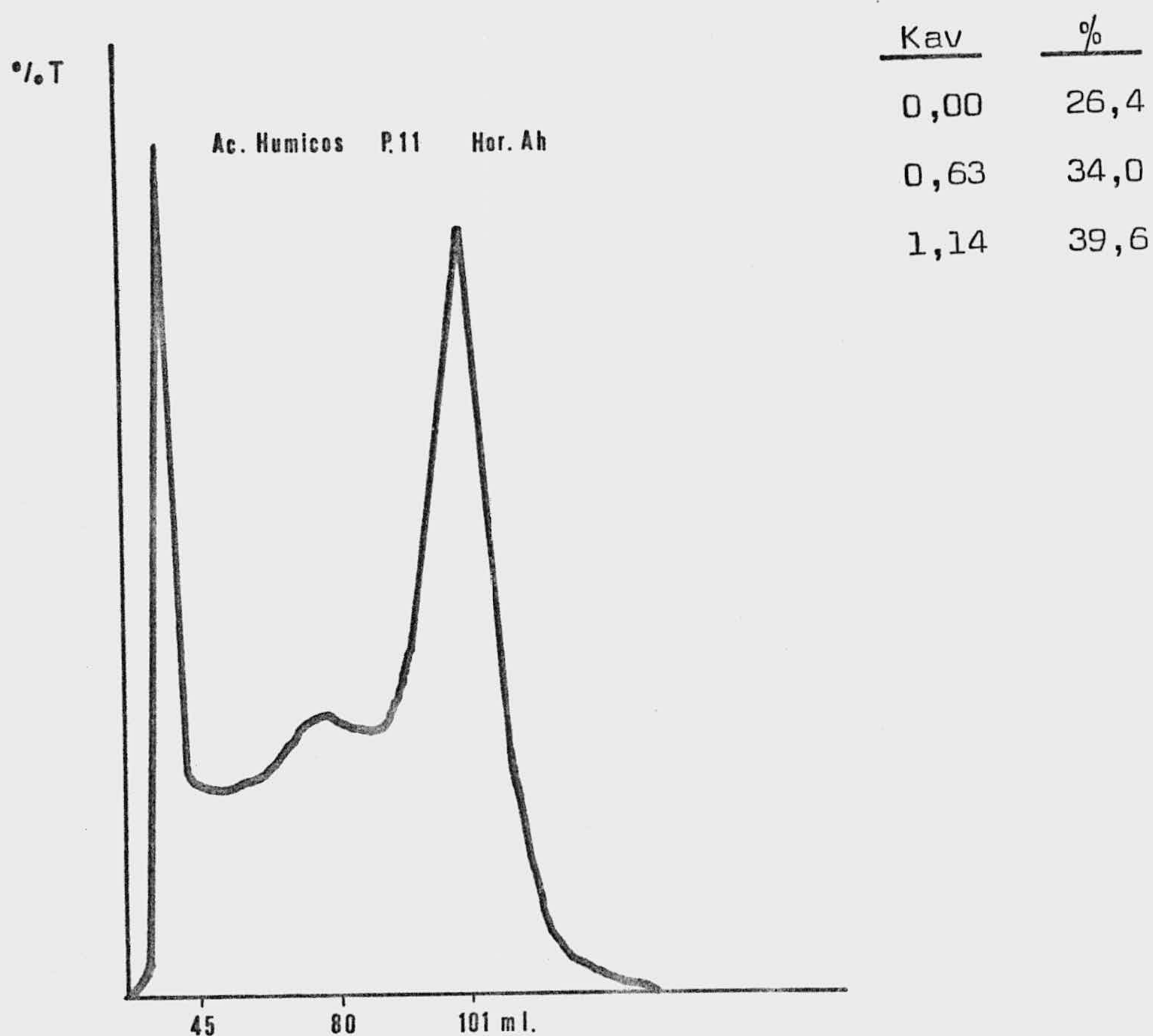


Fig.nº7. Filtración a través de Sephadex G-100 de los ácidos húmicos del hor.Ah.Perfil nº11.

Con respecto a la mineralogía de arcillas se observa un fuerte predominio de las micas sobre los demás minerales laminares, le siguen cantidades minoritarias de caolinita,clorita e interestratificados.En general su distribución es uniforme a lo largo del perfil,aunque las micas presentan un ligero incremento en profundidad que se compensa con un descenso de los interestratificados,tal y como podemos observar en la fig. nº 8. La baja cantidad de

interestratificados quizás debamos atribuirlos a las bajas temperaturas (zona de inversión térmica) junto a la resistencia que presenta el material original a la alteración.

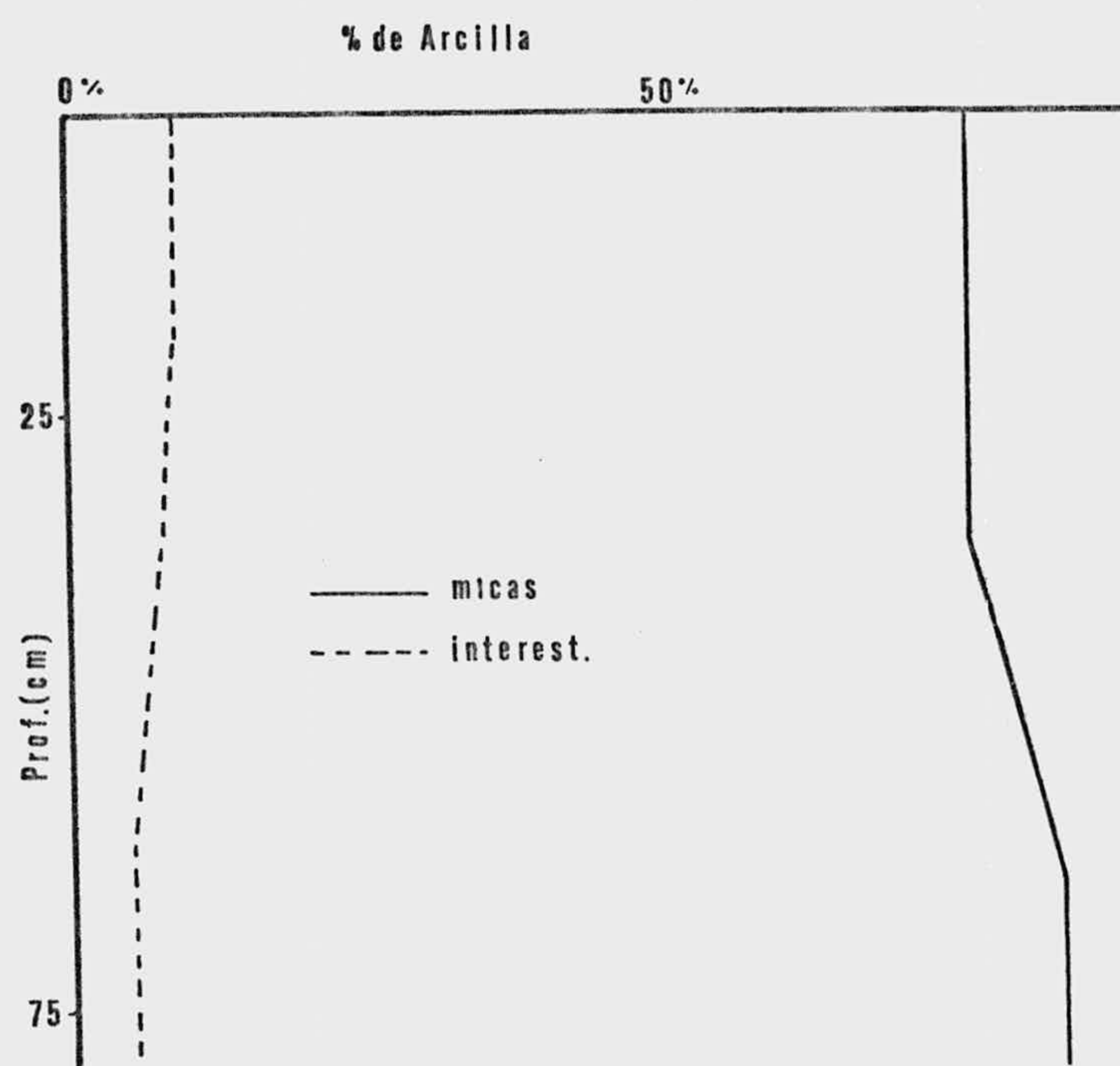


Fig.nº 8.- Distribución de las micas e interestratificados en función de la profundidad. Perfil nº 11.

De acuerdo con todo lo expuesto, el único proceso que se presenta en este suelo es una acumulación de materia orgánica en superficie que condiciona la aparición de un epipedon móllico como único horizonte de diagnóstico y, dado que está situado encima de un material que contiene más de un 40 % de carbonato equivalente, lo clasificamos como Rendzina.

SUBUNIDAD CA-5b.- Material original: materiales detríticos de naturaleza dolomítica y calizo-dolomítica. Orientación: Sur. Pendientes entre el 10 y el 20 %.

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: matorral bajo con pinos de repoblación. Pertenece a la serie 1-1 y su estado es el de un matorral serial (romeral-aulagar) con *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster* de repoblación. El pastizal es muy poco significativo.

$\bar{X}$  = 60 cms. Cobertura = 80 %. Sintaxonomía : as. Fumano-Cistetum clusii Valle (ined.)

Especies	Abundancia-dominancia
<i>Ulex parviflorus</i>	3
<i>Rosmarinus officinalis</i>	3
<i>Cistus clussi</i>	2
<i>Lavandula latifolia</i>	2
<i>Thymus vulgaris</i>	2
<i>Phlomis lychnitis</i>	2
<i>Brachypodium ramosum</i>	2
<i>Fumana thymifolia</i>	1
<i>Helianthemum cinereum</i>	1
<i>Fumana ericoides</i>	1
etc...	

Climatología.-

La orientación sur de esta subunidad hace que presente un microclima mucho más cálido y seco que el de la subunidad anterior, lo que nos viene perfectamente reflejado por la vegetación que soporta. Estas diferencias climatológicas proporcionan un quimismo diferente a los suelos de ambas subunidades.

No obstante el espesor de los suelos hace que presenten una reserva hídrica bastante elevada, lo que atenúa en parte la fuerte sequedad que condiciona su orientación sur.

## SUELOS.-

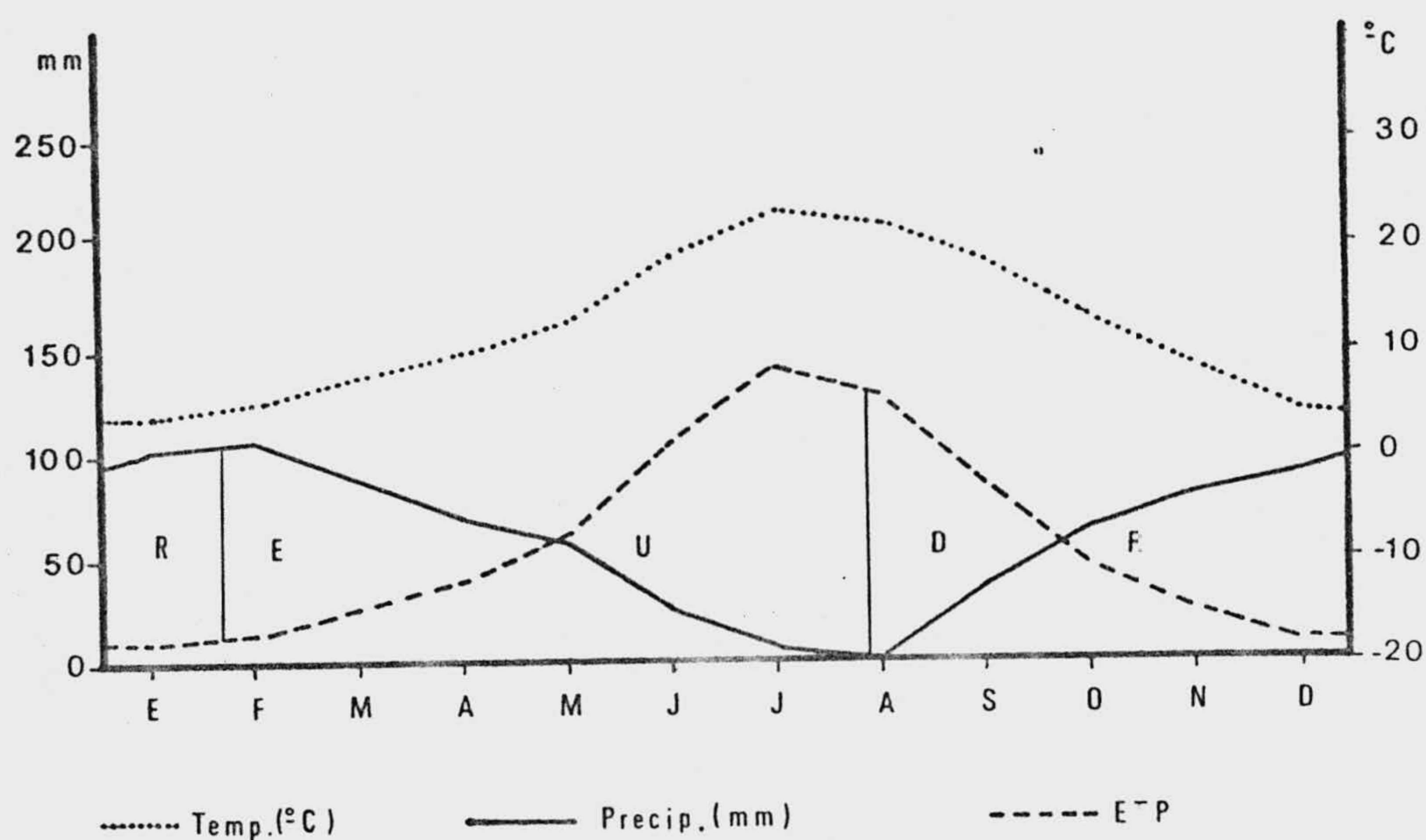
Debido a las diferencias ya mencionadas entre ambas subunidades, los suelos presentan fuertes divergencias, aunque en general pertenecen a la misma asociación de Rendzinas y Regosoles. Así, los Regosoles no se forman como consecuencia del escaso desarrollo del horizonte orgánico, sino debido a una acumulación de material detrítico dolomítico escasamente evolucionado como consecuencia de la sequedad climática; mientras que las Rendzinas, formadas sobre material detrítico calizo o calizo dolomítico, se presentan recubiertas por depósitos más recientes y de un color algo más claro.

El perfil nº 12 representa a este último tipo de suelo.

## Perfil n° 12

Balance hídrico

Reserva= 210,8 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp.(°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	126,6	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	210,8	210,8	210,8	210,8	206,6	125,6	0	0	0	15,5	70,0	147,5

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 12

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>511-<sup>41</sup>239      Fecha de recogida:15-5-1980  
 Altitud.- 1.315 mts.  
 Pendiente.- Concava del 20 %  
 Orientación.- Sur  
 Condiciones de humedad.- Húmedo desde la superficie  
 Drenaje.- Clase 4. Bien drenado  
 Pedregosidad.- Clase 4. Excesivamente pedregoso  
 Afloramientos rocosos.- Clase 2. Rocoso  
 Prof.de la capa freática.- Infinita  
 Material original.- Derrubios de calizas dolomíticas  
 Clasificación.- Rendzina (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-20	Color 10YR 3/3 pardo oscuro en seco y en húmedo 10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro. Textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares débiles. Blando, muy friable, ligeramente adherente y no plástico. Porosidad muy abundante y elevado contenido en fragmentos rocosos de tamaño piedra y grava. Rico en carbonatos y abundantes raíces finas y medianas. Límite neto y ondulado.
Ahb	20-60	Color 10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro en seco y 10YR 2/1 negro en húmedo. Textura franco arcillo-arenosa y estructura migajosa débil. Blando, muy friable, ligeramente adherente y no plástico. Porosidad semejante a la del horizonte anterior y con igual contenido en fragmentos rocosos. Rico en carbona-

tos y abundantes raíces finas y medianas. Límite neto y ondulado. Los fragmentos rocosos presentan sus caras inferiores muy ligeramente recubiertas por caliza pulverulenta.

ACbk > 60

Color 10YR3/3 pardo oscuro en seco y 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. Textura franco arenosa y sin estructura manifiesta. Ligeramente adherente y no plástico. Menor porosidad y menor contenido en raíces que el horizonte anterior, pero mayor contenido en fragmentos rocosos que presentan, sus caras inferiores, recubiertas por caliza pulverulenta.

Nota: En el contacto con la roca dura aparece una delgada capa de acumulación de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  de consistencia pétreo.



RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-20	45,0	9,6(17,5)	27,8(50,5)	11,7(21,3)	5,9(10,7)	67,5	8,20
Ahb	20-60	70,0	3,2(10,8)	13,2(44,1)	7,1(23,7)	6,4(21,3)	51,6	8,38
ACbk	> 60	66,0	3,7(10,9)	17,3(50,9)	7,5(22,0)	5,5(16,1)	52,8	8,28

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	2,54	0,118	21,5	0,47	0,21	18,35	4,67	0,06	0,19	17,30	23,27	100
Ahb	3,72	0,249	14,9	0,92	0,23	46,00	9,00	0,07	0,09	29,70	55,16	100
ACbk	1,77	0,190	9,3			23,12	6,00	0,07	0,07	19,60	29,26	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr.	*****	**	*	**
Ahb	tr.	*****	**	*	**
ACbk	tr.	*****	**	*	**

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

Como podemos observar es un suelo complejo que se ha formado sobre material detrítico de naturaleza calizo dolomítica y que en la actualidad se presenta recubierto por nuevos sedimentos de aproximadamente 20 cms. de espesor.

El suelo original, constituido por los horizontes Ahb y ACbk, presenta una textura franco-arcillo-arenosa que se hace más gruesa con la profundidad (franco-arenosa). La estructura es migajosa en el hor. Ahb; mientras que el hor. ACbk no muestra estructura manifiesta, con lo que al secarse se vuelve pulverulento.

Su contenido en carbonatos es muy elevado, aunque se observa un lavado, con recubrimientos de caliza blanca pulverulenta sobre las caras inferiores de los fragmentos rocosos del hor. ACbk; lavado que, dada su exposición fuertemente soleada y seca, pensamos tuvo que producirse en una época más húmeda que la actual, lo que en cierto modo nos viene confirmado por su riqueza en materia orgánica y el buen grado de descomposición de esta. Otro hecho que nos afirma en la existencia de un proceso de lavado intenso, es la presencia, entre la parte inferior del hor. ACbk y la roca compacta y dura, de una capa delgada ( $\simeq 0,6$  cms.) y endurecida de acumulación de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , la cual presumiblemente se formó por lavado lateral a favor de la pendiente y siguiendo líneas preferenciales de drenaje. La presencia de esta capa en casi todas las exposiciones soleadas de la parte oeste de la zona de estudio, parece confirmarnos que tuvo que ser un proceso bastante generalizado; por otra parte su inexistencia en las exposiciones más o menos umbrias parece indicarnos que en su formación son necesarios periodos alternantes de humedad (lavado) y sequedad (recristalización).

El contenido en materia orgánica de este suelo es muy elevado, se presenta bien descompuesta (C/N = 14,9) y con un grado de

humificación muy alto ( $AH/AF = 4,0$ ); si comparamos las características de esta materia orgánica con la del perfil nº 11 (subunidad CA-5a) parece confirmarse el hecho de que las exposiciones soleadas favorecen, como consecuencia de los fuertes periodos de sequedad, la humificación abiológica.

El complejo de cambio presenta un valor de capacidad que oscila en función del contenido en materia orgánica y arcilla; se presenta completamente saturado en calcio y magnesio, mientras que sodio y potasio son muy minoritarios.

Como anteriormente mencionamos, este suelo se presenta enterrado por nuevos sedimentos que hemos denominado como hor.Ah, el cual presenta una textura franco arenosa y una estructura en bloques subangulares poco desarrollados; en general, presenta una composición química semejante a la del perfil que entierra, con la excepción de su materia orgánica que se presenta menos descompuesta ( $C/N > 20$ ) y con un grado de humificación menor ( $AH/AF = 2,24$ ), aunque siempre mayor que en el caso del perfil nº 11 como consecuencia de su exposición soleada.

Con respecto a la mineralogía de arcillas, las micas son, al igual que en todos los perfiles estudiados, los minerales laminares dominantes, a las que siguen interestratificados, caolinita y cantidades minoritarias de clorita y montmorillonita. Todos ellos presentan una distribución que podríamos considerar uniforme con la profundidad, mereciendo la pena destacar únicamente un ligero descenso de las micas en el hor.Ahb y un incremento de los interestratificados, lo que en cierto modo viene a confirmarnos la mayor alteración de este horizonte.

## UNIDAD CA-6.-

Asociación RENDZINAS, CAMBISOLES CALCICOS, con inclusiones de Regosoles calcareos.

Se localiza en zonas de vaguada, donde se acumulan los materiales detríticos de las dolomias circundantes; estas vaguadas discurren en dos direcciones casi perpendiculares E-O y N-S, y en ellas se dan pendientes muy pequeñas ( $< 10\%$ ). Su caracter fundamental, y que condiciona en parte las características de sus suelos, es la gran densidad de pinos de repoblación que en ella se asientan.

Vegetación.-

Forma una unidad paisajística de tipo: Pinar de repoblación. Pertenece a la serie 1-2 y su estado es el de una formación de *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris* que varía en altura y cobertura según la edad. El sotobosque es muy pobre en vegetación, aunque existe gran variedad de especies de escasa abundancia.

$\bar{X}$  = 2-8 mts. Cobertura = copas: 60-90 %; troncos: 60 %

Especies	Abundancia-dominancia
<i>Pinus pinaster</i>	3-4
<i>Pinus sylvestris</i>	2-3
<i>Quercus rotundifoliae</i> (arbustivo)	1
<i>Quercus faginea</i> (arbustivo)	+
<i>Geum silvaticum</i>	1
<i>Adonis vernalis</i>	1
<i>Lonicera etrusca</i>	+
<i>Paeonia coriacea</i>	+
<i>Paeonia broteroi</i>	+
<i>Rubia peregrina</i>	+
<i>Juniperus comunis</i>	+

Helleborus foetidus †  
 Erinacea anthyllis †  
 etc...

Climatología.-

Su posición de vaguada (recoge aguas de escorrentia lateral) y el elevado efecto de sombra que le proporcionan los pinos de repoblación, hacen que sea una unidad relativamente húmeda, lo que unido al espesor de sus suelos y en consecuencia a su elevada reserva hídrica, hacen de ella una zona más fría y húmeda que la media del area de estudio.

SUELOS.-

En general son suelos profundos, aunque dada la naturaleza dolomítica del material original no son muy evolucionados. En su formación actúan dos procesos fundamentales como son: a) acumulación de materia orgánica en superficie y, b) alteración que conduce a la formación de un horizonte Cámbico.

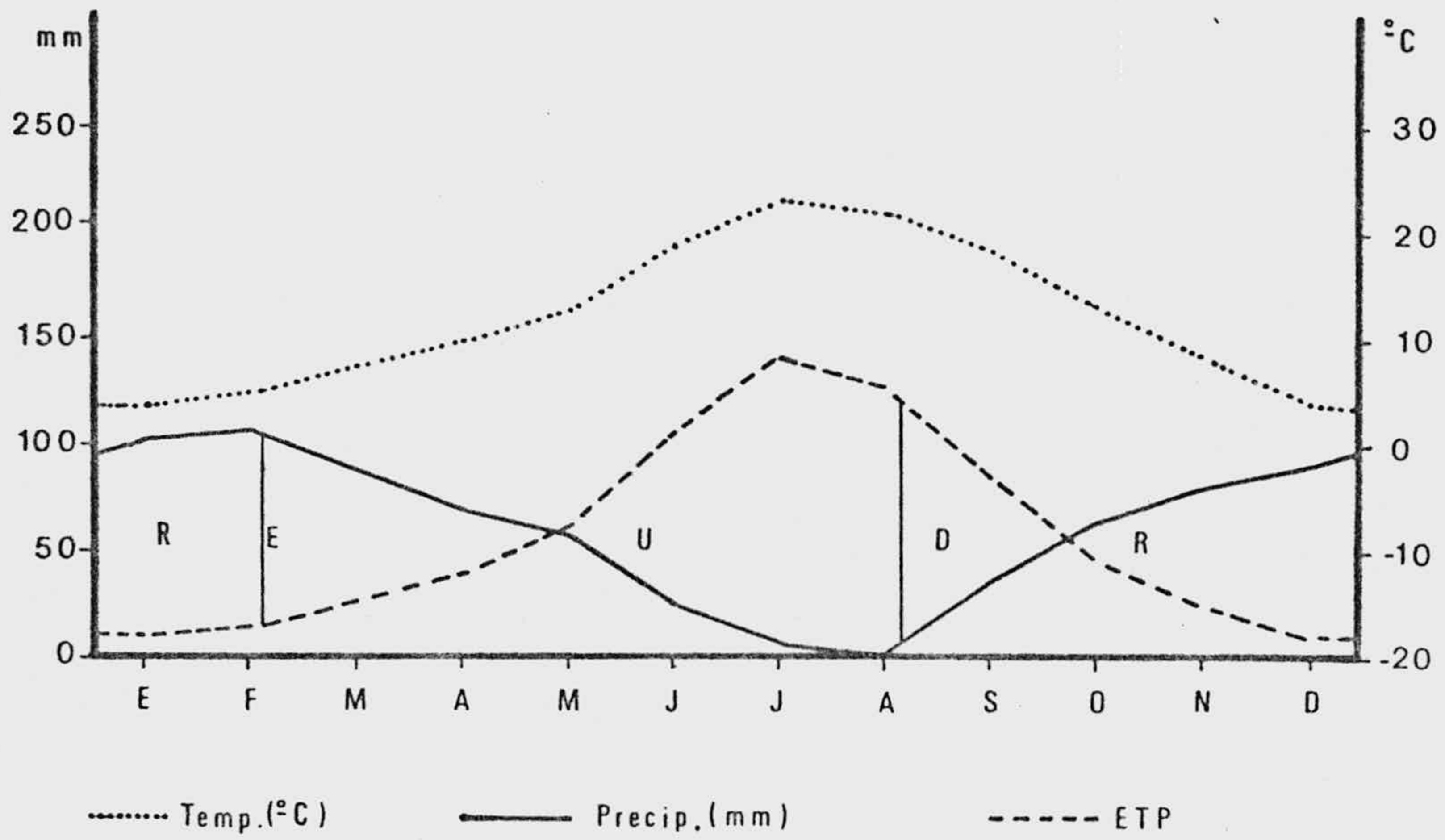
Cuando la actuación del proceso a) es lo suficientemente intensa como para que se forme un horizonte móllico (pinos más antiguos), el suelo será una Rendzina, con independencia de que se de o no el proceso b) dado que el posible Cámbico que se pueda formar contiene más de un 40 % de carbonato equivalente. En el caso de que el proceso a) no de lugar a la formación de un Móllico (pinos más jóvenes) los suelos que se forman serán Regosoles; a excepción de aquellos casos en que la actuación del proceso b) de lugar a un horizonte Cámbico, que serán Cambisoles.

El perfil nº 13 es un ejemplo claro de aquellos suelos en los que se dan ambos procesos, con formación de una Rendzina.

Perfil nº 13

Balance hídrico

Reserva = 251,7 mm



FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	28,0	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	2392	251,7	251,7	251,7	247,5	166,5	25,0	0	0	15,5	70,0	147,5

VR= Variación de la reserva..

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 13

Situación.- U.T.M.= 4<sup>526</sup>- 41<sup>242</sup>      Fecha de recogida: 27-6-1980

Altitud.- 1.415 mts.

Pendiente.- Concava del 9 %

Orientación.- Este

Condiciones de humedad.- Húmedo a partir de los 30 primeros cms.

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 1. Moderadamente pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 0. Ninguna o muy pocas rocas

Material original.- Derrubios dolomíticos

Clasificación.- Rendzina (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
0	3-0	Capa de acículas de pino
Ah	0-10	Color 10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro en húmedo y 10YR 4/3 ce pardo a pardo oscuro en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares finos y medianos. Ligeramente duro, ligeramente adherente y ligeramente plásticc. Porosidad muy abundante, con poros de todos los tipos. Muy pocos fragmentos rocosos de tamaño grava, subredondados y dolomíticos. Abundante contenido en raíces gruesas, medianas y finas. Límite difuso y plano.
AB	10-30	Color 10YR 3/3 pardo oscuro en húmedo y 10YR 5/3 pardo en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares algo más consistente que en el horizonte Ah. Ligeramente duro, ligeramente adherente y li

geramente plástico. Frecuentes poros finos y medianos. Pocos fragmentos rocosos de tamaño piedra o pedregón, pero abundante grava subredondeada y dolomítica. Raíces muy abundantes, gruesas, medianas y finas. Límite difuso y plano.

Bw1 30-60

Color 10YR 3/3 pardo oscuro en húmedo y 10YR 5/3 pardo en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares más consistentes y más pequeños que en el horizonte anterior. Ligeramente duro, ligeramente adherente y ligeramente plástico. Igual porosidad que el horizonte anterior e igual contenido en fragmentos rocosos. Raíces en cantidad mediana y de tamaño fino y mediano. Límite difuso y plano.

Bw2 60-90

Color 10YR 3/3 pardo oscuro en húmedo y 10YR 5/3 pardo en seco. Textura franco arenosa y estructura igual a la del horizonte Bw1. Ligeramente duro, ligeramente adherente y ligeramente plástico. Porosidad y fragmentos rocosos igual a los del horizonte Bw1 y con un menor contenido en raíces. Límite neto y plano.

C > 90

Color 10YR 5/3 pardo en húmedo y 10YR 7/3 pardo muy pálido en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares muy finos. No existen raíces y mayor contenido en grava que los horizontes anteriores.



RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-10	9,8	1,1(1,2)	50,5(56,0)	29,2(32,4)	9,3(10,3)	51,5	7,82
AB	10-30	33,9	2,6(4,0)	37,0(56,0)	21,0(31,8)	5,4(8,2)	57,5	8,10
Bw1	30-60	38,4	3,1(5,0)	32,2(52,2)	21,7(35,2)	4,6(7,6)	61,5	8,00
Bw2	60-90	41,4	3,3(5,6)	29,5(50,3)	21,4(36,6)	4,4(7,5)	62,1	8,08
C	>90	52,5	4,0(8,5)	26,1(55,0)	15,2(32,0)	2,1(4,5)	69,8	8,25

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C.O. %	N%	C/N	A.H. %	A.F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V%
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	4,39	0,149	29,4	0,92	0,68	30,60	21,10	0,02	0,12	22,80	51,84	100
AB	2,12	0,146	14,5	0,39	0,23	23,80	19,20	0,02	0,08	12,80	43,10	100
Bw1	0,50	0,044	11,4			18,60	21,60	0,03	0,06	10,00	40,29	100
Bw2	0,36	0,033	10,9			18,60	24,90	0,04	0,06	9,80	43,60	100
C	0,24	0,023	10,4			15,40	24,50	0,04	0,03	3,70	39,97	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr	*****	**	*	*
AB	tr	*****	**	*	**
Bw1	tr	*****	**	*	**
Bw2	tr	*****	**	*	**
C	tr	*****	**	*	*

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	1,4	0,8	2,2	0,027	9,7
AB	1,4	1,0	1,5	0,032	9,9
Bw1	1,5	1,2	1,8	0,029	10,8
Bw2	1,4	0,7	2,6	0,025	11,9
C	1,0	0,6	0,7	0,018	6,8

Como podemos observar tanto en su balance hídrico como en su ficha climática, la gran reserva hídrica que presenta este suelo, hace que su periodo de deficit sea inferior a dos meses al año (desde primeros de agosto a finales de septiembre), por lo que su regimen de humedad se encuentra proximo al ústico, aunque seguimos clasificandolo como xérico debido a que está seco más de 45 dias consecutivos en los cuatro meses que siguen al solsticio de verano.

Presenta una textura relativamente gruesa (franco-arenosa) debido a la naturaleza de su material original, que se mantiene constante con la profundidad. Su estructura es en bloques angulares cuya consistencia varia a lo largo del perfil, pequeña en el horizonte superficial, algo más consistente en los horizontes B y muy debil en el horizonte C. Es muy rico en carbonatos y estos aumentan con la profundidad; su pH es básico y se mantiene proximo a 8 en todo el perfil.

Presenta una fuerte acumulación de materia orgánica en los horizontes Ah y AB, para decrecer bruscamente en los horizontes B y C, lo que nos pone en evidencia la profundidad a la que llega la incorporación de los restos orgánicos aportados por el bosque. Se presenta escasamente transformada, con una relación C/N  $\approx$  30 en el hor. Ah, aunque su grado de humificación es elevado (AH/AF = 1,35); el horizonte AB, por su parte, presenta un mayor grado de descomposición (C/N = 14,5) y una mayor polimerización de los compuestos húmicos (AH/AF = 1,69), como corresponde a una mayor evolución de los compuestos orgánicos de este horizonte en comparación con los del hor. Ah.

El proceso de descomposición de las acículas de pino se puede seguir comparando el porcentaje de los distintos constituyentes en el hor. 0 (hojarasca de pino sin descomponer) y en el hor. Ah.

En este estudio comparativo (tabla nº 9) podemos observar que las grasas, resinas, celulosas y hemicelulosas muestran una disminución, lo que nos habla de un proceso de biodegradación que por otra parte no se dá al mismo ritmo en todos los constituyentes; ya que mientras que las grasas desaparecen en un 78 %, las resinas lo hacen solo en un 40 % y en el caso de celulosa y hemicelulosa únicamente en un 26 %, lo que nos indica la mayor o menor resistencia que presentan estos constituyentes a su biodegradación (mínima en las grasas y máxima en las celulosas y hemicelulosas). Por el contrario, los

<u>Hor.</u>	<u>% respecto a la Materia Orgánica</u>					
	<u>Grasas</u>	<u>Resinas</u>	<u>Polisac.</u>	<u>Celulosa + Hemicelulosa</u>	<u>Proteínas</u>	<u>Ligno-Humus</u>
0	11,80	7,62	6,91	36,32	3,01	34,34
Ah	2,60	4,53	10,14	26,69	12,30	43,74

Tabla nº 9.- Fraccionamiento químico de la materia orgánica gruesa de los hor.0 y Ah del perfil nº 13. Método de STEVENSON.

otros constituyentes como polisacáridos, proteínas y ligno-humus se incrementan en el proceso de descomposición de la hojarasca; en el caso del ligno-humus este incremento se justifica por la gran resistencia que presentan estos compuestos a la biodegradación, por lo que al ir mineralizándose los otros constituyentes estos se concentran; en el caso de las proteínas se podría buscar dos justificaciones, en primer lugar que estas pasaran a formar parte de las cadenas alifáticas de los compuestos húmicos, con lo que, en parte, quedarían protegidas de la mineralización o biodegradación y en segundo lugar que el nitrógeno procedente de la mineralización de estas proteínas no se pierde, sino que es reutilizado por los macro y mi-

microorganismos del suelo para formar nuevas proteínas, por lo que el resultado sería también una concentración de estos constituyentes orgánicos conforme evolucionan los restos vegetales; en cuanto a los polisacáridos, su concentración la debemos entender no en términos de resistencia a la biodegradación, sino debido a que son productos intermedios en el proceso de descomposición de celulosa y hemicelulosa, por lo que su acumulación se producirá cuando su ritmo de biodegradación sea inferior a su ritmo de formación como consecuencia de la descomposición de ambos constituyentes.

Este suelo presenta una capacidad de cambio que disminuye paulativamente con la profundidad y que se corresponde con una disminución tanto de la arcilla como de la materia orgánica. Se encuentra completamente saturado en calcio y magnesio, mientras que potasio y sodio son minoritarios. El hecho de que el horizonte Ah no presente un incremento notable en el contenido en potasio del complejo de cambio, nos pone en evidencia la existencia de un ciclo geoquímico poco activo, y que en principio tenemos que atribuir a las escasas exigencias nutritivas del pino.

Con respecto a los minerales laminares de la fracción arcilla, están dominados por las micas que sobrepasan el 60 % en todos los horizontes, les siguen caolinita, interestratificados y cantidades minoritarias de clorita y montmorillonita. Los interestratificados presentan un incremento en la parte media del perfil, lógica si tenemos en cuenta que es ahí donde tiene lugar una mayor alteración.

De acuerdo con sus características analíticas y morfológicas, este suelo presenta un epipedon móllico seguido de un horizonte B Cámbico en el que la mayor alteración con respecto al horizonte C se nos pone de manifiesto por un mayor contenido en arcilla, mayor riqueza en sesquioxidos (formas total y libre) y mayor capa

cidad de cambio; ahora bien, el hecho de que el epipedon móllico presente un contenido en carbonato cálcico equivalente superior al 40%, hace que lo clasifiquemos como Rendzina.

Con objeto de ver cual es la influencia que la repoblación de pinos tiene en las características de la materia orgánica del suelo, hicimos un estudio comparativo de la misma en los horizontes Ah de dos suelos que fuesen relativamente semejantes y en los que la principal diferencia estribase precisamente en la vegetación. Estos suelos fueron el perfil nº 11 de la unidad CA-5, que se presenta bajo vegetación natural, y este perfil nº 13 bajo repoblación de pinos.

Los estudios realizados fueron un fraccionamiento detallado de los distintos constituyentes de la materia orgánica, así como la caracterización de los ácidos húmicos de ambos suelos. Para este último fin utilizamos diferentes técnicas como son: espectroscopia visible, espectroscopia de infrarrojos y filtración a través de un gel (Sephadex G-100, con rango de  $10^3$  a  $10^5$ ).

Mediante el fraccionamiento detallado (tabla nº 10) pudimos comprobar que la materia orgánica procedente de la vegetación de pino se presentaba menos descompuesta, como nos lo pone de manifiesto su mayor contenido en materia orgánica libre y en humina heredada (lignina escasamente transformada); no obstante si analizamos sus sustancias húmicas nos encontramos con la paradoja de que estas presentan un mayor grado de polimerización en el caso del pino (relación AH/AF de 1,34 del pino frente a 1,03 de la vegetación natural).

Muestra	% con respecto al carbono total							
	MOL	HH	AH	AF	HIE	RESIDUO	E.H.T.	AH/AF
P.11	23,85	6,01	20,04	19,44	0,00	30,66	39,48	1,03
P.13	31,89	12,98	18,00	13,44	0,00	23,69	31,44	1,34

MOL=materia orgánica libre; HH=humina heredada; AH=ác.húmicos; AF=ác.fúlvicos; HIE=humina de insolubilización extraíble;Residuo=residuo no extraíble;E.H.T.= extracto húmico total.

Tabla nº10.- Fraccionamiento detallado de la materia orgánica de los hor. Ah de los perfiles P.11 y P.13. Método DABIN modificado.

Esta posible incongruencia de que la vegetación menos transformada sea la que presenta los compuestos húmicos más evolucionados, nos hizo analizar detalladamente los ácidos húmicos de ambos suelos con los siguientes resultados:

- Mediante su separación a través de un gel (Sephadex G-100) (fig.nº 9) pudimos comprobar que el tamaño molecular de los ácidos húmicos del pino era superior al que presentaban los de la vegetación natural, lo que está en la línea de su mayor relación AH/AF. No obstante la espectroscopia visible (fig.nº 10) nos puso de manifiesto el mayor grado de condensación del núcleo aromático de los ác.húmicos procedentes de la vegetación natural frente a los del pino, lo que de acuerdo con Kononova y Belchikova (69) nos indica el carácter más maduro de los primeros frente a los segundos que se muestran más jóvenes. Finalmente con la espectroscopia de infrarrojos pudimos comprobar, mediante los valores de densidades ópticas relativas de las diferentes bandas respecto a la de vibración del C aromático a  $1.620 \text{ cm}^{-1}$ , que los ácidos húmicos procedentes del pino muestran un predominio ligeramente mayor del carácter alifático, lo que en cierto modo viene a confirmarnos su carácter más joven.

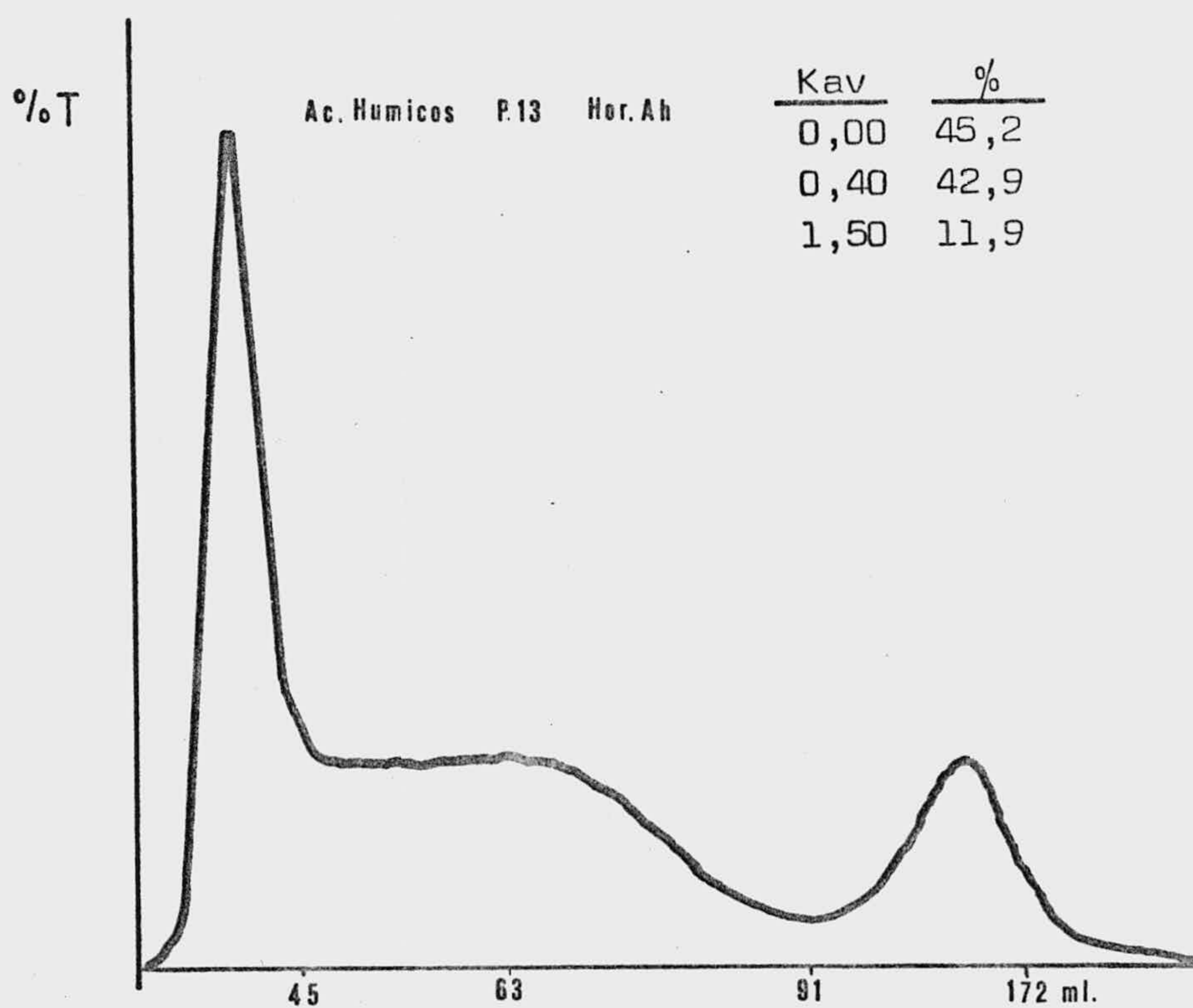


Fig. nº 9.- Filtración a través de Sephadex G-100 de los ácidos húmicos del hor. Ah del perfil nº 13

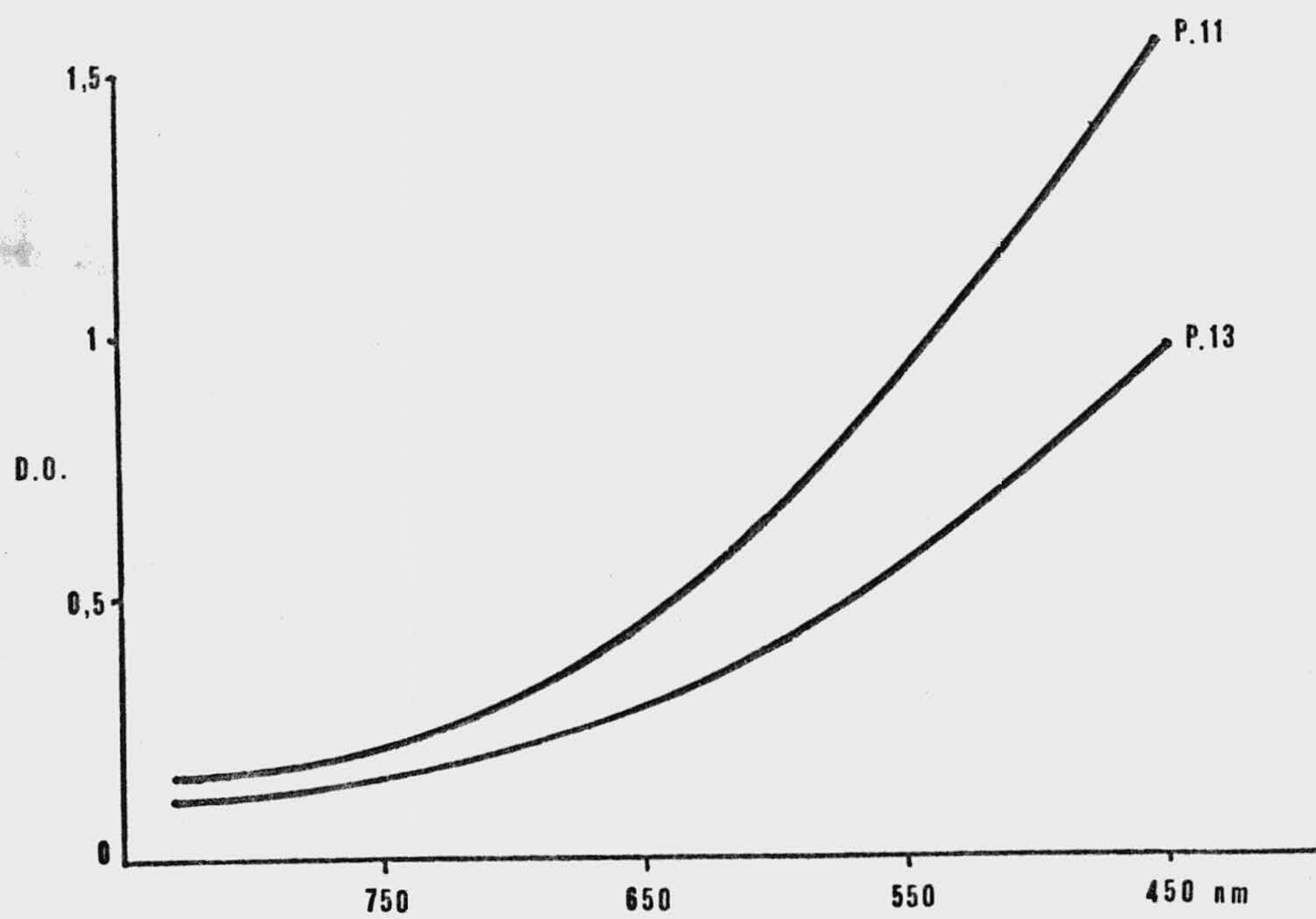


Fig. nº 10.- Espectroscopia visible de los ácidos húmicos del hor. Ah de los perfiles nºs 11 y 13

Todo lo anteriormente expuesto nos pone de manifiesto el hecho de que los restos vegetales aportados por el pino, en comparación con los restos de la vegetación natural, se muestran más resistentes a la descomposición, mientras que sus compuestos húmicos están más polimerizados pero presentan un menor grado de maduración; lo que no está de acuerdo con la idea de que a mayor polimerización mayor maduración de los compuestos húmicos.

Por otra parte el análisis químico elemental (tabla nº 11) nos pone de manifiesto el carácter más hidrogenado de los ácidos húmicos procedentes de la vegetación de pino, lo que viene a confirmar su carácter más joven y por lo tanto menos maduro.

Muestra	%C	%H	%O	%N	R. moleculares			R. atómicas	
					C/N	H/C	O/C	H/C	O/C
P.11	52,18	5,43	38,37	4,02	12,98	0,10	0,74	1,25	0,55
P.13	52,19	6,89	36,84	4,08	12,79	0,13	0,71	1,58	0,53

Tabla nº 11.- Análisis químico elemental de los ácidos húmicos del hor. Ah de los perfiles nºs 11 y 13.



UNIDAD CA-7.-

REGOSOLES CALCAREOS, con inclusiones de Rendzinas y Litosoles.

Esta unidad se localiza en una orientación fundamentalmente N-NO y sobre materiales dolomíticos. Las pendientes son muy variadas, oscilan entre el 20 y el 40 %, y en general la zona presenta huellas de erosión que en ocasiones llega a ser muy intensa.

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo : Pinar-matorral serial-pedregal. Pertenece a la serie 1-1 y su estado es el de un matorral bajo (aulagar-tomillar de baja cobertura) con pinos de repoblación no muy altos, aunque en algunos puntos llegan a cerrar sus copas y alcanzan más de 5 mts.; no obstante, a pesar de que los troncos están muy separados, el sotobosque es pobre en vegetación.

a) Matorral.-  $\bar{X}$  = 30 cms. Cobertura = 60 %. Sintaxonomía = as. Saturejo-Echinopartetum boissieri Rivas Goday & Rivas Martínez 1968. En orientaciones sur existe gran influencia de la as. Fumano-Cistetum clusii Valle (ined.)

Especies	Abundancia-dominancia
Echinopartium boissieri	3
Erinacea anthyllis	2
Thymus granatensis	2
Salvia oxyodon	1
Satureja montana	1
Santolina canescens	1
Helianthemum croceum	3
Sideritis incana	2
etc...	

En orientaciones sur:

Rosmarinus officinalis	3
Cistus clussi	1
Fumana ericoides	2
Macrochloa tenacissima	2
etc...	

b) Pedregal.-  $\bar{X}$  = 15 cms. Cobertura = 30 %. Sintaxonomía: as.

Hippocrepidi-Pterocphaletum spathulatae Rivas Goday 1966.

Especies	Abundancia-dominancia
Pteroccephalus spathulatus	1
Andryala ragusina	1
Rothmaleria granatensis	2
Chaenorrhinum macropodum	2
Paronychia aretioides	1
Centaurea granatensis	1
etc...	

Climatología.-

La erosión que afecta a esta unidad, junto con la escasa vegetación que se desarrolla sobre ella, hace que sus suelos presenten un desarrollo muy limitado y por tanto con baja reserva hídrica; de ahí que la zona presente un microclima más seco que el que le corresponde por su orientación norte, y que se agrava en las pequeñas zonas con orientación sur como nos lo demuestran los cambios de vegetación ya mencionados. Estas condiciones determinan un largo periodo de deficit, aproximadamente cuatro meses al año.

SUELOS.-

Dadas las condiciones anteriormente descritas, los suelos de esta unidad presentan una evolución muy escasa, con un horizonte orgánico que no supera, en general, los 15 cms. de espe

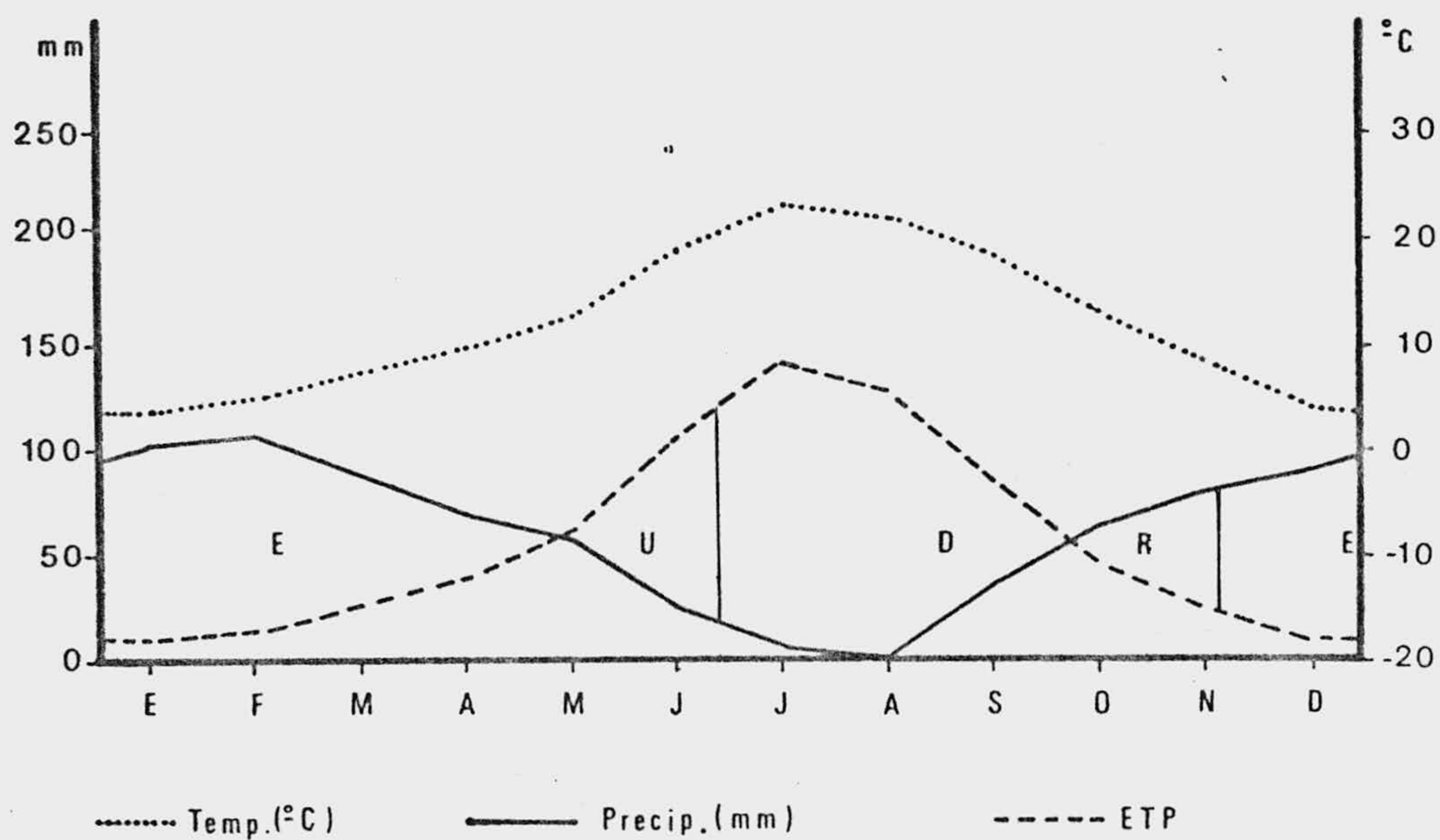
sor, seguido de un hor. C de alteración de la dolomia, por lo que la consideramos como una unidad de Regosoles. No obstante en pequeñas zonas muy delimitadas, la densidad de vegetación condiciona la aparición de un horizonte orgánico que cumple las características de móllico (especialmente el espesor); mientras que en otras más erosionadas, nos aparece la dolomia fresca a menos de 10 cms. de profundidad; por lo que tanto las Rendzinas como los Litosoles los consideramos como inclusiones.

El perfil nº 14 representa al suelo más ampliamente desarrollado en esta unidad.

## Perfil nº 14

Balance hídrico

Reserva= 21,4 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp.(°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	43,2	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	21,4	21,4	21,4	21,4	17,2	0	0	0	0	15,5	21,4	21,4

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 14

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>518- <sup>41</sup>241      Fecha de recogida: 24-6-1980

Altitud.- 1.380 mts.

Pendiente.- 20 %

Orientación.- Norte

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Clase 5. Algo excesivamente drenado

Pedregosidad.- Clase 3. Muy pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 3. Muy rocoso

Material original.- Dolomias

Clasificación.- Regosol calcareo (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-5/13	Color 10YR 3/2 pardo grisáceo oscuro en húmedo y 10YR 4/3 pardo en seco. Textura franco arenosa y estructura migajosa débil. Porosidad muy abundante con poros de todos los tipos. Contenido medio en fragmentos rocosos angulosos, de tamaño grava y piedra y de naturaleza dolomítica. Abundantes raíces medianas y finas. Límite brusco y ondulado.
C	> 5/13	Color 10YR 5/2 pardo grisáceo en húmedo y 10YR 6/2 gris parduzco claro en seco. Es el horizonte de alteración de la dolomia y presenta una textura arenosa y una estructura suelta muy poco manifiesta. Muy rico en fragmentos rocosos de todos los tamaños y muy pobre en raíces

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-5/13	28,2	3,9(5,5)	49,5(69,0)	11,6(16,2)	6,7(9,3)	59,3	8,18
AC	> 5/13	33,5	16,8(25,3)	34,6(52,0)	11,3(17,0)	3,8(5,7)	61,7	8,71

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C.O. %	N%	C/N	Bases extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100 gr.)		V%
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	1,94	0,095	20,4	10,45	23,67	0,04	0,11	14,30	34,27	100
AC	0,18	0,016	11,2	15,31	22,17	0,03	0,01	2,10	37,52	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr	*****	*	*	*

Tr = Trazas ; \* = 5 - 10 % ; \*\* = 10 - 20 % ; \*\*\* = 20 - 40 % ; \*\*\*\* = 40 - 75 % ; \*\*\*\*\* = > 75 %

Este suelo presenta una textura franco-arenosa en superficie y una estructura migajosa. Es muy rico en carbonatos y con un pH básico superior a 8.

Su contenido en materia orgánica es relativamente elevado y con un escaso grado de descomposición, como nos lo pone de manifiesto su relación C/N que supera el valor de 20. Dada la semejanza morfológica, a excepción del espesor, del horizonte Ah de este perfil con el del perfil nº 11, nos hace pensar que la menor descomposición de su materia orgánica ( C/N = 11,5 en el perfil nº 11 y 20,4 en este perfil nº 14) está estrechamente relacionada con su mayor sequedad, que limita la actividad biológica encargada de esta descomposición. Esta menor actividad biológica, junto con la menor densidad de vegetación, nos justifica la escasa incorporación que su materia orgánica tiene en profundidad.

El complejo de cambio se presenta completamente saturado en calcio y magnesio, con cantidades muy minoritarias de potasio y sodio. A este respecto, si seguimos comparando el horizonte Ah de este perfil con el del nº 11, podemos observar que el potasio de cambio (Fig. 11) se incrementa mucho más en el perfil nº 11 que en este, lo que nos habla de un ciclo biológico más activo en el caso del primero y que está de acuerdo con su mayor actividad biológica como anteriormente apuntamos.

En términos generales la menor evolución de este perfil en comparación con el nº 11 se nos pone de manifiesto por su menor contenido en arcilla, menor capacidad de cambio y materia orgánica menos transformada.

Con respecto a la mineralogía de arcillas, se encuentra dominada por las micas, a las que acompañan pequeñas cantidades de caolinita, clorita e interestratificados, presentándose la montmorillonita únicamente como trazas.

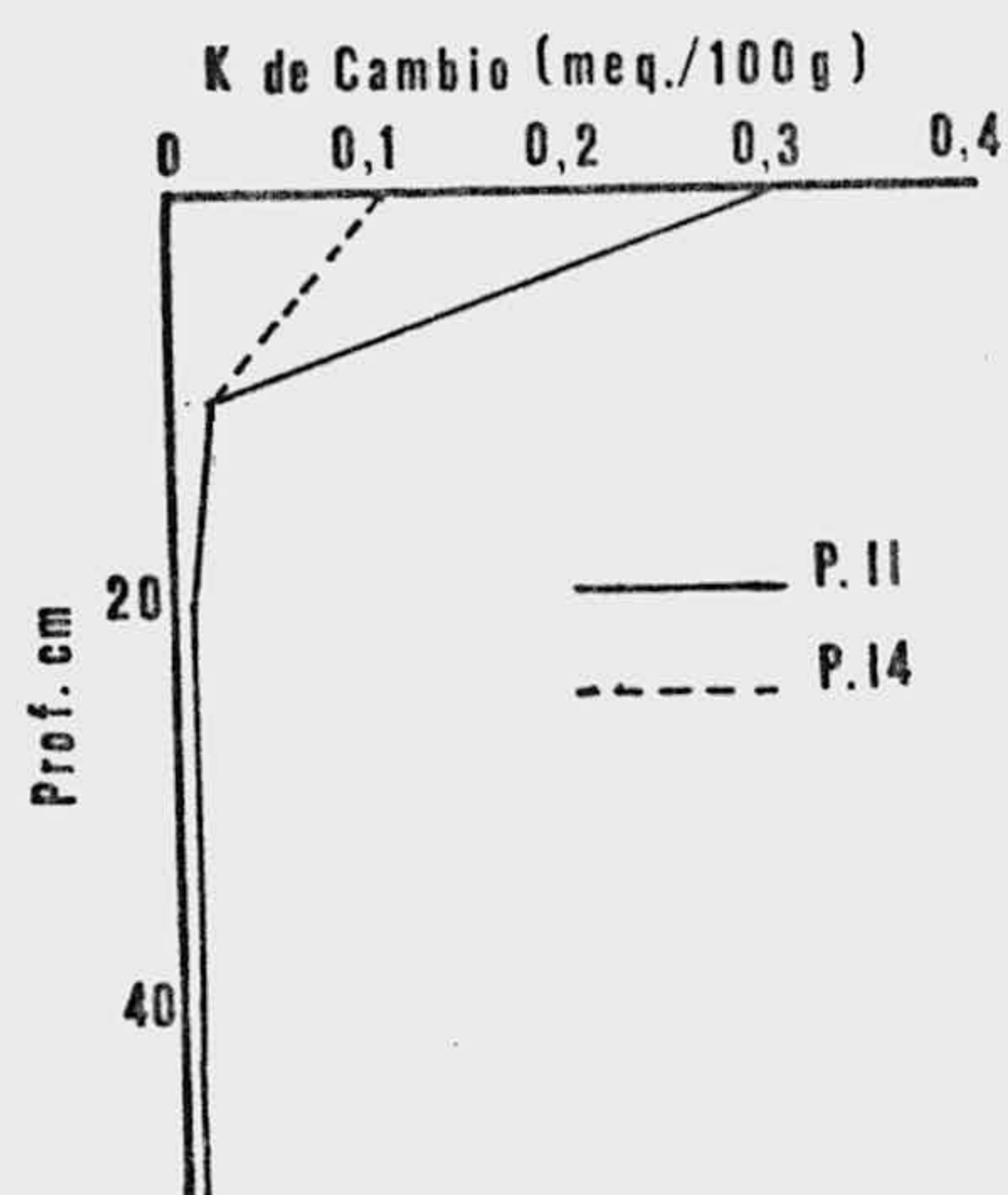


Fig. nº 11.- Distribución del potasio de cambio en los perfiles nºs 11 y 14.

Como vemos es un suelo escasamente evolucionado, aunque presenta un hor. Ah muy nítido que cumple todos los requerimientos del Móllico, excepto el espesor, por lo que lo clasificamos como Ocrico. Este epipedon Ocrico presenta un espesor variable (5-15 cms.) y reposa sobre un horizonte C de alteración de la dolomia, por lo que lo clasificamos como Regosol y por ser calcareo entre 20 y 50 cms. como Regosol calcareo.



UNIDAD CA-8.-

Asociación REGOSILES CALCAREOS, CAMBISOLES CALCICOS, con inclusiones de Rendzinas.

Se presenta en orientaciones N-NO, y sobre derrubios más o menos gruesos de calizas, junto con un contenido muy variable de material fino que depende fundamentalmente de la pendiente. En función de esta podemos dividir la zona en dos partes bien diferenciadas; una, la de las cotas más altas, que presentan pendientes muy fuertes ( $> 40\%$ ) en la que se dan fundamentalmente pedregales sobre los que se desarrollan Regosoles calcareos muy pobres en materiales finos, semejantes en todo al perfil nº 10 de la unidad CA-4 y otra, en la zona de ruptura de pendiente, en la que el desnivel es inferior al  $40\%$  y por lo general no supera el  $20\%$ , en la que se dá el mayor desarrollo de suelos y con un contenido más elevado en elementos finos.

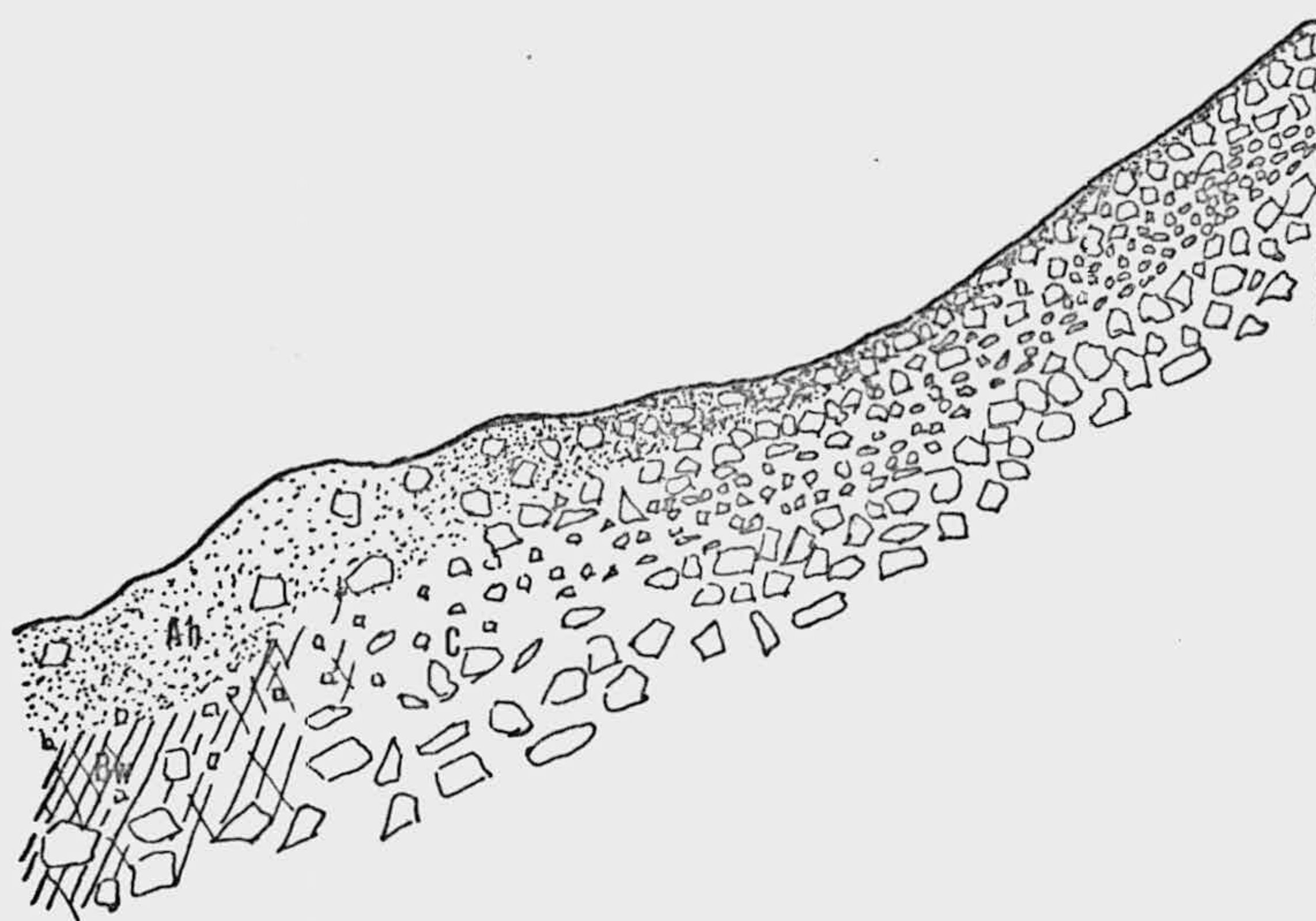


Fig. nº 12.- Esquema fisionómico de la unidad CA-8.

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Matorral serial-pastizal nitrificado. Pertenece a la serie 1-2 y su estado es el de un tomillar de mediana cobertura con pastizal desarrollado en los claros del mismo.

a) Matorral.-  $\bar{X}$  = 25 cms. Cobertura = 75 %. Sintaxonomía: as.

Teucro-Brachypodietum romosum Bolos 1953.

Especies	Abundancia-dominancia
Phlomis lychnitis	2
Brachypodium ramosum	3
Teucrium pseudochamaepitis	2
Thymus vulgaris	3
Helianthemum croceum	3
Helicrysum stoechas	2
etc...	

b) Pastizal.-  $\bar{X}$  = 10 cms. Cobertura = 80 %. Sintaxonomía: as.

Medicago-Aegilopetum geniculatae Rivas Martinez & Izco 1977.

Especies	Abundancia-dominancia
Trifolium scabrum	3
Medicago minima	3
Medicago rigidula	2
Trifolium stellatum	2
Aegilops geniculata	2
Bromus tectorum	2
Avena barbata	1
Avena sterilis	2
etc...	

Esta vegetación, conforme ascendemos en la cota y los suelos se hacen más pedregosos, tiende hacia una unidad paisajística de tipo pedregal, semejante a la del perfil nº 10.

### Climatología.-

En general esta unidad viene caracterizada por un clima relativamente húmedo, condicionado por su orientación N-NO; no obstante la reserva hídrica de sus suelos varia en función de su contenido en elementos finos, por lo que las principales variaciones climatológicas se establecen de acuerdo con estas características.

Los suelos estudiados por nosotros se localizan en las partes más bajas, dado que el pedregal de las cotas altas es muy semejante al perfil nº 10 ya estudiado, lo que hace que sean ricos en elementos finos y por tanto con una reserva hídrica relativamente elevada ( $\geq 135$  mm), característica que acentúa la humedad de la zona. En general el periodo de deficit oscila alrededor de los dos meses y medio (mediados de julio a finales de septiembre).

### SUELOS.-

Como hemos mencionado anteriormente, los suelos de esta unidad son muy ricos en fragmentos rocosos, tanto más cuanto más ascendemos en altitud, y con un contenido muy variable en elementos finos que se hacen más abundantes en las cotas más bajas. En estos suelos se presentan dos procesos ampliamente desarrollados en toda la zona y observables macromorfológicamente. Uno de acumulación de materia orgánica en superficie que conduce a la formación de un horizonte oscuro y que dependiendo de su espesor dará lugar o no a un epipedon móllico, y otro de lavado de carbonatos, puesto de manifiesto por la acumulación de caliza pulverulenta en las caras inferiores de los fragmentos rocosos; así mismo, en las cotas más bajas y por tanto más ricas en elementos finos, se presenta un proceso de alteración que conduce a la formación de un horizonte Cámbico cuya característica fundamental, a la hora de clasificar el suelo, es su contenido en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  equivalente  $> 40\%$ .

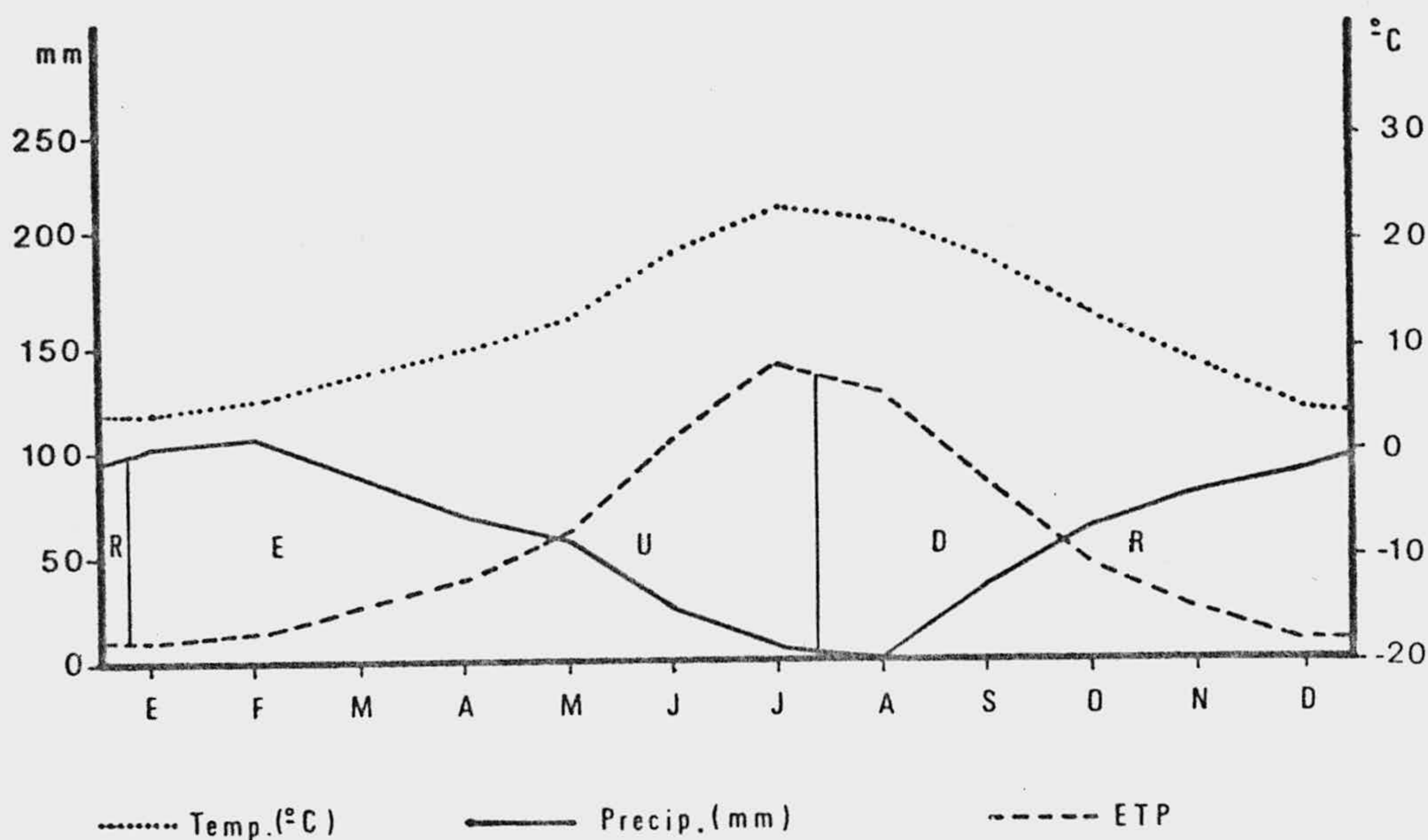
De acuerdo con todo lo expuesto anteriormente, los Regosoles se presentarán cuando el desarrollo del horizonte orgánico no sea suficiente para dar lugar a un epipedon Móllico y cuando no se presente un horizonte Cámbico; los Cambisoles cuando no se desarrolle el Móllico pero sí el Cámbico, y las Rendzinas cuando se desarrolla un epipedon Móllico, con independencia de que se presente o no un horizonte Cámbico, dado que este presenta siempre un contenido en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  equivalente superior al 40 %.

Los perfiles n<sup>o</sup>s 15 y 16 representan a los suelos más típicos de esta unidad.

## Perfil n° 15

Balance hídrico

Reserva= 135,0 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp.(°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ÉTP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,3	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	50,8	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	1350	1350	1350	1350	130,8	49,8	0	0	0	15,5	70,0	1350

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 15

Situación.- U.T.M. =  $4^{513-41}_{238}$  Fecha de recogida: 25-4-1980  
 Altitud.- 1.365 mts.  
 Pendiente.- Concava del 17 %  
 Orientación.- Noroeste  
 Condiciones de humedad.- Húmedo a partir de los 15 cms.  
 Drenaje.- Clase 4. Bien drenado  
 Pedregosidad.- Clase 4. Excesivamente pedregoso  
 Afloramientos rocosos.- Clase 2 . Rocoso  
 Prof. de la capa freática.- Infinita  
 Material original.- Derrubios calizos  
 Clasificación.- Regosol calcareo (F.A.O.)

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-15	Color 7.5YR 3/2 pardo oscuro en húmedo y 7.5YR 4/2 de pardo a pardo oscuro en seco . Textura franco arcillo-arenosa y estructura migajosa. Blando, muy friable, no plástico y ligeramente adherente. Porosidad muy abundante y muy rico en grava y piedra, angulosas y de naturaleza caliza. Gran actividad biológica y abundantes raíces medias, finas y muy finas. Límite neto y ondulado.
Ck1	15-40	Color 10YR 5/4 pardo amarillento en húmedo y 10YR 6/4 pardo amarillento claro en seco. Textura franco arenosa y sin estructura manifiesta, suelto y pulverulento. No plástico y ligeramente adherente. Menor porosidad que en el horizonte Ah y mucho más rico en grava, piedra y pedregón, de naturaleza caliza.

za y angulosos. Más rico en carbonatos y menor contenido en raices. Los fragmentos rocosos se presentan recubiertos, en su cara inferior, por caliza pulverulenta.

Ck2 > 40

Semejante en todo al horizonte Ck1 y del que se diferencia únicamente por presentar un mayor contenido en fragmentos rocosos con sus caras inferiores recubiertas por caliza pulverulenta.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-15	42,0	7,2(12,5)	19,7(34,0)	15,1(26,0)	15,9(27,4)	20,9	7,88
Ck1	15-40	55,0	7,3(16,3)	19,3(42,8)	11,0(24,5)	7,4(16,4)	40,0	8,41

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N%	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V%
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	7,39	0,589	12,5	1,56	0,62	23,30	16,67	0,06	0,76	40,50	40,79	100
Ck1	0,53	0,045	11,8			20,62	7,00	0,09	0,06	11,70	27,77	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr.	*****	**	*	***

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.



Este suelo presenta una textura que varia de franco-arcillo-arenosa en superficie a franco-arenosa en profundidad. Su estructura parece estar condicionada fundamentalmente por su contenido en materia orgánica, como nos lo pone de manifiesto el hecho de que sea migajosa en superficie, mientras que el hor. Ck1 no presenta una estructura manifiesta.

Es relativamente rico en  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , observándose un lavado en profundidad, con recubrimientos de caliza pulverulenta en las caras inferiores de los fragmentos rocosos de los horizontes Ck1 y Ck2. Su pH es básico y se incrementa en los horizontes subsuperficiales como consecuencia de su mayor riqueza en  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

El horizonte Ah presenta un contenido elevado en materia orgánica que le proporciona un color oscuro que contrasta fuertemente con el color pardo amarillento del horizonte Ck1. Se presenta bien descompuesta, con una relación C/N = 12,5 y con un elevado grado de humificación si atendemos a su relación AH/AF = 2,51; no obstante la fuerte acumulación de materia orgánica parece indicarnos que de alguna manera su mineralización está irpedida y creemos que probablemente se deba a que el carbonato cálcico se presenta fundamentalmente en forma de caliza pulverulenta, la cual de alguna forma (quizas formando una película alrededor de los compuestos húmicos) sea la que limite dicha mineralización.

El complejo de cambio se presenta completamente saturado en calcio y magnesio, a los que siguen potasio y sodio en cantidades minoritarias. A este respecto es de destacar el fuerte incremento que, tanto en magnesio como en potasio, muestra el complejo de cambio del horizonte Ah en comparación con el Ck1, lo que de alguna manera nos pone de manifiesto la presencia de un ciclo biogeoquímico activo y que no está de acuerdo con la afirmación anterior de que

la mineralización está impedida. La explicación a esta posible contradicción creemos que puede deberse a que en la evolución de los compuestos orgánicos de este suelo se den dos etapas bien distintas: una de descomposición rápida de los restos vegetales frescos, que nos explicaría su baja relación C/N y el activo ciclo biogeoquímico, seguida de otra muy lenta de mineralización de los compuestos húmicos formados y que justificaría su elevado contenido en materia orgánica.

El hecho de que no hayamos mencionado al calcio, al hablar del ciclo biogeoquímico, no quiere decir que este elemento no intervenga en dicho ciclo, sino que el elevado contenido en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  nos falsea los valores de este elemento en el complejo de cambio, con lo que las diferencias entre los horizontes superficiales y subsuperficiales no son tan marcadas; este efecto, que ya hemos mencionado en otros perfiles lo podemos observar, tanto para el calcio como para el magnesio, en el caso de que la naturaleza del material original sea más o menos dolomítica.

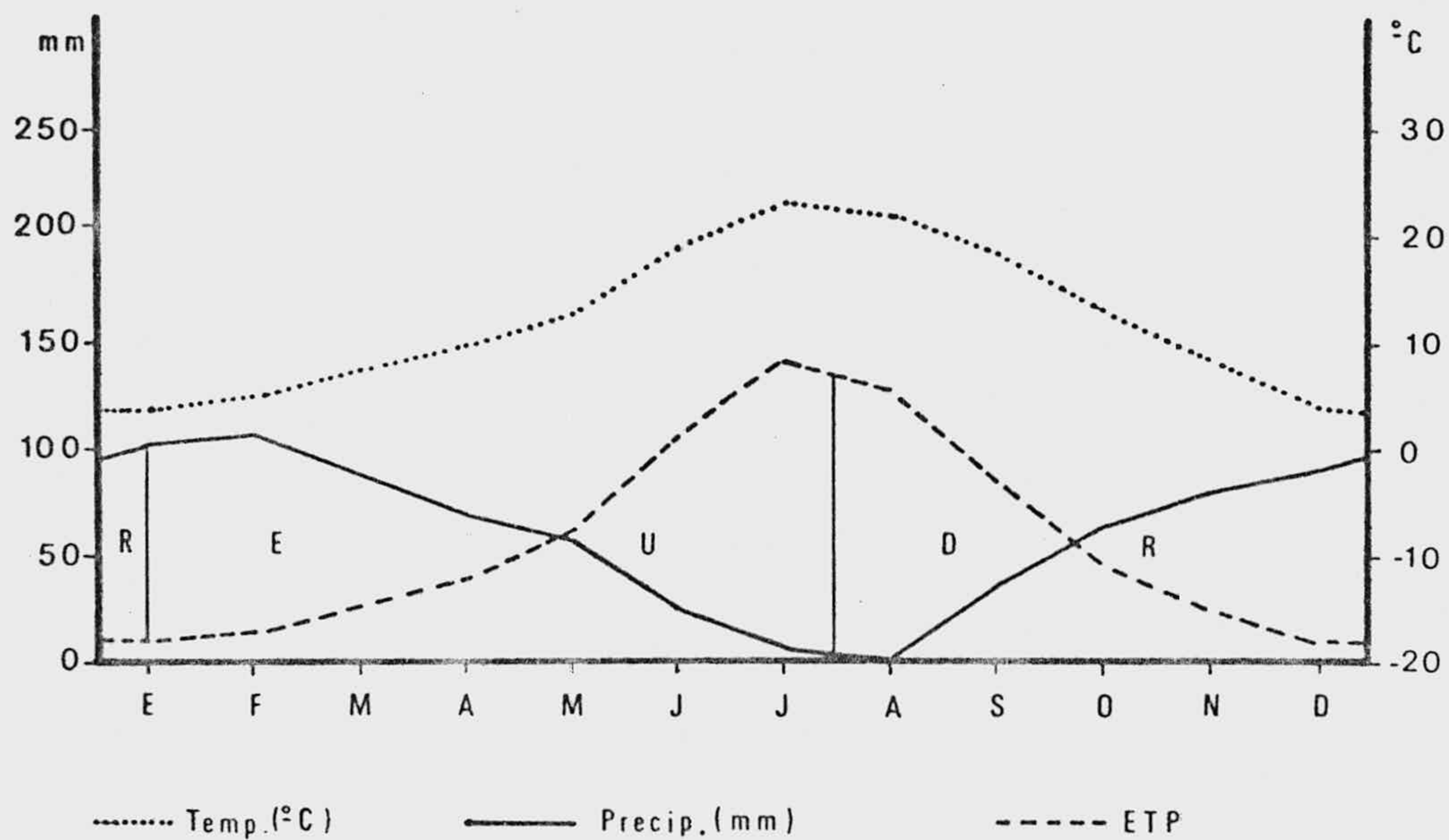
Con respecto a la mineralogía de la fracción arcilla, las micas son los minerales laminares más abundantes, seguidos de interstratificados, caolinita y cantidades más minoritarias de clorita y montmorillonita. Cabe destacar el elevado contenido en interstratificados que parecen ponernos de manifiesto la elevada alteración que presentan estos suelos y que está de acuerdo con su elevada reserva hídrica.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el único proceso observable en este suelo, es la intensa acumulación de materia orgánica en el hor. Ah, aunque su espesor no es suficiente como para ser considerado Móllico, por lo que lo clasificamos como Ocrico. Según esto el suelo sería un Regosol y por ser calcareo entre 20 y 50 cms, como Regosol calcareo.

## Perfil nº 16

Balance hídrico

Reserva = 149,0 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	64,8	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	1490	1490	1490	1490	1448	63,8	0	0	0	15,5	70,0	1475

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 16

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>513-<sup>41</sup>239      Fecha de recogida: 31-10-1980

Altitud.- 1.395 mts

Pendiente.- 35%

Orientación.- Norte

Condiciones de humedad.- Húmedo hasta los 24 primeros cms.

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 2. Pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 1. Moderadamente rocoso

Material original.- Derrubios de calizas y calizas dolomíticas

Clasificación.- Cambisol cálcico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-24	Color 7 <sup>5</sup> YR 3/3 pardo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 4/4 de pardo a pardo oscuro en seco . Textura franco arcillo-arenosa y estructura migajosa.Ligeramente adherente, ligeramente plástico, muy friable y blando.Muchos poros de todos los tipos y tamaños.Escasa grava de naturaleza caliza.Elevado contenido en raíces muy finas, finas y medianas, escasas gruesas.Límite brusco y plano.
Bwk	24-37	Color 7 <sup>5</sup> YR 4 <sup>5</sup> /4 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 6/6 amarillo rojizo en seco.Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares de medianos a gruesos.Ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y ligeramente duro.Frecuentes poros finos y medianos y frecuente grava caliza.Me-

diano contenido en raíces muy finas y finas, escasas medianas y muy escasas gruesas. Límite gradual y ondulado.

Bck 37-70

Color 7<sup>5</sup>YR 5/6 pardo fuerte en húmedo y 7<sup>5</sup>YR 6/6 amarillo rojizo en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares gruesos y muy gruesos. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable y ligeramente duro. Porosidad ligeramente superior a la del horizonte anterior y de igual naturaleza. Algo más rico en grava que el horizonte Bwk y con algunas piedras que presentan sus caras inferiores recubiertas por caliza pulverulenta. Mediano contenido en raíces finas y muy finas, escasas medianas y muy escasas gruesas. Límite neto y ondulado.

C > 70

Color 7<sup>5</sup>YR 4/5 de pardo a pardo fuerte en húmedo y 7<sup>5</sup>YR 5/5 de pardo a pardo fuerte en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares gruesos y muy gruesos. Moderadamente adherente, plástico, friable y ligeramente duro. Escasa porosidad y extremadamente rico en piedras y con un contenido en grava semejante al horizonte anterior. Muy escaso contenido en raíces.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-24	16,7	5,2( 6,3)	42,4(50,9)	12,3(14,8)	23,2(27,9)	28,4	8,12
Bwk	24-37	20,4	7,2( 9,0)	47,4(59,6)	11,8(14,8)	13,1(16,5)	42,7	8,40
Bck	37-70	25,2	10,3(13,8)	40,7(54,4)	11,6(15,5)	12,2(16,3)	51,8	8,40
C	>70	22,3	8,1(10,4)	43,3(55,7)	12,0(15,5)	14,2(18,3)	40,7	8,50

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	3,54	0,337	10,5	0,63	0,67	24,50	11,80	0,04	0,21	21,10	36,55	100
Bwk	0,63	0,070	9,0			36,10	8,40	0,04	0,07	7,40	44,61	100
Bck	0,57	0,067	8,5			35,70	6,40	0,03	0,06	7,00	42,19	100
C	0,35	0,048	7,3			44,50	8,20	0,03	0,06	6,80	52,79	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	tr	*****	*	*	*
Bwk	tr	*****	*	*	*
Bck	tr	*****	*	*	*
C	tr	*****	*	*	*

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

Este suelo se localiza en las partes más bajas de la unidad y con orientación N, lo que condiciona la presencia de una inversión térmica, que hace que la zona de este perfil sea más húmeda y más fría que la del perfil nº 15, por lo que su vegetación difiere de la anteriormente descrita y se aproxima a la de la subunidad CA-5a.

Presenta una textura franco-arcillo-arenosa en superficie que con la profundidad se hace ligeramente más gruesa. Su estructura es migajosa en el hor. Ah, como consecuencia de la acumulación de materia orgánica y elevada actividad biológica, y pasa a bloques angulares en los horizontes subsuperficiales, haciéndose tanto más gruesa cuanto más profundo es el horizonte.

Es rico en carbonatos, con una distribución irregular de los mismos en función de la profundidad, de manera que se observa un lavado en el hor. Ah y una acumulación en los horizontes B, haciéndose más patente en el hor. Bck. en el que se observan recubrimientos calizos en las caras inferiores de los fragmentos rocosos. Su pH es alcalino y superior a 8 en todo el perfil.

El hor. Ah presenta una acumulación de materia orgánica que se encuentra bien transformada, como nos lo demuestra su relación  $C/N = 10,5$  y con un grado de humificación medio ( $AH/AF = 0,94$ ). Si comparamos las características de la materia orgánica de este suelo con las del perfil nº 15 encontramos diferencias significativas como: menor acumulación en superficie (7,39 % de C. orgánico en el hor. Ah del perfil nº 15 frente al 3,54 % del hor. Ah del perfil nº 16) y menor grado de humificación ( $AH/AF = 2,51$  en el perfil nº 15 frente a 0,94 en el perfil nº 16). Con respecto a la menor acumulación en superficie puede deberse a una mayor mineralización, debida probablemente a que la mayor humedad provoca un lavado más intenso de

la caliza fina que dejaria de proteger, en parte, a los compuestos húmicos con lo que se incrementaria su mineralización; acompañada de una mayor incorporación en profundidad como nos lo pone de manifiesto el mayor espesor del hor. Ah (24 cms. en el perfil nº16 frente a 15 cms. del perfil nº15). En cuanto a su menor grado de humificación puede ser debido así mismo a su orientación N que de termina menores periodos de sequedad que limitarian la humificación abiológica.

Al igual que todos los suelos estudiados sobre roca madre carbonatada, este perfil presenta su complejo de cambio completamente saturado en calcio y magnesio, acompañados de cantidades minoritarias de potasio y sodio; mientras que el valor de su capacidad de crece bruscamente como consecuencia de su disminución tanto en arcilla como en materia orgánica.

Con respecto a los minerales laminares de la fracción arcilla, están ampliamente dominados por las micas, junto con pequeñas cantidades de caolinita, clorita e interestratificados.

De acuerdo con las características vistas hasta ahora, en este perfil se desarrollan tres procesos: uno de acumulación de materia orgánica en superficie, aunque no llega a oscurecerlo lo suficiente como para clasificarlo como Móllico, de ahí que sea un epipedon Ocrico; otro de alteración que condiciona la aparición de un hor. Cábico, y un tercero de lavado con formación de un horizonte Cál-cico entre 37 y 70 cms.

Con respecto al hor. C, podemos observar que, en su tierra fina, presenta unas características morfológicas y químicas más propias de hor. B que de hor. C, no obstante lo hemos considerado como tal por presentar una gran cantidad de fragmentos rocosos prodedentes de las partes altas, que pensamos, fueron arrastrados conjuntamente



te con el material fino, el cual en su lugar de origen sí podría formar parte de un horizonte B, pero que en su posición actual constituye, junto con los fragmentos rocosos, el material original de este suelo.

En función de la secuencia de horizontes anteriormente mencionada, lo clasificamos como Cambisol y por ser calcareo entre 20 y 50 cms. como Cambisol cálcico.

UNIDAD CA-9.-

Asociación LUVISOLES CROMICOS, LITOSOLES, con inclusiones de Regosoles calcareos.

Se localiza en una especie de pequeña meseta situada en la parte noroccidental de la zona de estudio, a alturas superiores a los 1.450 mts. y desarrollada sobre material calizo con pendientes suaves (< 15 %)

Está afectada por un fuerte proceso erosivo, por lo que los Luvisoles primitivos que se conservan, se presentan decapitados, aflorando el hor. Bt y localizados en puntos más o menos protegidos como grietas de calizas y pequeñas vaguadas. Junto a estos Luvisoles, reducidos de una época climática mucho más húmeda que la actual, se encuentran fundamentalmente Litosoles asociados a pequeñas cantidades de Regosoles calcareos en función del espesor del suelo; así mismo los afloramientos rocosos son muy numerosos.

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Matorral serial. Pertenece a la serie 1-2 y su estado es el de un matorral bajo (romeral-aulagar) donde conviven pinos de repoblación de escasa cobertura y pequeños bosquetes de encinas achaparradas de aproximadamente 2,5 metros de altura, con algún que otro quejigo.

$\bar{X}$  = 75 %. Cobertura = 55 %. Sintaxonomía: as. Saturejo-Echinopartium boissieri Rivas Goday & Rivas Martinez 1968

Especies	Abundancia-dominancia
Echinopartium boissieri	3
Salvia oxyodon	3
Satureja montana	2
Thymus granatensis	1
Ulex parviflorus	3

Lavandula latifolia 2  
 Helianthemum croceum 3  
 etc...

Climatología.-

Su exposición soleada en zona de meseta, su baja densidad de vegetación, así como el escaso desarrollo de sus suelos, son factores que determinan que esta unidad presente un microclima relativamente seco; lo que viene confirmado por la naturaleza y estado de su vegetación. Únicamente en las zonas donde se conserva una vegetación natural (pequeños bosquetes de encinas con algún quejigo) el microclima es más húmedo, debido, en parte, al mayor desarrollo de sus suelos.

SUELOS.-

Debido al fuerte proceso erosivo anteriormente mencionado, los suelos de esta unidad se caracterizan fundamentalmente por su escaso espesor, a excepción de las pequeñas áreas con vegetación natural donde este es mayor. Se tratan de restos de Luvisoles conservados parcialmente en las grietas de las calizas y pequeñas vaguadas, que se asocian a afloramientos rocosos, Litosoles y pequeñas cantidades de Regosoles.

El sondeo nº 3 es un ejemplo de los Luvisoles erosionados que caracterizan esta unidad.

SONDEO Nº 3

Situación.- U.T.M. = <sup>4</sup>514-<sup>41</sup>243

Altitud.- 1.465 mts.

Orientación.- Noreste

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Clase 1. Escasamente drenado

Fecha de recogida: 15- 5- 1981

Pedregosidad.- Clase 4.Excesivamente pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 4.Excesivamente rocoso

Material original.- Calizas

Clasificación.- Luvisol crómico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-3	Color 2,5YR 3/4 pardo rojizo oscuro en <u>se</u> co. Textura franco-arcillosa y estructura de migajosa a granular mediana y de fuerte consistencia. Muy poroso y con elevado contenido en raíces muy finas, finas y medianas. Completamente descarbonatado. Límite neto e interrumpido.
Bt	3-15/20	Color 2,5YR 3/6 rojo oscuro en seco. Textu <u>ra</u> arcillosa y estructura en bloques angulares de medianos a gruesos, muy consistentes. Pocas raíces finas, porosidad escasa y practi <u>ca</u> mente descarbonatado. Límite brusco y muy ondulado.
R	> 15/20	Roca caliza dura muy fragmentada y alterada como nos lo pone de manifiesto sus cavidades de disolución.

UNIDAD CA-10.-

## Asociación CAMBISOLES CALCICOS, REGOSOLES CALCAREOS.

Esta unidad se desarrolla predominantemente sobre materiales calizos, aunque también hemos podido observar la presencia de calizas-dolomíticas. Su orientación es fundamentalmente norte y con pendientes muy variadas que oscilan desde un 2-3 % hasta un 30 %.

Como característica más sobresaliente podemos destacar la elevada densidad de vegetación (tanto natural como repoblada) que junto con su naturaleza nos ponen de manifiesto la humedad relativamente elevada que impera en esta zona; lo que hace que en ella se presenten los suelos actuales más evolucionados y mejor conservados que hemos estudiado sobre materiales calizos.

## Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Bosque subhúmedo-pinar de repoblación. Pertenece a la serie 2, aunque en algunas zonas debido a la erosión del suelo y consiguiente aumento de la sericidad, está siendo sustituida por la 1-2. Su estado es de alternancia y sustitución del aceral-quejigal primitivo (del que solo quedan restos del matorral subserial) por encinar y repoblaciones de *Pinus pinaster*; en los claros de las formaciones arbóreas se desarrolla un matorral subserial espinoso con alguna que otra especie propia del matorral serial.

$\bar{X}$  = 2-6 mts. Cobertura = 60-85 %. Sintaxonía: Son comunidades de difícil inclusión sintaxonómica por las condiciones ecotónicas, tanto de ombroclima como de estadio de degradación.

Especies	Abundancia-dominancia
<i>Quercus rotundifoliae</i>	2
<i>Quercus faginea</i>	1
<i>Amelanchier ovalis</i>	2
<i>Lonicera hispanica</i>	1

Sorbus aria	1
Crataegus monogyna	2
Berberis hispanica	1
Rosa pimpinellifolia	1
Rosa canina	1
Genista speciosa	1
Cephalanthera ensifolia	1
Cephalanthera rubra	+
Monotropa hypopitis	+
Arctostaphylos uva-ursi	2
Erinacea anthyllis	1
Viburnum lantana	1
Cornus sanguinea	1
etc...	

#### Climatología.-

El buen desarrollo de los suelos, junto con la orientación norte y la densidad de vegetación, hacen de esta unidad una de las más húmedas desarrolladas sobre material calcareo. En general su periodo de deficit es inferior a dos meses y medio (desde mediados de julio a finales de septiembre).

#### SUELOS.-

Como hemos mencionado anteriormente, los suelos se caracterizan por un buen desarrollo, con formación de un horizonte Cámico y descarbonatación parcial de los horizontes superficiales. Junto a estos, se presentan otros suelos en los que la erosión (zonas desprovistas de vegetación o en pendientes muy acusadas) condiciona un menor desarrollo y dá lugar a la aparición de Regosoles, que en ocasiones pueden presentar un hor. Bw pero con su límite inferior dentro de los 25 primeros centímetros.

El sondeo nº4 y el perfil nº 17 caracterizan a los suelos más evolucionados de esta unidad.

SONDEO Nº 4

Situación.- U.T.M.= 4<sup>4</sup> 532- 41<sup>41</sup> 238 Fecha de recogida.- 23-11-1981

Altitud.- 1.450 mts.

Pendiente.- 17 %

Orientación.- Este

Condiciones de humedad.- Húmedo a partir de los 25 cms.

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 1. Moderadamente pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 1. Moderadamente rocoso

Material original.- Calizas

Clasificación.- Cambisol cálcico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-5	Color 5YR 4/2 gris rojizo oscuro en seco. Textura franca y estructura migajosa de fina a mediana. Muy poroso y muy rico en raíces <u>fi</u> nas. Parcialmente descarbonatado. Límite neto y ondulado.
Bw	5-30	Color 5YR 4/6 rojo amarillento en seco . Textura franca y estructura en bloques suban <u>g</u> ulares consistentes y gruesos. Algo menos po <u>r</u> oso y más rico en carbonatos que el horizon <u>te</u> anterior. Abundantes raíces finas, medianas y gruesas. Límite neto y ondulado.
BC	30-50	Color 5YR 5/6 rojo amarillento en seco. Tex <u>tu</u> ra franco arenosa y estructura en bloques subangulares medianamente consistentes y de tamaño grueso. Muy rico en fragmentos rocosos de naturaleza caliza y fuertemente carbonata <u>d</u> o. Menor contenido en raíces de tamaño más

grueso. Límite neto y ondulado.

C > 50

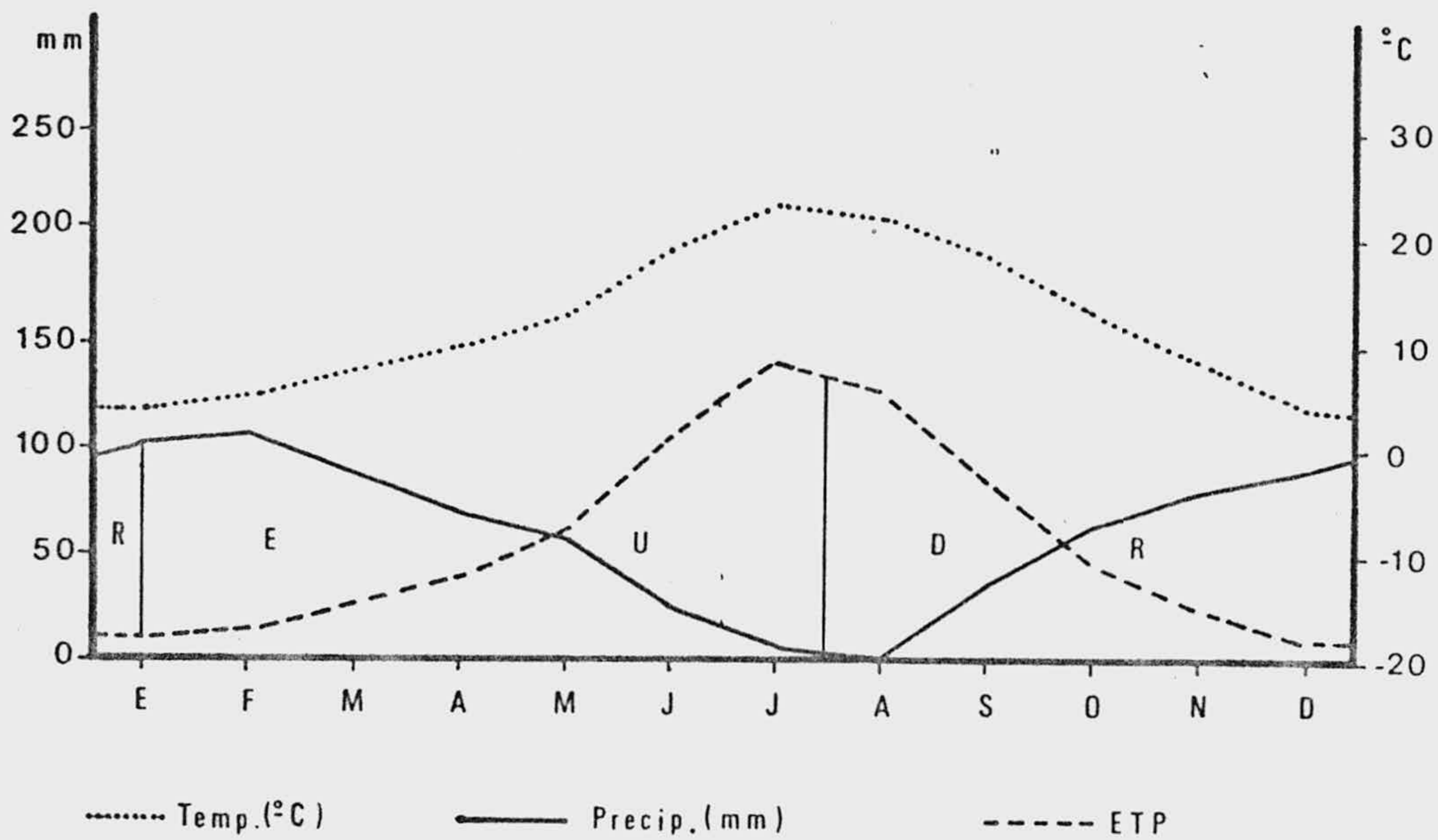
Roca madre caliza ligeramente alterada y con abundantes grietas rellenas de un material fino semejante al del horizonte BC.



Perfil nº 17

Balance hídrico

Reserva = 148,1 mm



FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	63,9	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	148,1	148,1	148,1	148,1	143,9	62,9	0	0	0	15,5	70,0	147,5

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL N° 17

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>539- <sup>41</sup>244      Fecha de recogida: 23-11-1981

Altitud.- 1.445 mts.

Pendiente.- 25 %

Orientación.- Norte

Condiciones de humedad.- Húmedo a partir de los 35 cms.

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 1. Moderadamente pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 1. Moderadamente rocoso

Material original.- Derrubios de calizas y calizas-dolomíticas

Clasificación.- Cambisol cálcico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
01	10-5	Capa de hojarasca sin descomponer
02	5-0	Capa de hojarasca en vías de descomposición.
Ah	0-8	Color 10YR 5/4 pardo amarillento en húmedo y 10YR 5'5/6 de pardo amarillento a amarillo parduzco en seco, con abundantes manchas de color 10YR 7/2 gris claro en seco. Textura franca y estructura migajosa fina de mediana consistencia; el gran contenido en fibras vegetales le da en ocasiones una estructura esponjosa. Muy friable, no plástico, muy ligeramente adherente y blando. Porosidad muy abundante con poros de todos los tipos, pero preferentemente horizontales. Practicamente descarbonatado y con un contenido en raíces de escaso a medio y de tamaño fino y muy fino. Límite neto y ondulado, de forma que este ho-

rizonte desaparece en la mayor parte de la zona y es sustituido por otro que presenta un color 7<sup>5</sup>YR 3/2 pardo oscuro en húmedo y 7<sup>5</sup>YR 4/4 de pardo a pardo oscuro en seco.

Bw 8-25

Color 5YR 4/4 pardo rojizo en húmedo y 5YR 5/6 rojo amarillento en seco. Textura de franco arenosa a franca y estructura en bloques subangulares medianos y consistentes. Ligeramente plástico, ligeramente adherente y ligeramente duro. Frecuente porosidad y escasos fragmentos rocosos. Más calcareo que el horizonte anterior y con elevada actividad biológica que deja gran cantidad de poros rellenos de deyecciones de pequeños organismos. Muy abundante contenido en raíces muy finas, finas y medianas. Límite neto y ondulado.

BC 25-62

Color 7<sup>5</sup>YR 4/4 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 7<sup>5</sup>YR 6/4 pardo claro en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares gruesos. Ligeramente plástico, ligeramente adherente, ligeramente duro y friable. Porosidad relaticamente escasa y menor actividad biológica que en el horizonte Bw. Fuertemente calcareo y algo más rico en fragmentos rocosos que el horizonte anterior. Escaso contenido en raíces muy gruesas.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %						Carbonatos %	pH			
		Grava	Arena Gruesa		Arena Fina		Limo			Arcilla		
Ah	0 - 8	5,7	5,5	(5,8)	34,9	(37,0)	38,9	(41,3)	15,0	(15,9)	1,1	6,49
Bw	8 - 25	14,0	6,2	(7,2)	42,2	(49,1)	27,3	(31,8)	10,2	(11,9)	21,8	7,68
BC	> 25	9,8	7,7	(8,5)	49,1	(54,5)	26,8	(29,7)	6,6	(7,3)	37,9	7,85

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N%	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V%
						Ca	Mg	Na	K	T	S	
Ah	5,22	0,116	45,0	0,19	0,82	2,58	16,43	0,87	0,50	24,80	20,38	82,18
Bw	1,44	0,126	11,4	0,11	0,37	14,13	5,27	0,29	0,14	10,97	19,83	100
BC	0,66	0,073	9,0			17,13	3,30	0,36	0,08	6,35	20,87	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	-	*****	**	-	**
Bw	*	*****	**	-	*
EC	**	*****	**	-	-

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	5,7	3,0	11,1	0,043	57,0
Bw	5,6	2,6	9,6	0,078	42,3
BC	4,3	1,9	7,3	0,081	36,2

Como vemos este suelo se caracteriza por presentar un horizonte orgánico potente (10 cms.), que nosotros hemos dividido en dos en función del grado de descomposición.

El suelo mineral presenta una textura franca en el hor. Ah que se hace más gruesa (franco arenosa) con la profundidad. Su estructura varía de migajosa en superficie, con tendencia a hacerse esponjosa, a bloques subangulares gruesos en profundidad; lo que nos indica que la materia orgánica es el principal agente constructor de la estructura en el hor. Ah, mientras que la arcilla lo es en los horizontes B.

Quizas una de las características más sobresalientes de este suelo, motivo fundamental de su selección, fué el color claro que presentaba su horizonte Ah, que en principio puede confundirnos y catalogarlo como eluvial, pero que posteriores análisis químicos y físicos desmienten tal hipótesis. Este hor. Ah se nos presenta como muy rico en materia orgánica, pero con un grado de descomposición muy bajo ( $C/N = 45$ ); lo que podría explicar su carácter esponjoso, y con una humificación muy débil ( $AH/AF = 0,23$ ). Estas peculiaridades nos indujeron a realizar un estudio más exhaustivo de su materia orgánica y cuyos resultados pasamos a exponer a continuación.

En primer lugar hicimos un fraccionamiento químico de la materia orgánica gruesa de los horizontes O1, O2 y Ah y cuyos resultados podemos ver en la tabla nº 12.

De acuerdo con estos resultados parece como si se presentaran dos procesos de descomposición completamente diferentes, uno en los horizontes orgánicos y otro en el horizonte orgánico-mineral. Así, si comparamos los resultados de los horizontes O1 y O2, vemos como se produce una fuerte mineralización de las grasas (desaparece un 44 % de las mismas), resinas (con pérdidas del 65 %), po-

lisacáridos (desaparece el 19 %) y celulosas y hemicelulosas (con pérdidas del 25 %); mientras que se incrementan otros componentes como ligno-humus y proteínas. Sería una descomposición semejante a la estudiada en el perfil nº 13, a excepción de los polisacáridos que mientras que allí se concentraban aquí disminuyen, lo que parece indicarnos que su proceso de mineralización o descomposición es superior a su proceso de formación a partir de celulosa y hemicelulosa.

% respecto a la Materia Orgánica						
Hor.	Grasas	Resinas	Polisac.	Celulosa		Ligno-Humus
				Hemicelul.	Proteínas	
01	9,97	8,86	8,17	37,25	3,14	32,61
02	5,57	3,06	6,63	27,78	3,83	52,93
Ah	5,10	2,97	8,17	48,56	8,05	27,15

Tabla nº 12.- Fraccionamiento químico de la materia orgánica gruesa de los horizontes 01,02 y Ah del perfil nº17. Método de STEVENSON.

Mientras que si comparamos los resultados entre los horizontes 02 y Ah, podemos observar que la evolución de los constituyentes orgánicos es diferente. Así, las grasas y las resinas, si bien continúan disminuyendo, su tasa de descomposición ya es mucho menor (desaparece el 8 % de las grasas y el 3 % de las resinas); los polisacáridos y proteínas se concentran, pero lo que es mucho más importante es que celulosas y hemicelulosas parecen sufrir una detención o relentización de su proceso de descomposición, mientras que este

se acentua en el caso del ligno-humus, desapareciendo un 49 % del mismo. Lo que de alguna manera nos indica un cambio drástico en la naturaleza o en el metabolismo de los microorganismos encargados de la descomposición, de forma que en el hor.02 actuarían microorganismos fundamentalmente celulolíticos y en el hor.Ah fundamentalmente ligninolíticos. Este último tipo de descomposición ha sido denominada por numerosos autores como "podredumbres blancas" y parece ser que la llevan a cabo algunos Ascomicetos (*Xylaria*) y sobre todo Basidiomicetos, de entre los que destacan las Agaricaceas (*Agaricus silvicola*; *Clitocybe geotropa infundibuliformis*, *nebularis* u *odora*; *Collybia butyracea*, *dryophila* o *platyphylla*; *Hypholoma capnoides* o *fasciculare*; *Lepiota procera*; etc...); los cuales provocan una rápida pérdida de peso del sustrato, Mangenot (78), sin que su estructura se vea fuertemente modificada, una decoloración del material original que podría explicarnos el color claro del hor.Ah, y la aparición de un gran número de productos solubles, coloreados y de naturaleza fenólica simple. Jacquín (65).

Con el fin de comprobar estas afirmaciones y de ver si efectivamente era este el tipo de transformación que se producía en el hor.Ah, llevamos a cabo un fraccionamiento de su materia orgánica y un estudio detallado de los ácidos húmicos extraídos.

Mediante el fraccionamiento de la materia orgánica del hor.Ah (tabla nº 13) pudimos comprobar que la fracción más abundante era el residuo no extraíble seguido de la materia orgánica libre; mientras que entre los compuestos húmicos, los ácidos fúlvicos dominaban con mucho sobre los húmicos ( $AH/AF = 0,21$ ).

Muestra	% respecto al carbono total							
	MOL	HH	AH	AF	HIE	RESIDUO	E.H.T.	AH/AF
P.17(Ah)	39,27	0,57	2,68	12,64	1,72	43,10	15,33	0,21

MOL=materia orgánica libre;HH=humina heredada;AH=ác.húmicos;  
AF=ác.fúlvicos;HIE=humina de insolubilización extraíble;Residuo=  
residuo no extraíble;E.H.T.=extracto húmico total.

Tabla nº 13.- Fraccionamiento detallado de la materia orgánica del hor.Ah del perfil nº17.Método DABIN modificado.

Estos resultados están de acuerdo con la idea primitiva de que la materia orgánica de este horizonte se encuentra poco transformada y poco evolucionada;siempre que al residuo no extraíble no le supongamos una naturaleza de ácidos húmicos que han establecido una unión muy íntima con las arcillas,como parecen afirmar Tyurin y Gutkina (119),ya que en este caso se trataría de compuestos muy evolucionados que no concuerdan con la afirmación anterior. A este respecto merece la pena destacar el hecho de que el porcentaje de residuo obtenido por este método es semejante al porcentaje de celulolas y hemicelulosas obtenido por el método de STEVENSON,lo que de alguna manera nos hace relacionar ambos constituyentes;por otra parte,el suponerle a este residuo una naturaleza próxima a celulosa y hemicelulosa concuerda con el escaso grado de evolución atribuido a su materia orgánica y nos podría justificar la elevada relación C/N del hor.Ah.

El siguiente paso en nuestro estudio fué analizar la naturaleza de los ácidos húmicos extraídos,y para ello utilizamos tres técnicas diferentes como son: filtración a través de un gel (Sephadex G-100),espectroscopia visible y de infrarrojos.



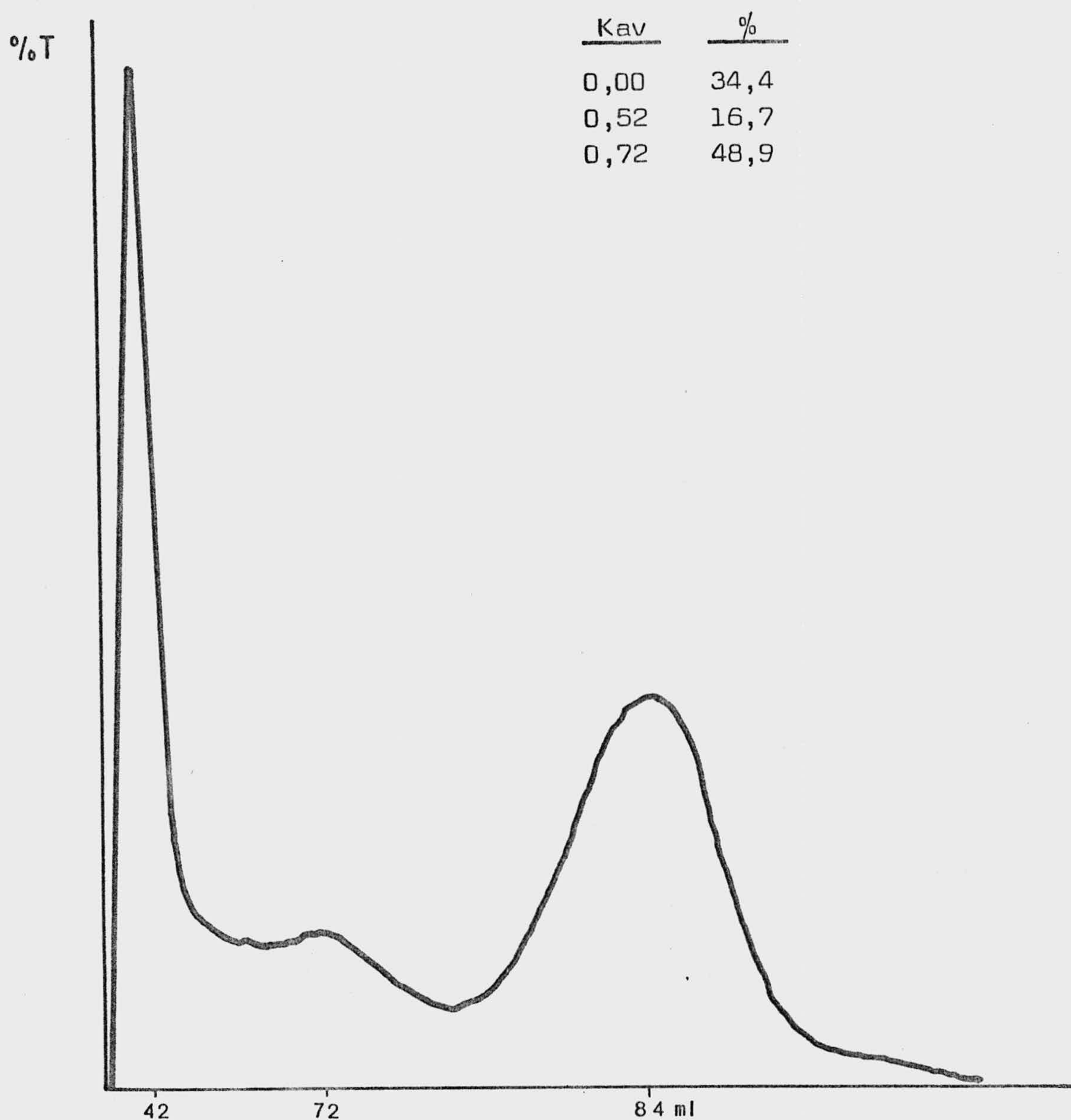


Fig.nº 13.- Filtración a través de Sephadex G-100 de los ácidos húmicos del hor.Ah del perfil nº17

Mediante la filtración a través de Sephadex (fig.nº13) pudimos comprobar que el tamaño molecular de dichos ácidos húmicos se distribuía en dos grupos mayoritarios bien diferentes: menores de 1.000 (48,9 %) y mayores de 100.000 (34,4 %), mientras que la fracción intermedia era escasa (16,7 %).

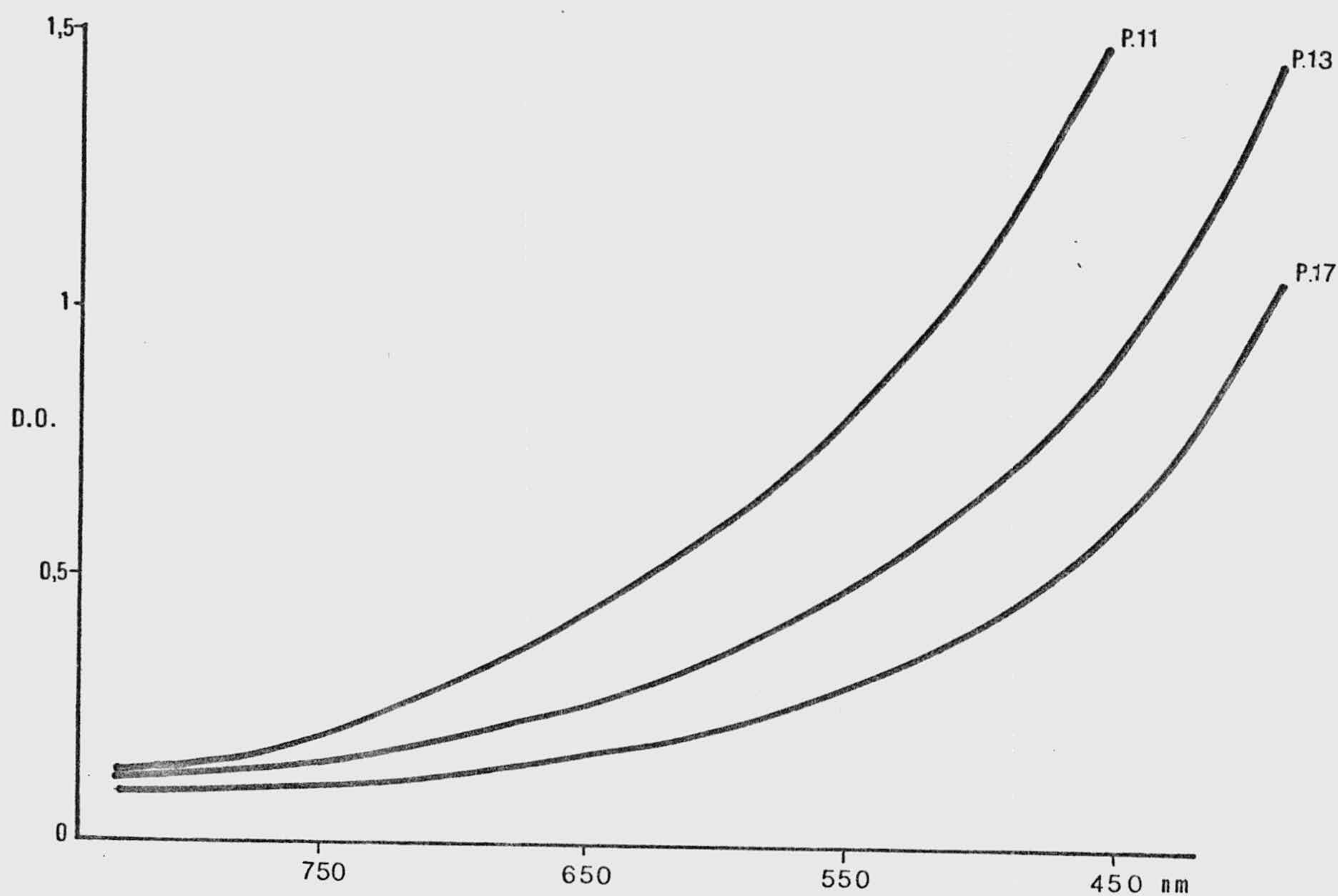


Fig.nº 14.-Espectroscopia visible de los ácidos húmicos del hor.Ah de los perfiles nºs 11,13 y 17.

Mediante la espectroscopia visible (fig.nº14) vimos que , comparativamente con otros ác.húmicos formados sobre material calizo, estos eran los que presentaban un menor grado de condensación de su nucleo aromático, al tiempo que la espectroscopia de infrarrojos (fig.nº 15) nos mostraba una estructura más próxima a la de la lignina y con un mayor predominio de su caracter alifático. Todo lo cual nos confirma en la idea del escaso grado de maduración que presentan los compuestos húmicos de este suelo.

De acuerdo con todos estos resultados parece ser que efectivamente la descomposición que se lleva a cabo en el hor.Ah de este suelo es del tipo de " Podredumbres blancas".

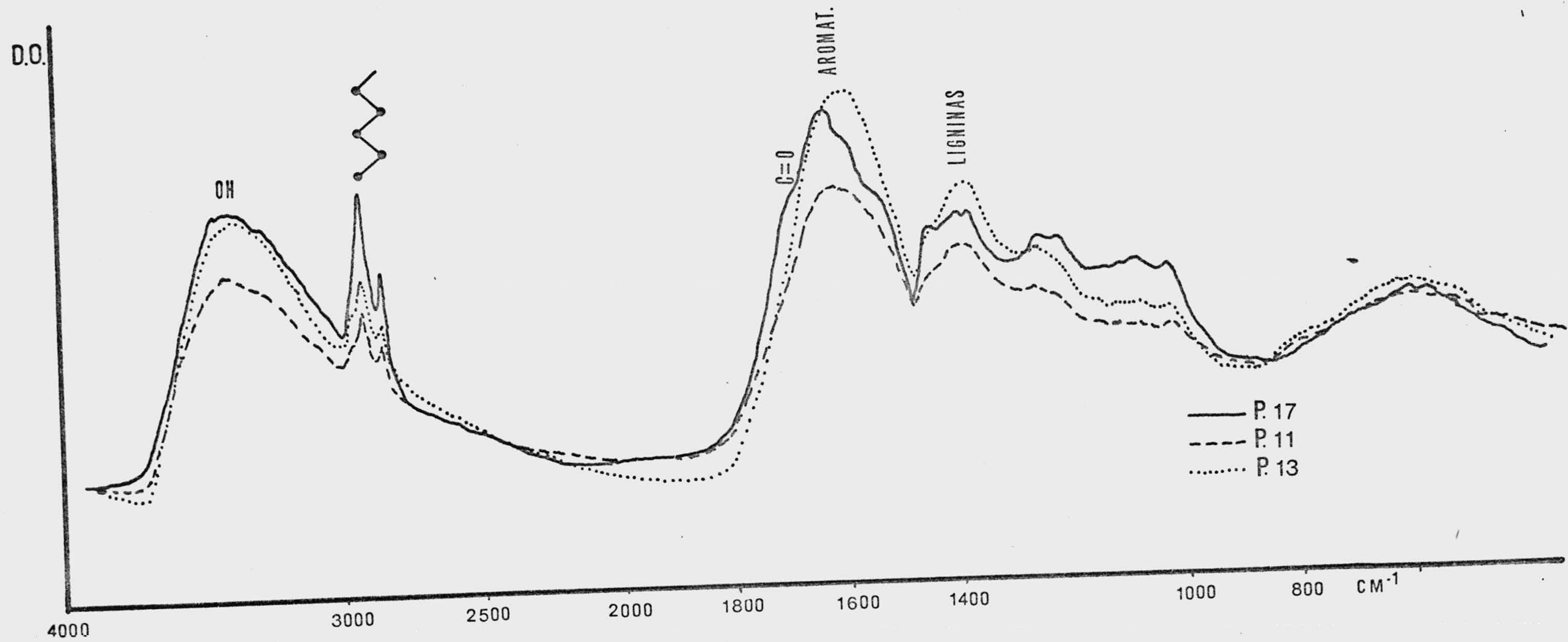


Fig.nº 15.- Espectroscopia de infrarrojos de los ác.húmicos del hor.Ah de los perfiles nºs 11,13 y 17

INTERPRETACION DE LOS ESPECTROS DE INFRARROJOS

PERFIL	BANDA	3.400	2.920	2.600	1.720	1.660	1.620	1.540	1.510	1.460	1.420	1.380	1.230	1.030
nº 11	‡	49	38	13	33	(58)	63	(45)	(38)	(35)	(35)	(40)	23	12
	‡‡	0,78	0,60	0,21	0,52	0,92	1,00	0,71	0,60	0,55	0,55	0,63	0,36	0,19
nº 13	‡	37	27	8	(25)	(40)	42	(33)	(25)	23	(28)	(28)	15	8
	‡‡	0,88	0,64	0,19	0,59	0,95	1,00	0,78	0,59	0,55	0,67	0,67	0,36	0,19
nº 17	‡	48	50	9	40	56	(52)	(39)	(23)	33	35	34	28	19
	‡‡	0,92	0,96	0,17	0,77	1,07	1,00	0,75	0,44	0,63	0,67	0,65	0,53	0,36

‡ Densidades Opticas

‡‡ Densidades Opticas relativas respecto a la banda de 1.620

Entre otras características a destacar en este suelo tenemos su contenido y distribución de carbonatos. Como vemos son muy escasos en el hor. Ah y se incrementan posteriormente con la profundidad, lo que nos indica la existencia de un proceso de descarbonatación, el cual no parece ser motivado por un lavado de estos carbonatos en profundidad, ya que no hay evidencias del mismo, sino que más bien parece producirse por una destrucción de los carbonatos motivada por la gran cantidad de compuestos orgánicos solubles, cuya acidez no solo provoca la destrucción de los carbonatos, sino que incluso hace que el pH del hor. Ah sea inferior a 7.

Por otra parte estos compuestos orgánicos no parecen movilizarse en profundidad como nos lo pone de manifiesto el hecho de que las formas libres de hierro decrecen regularmente al aumentar esta; por lo que pensamos que dichos compuestos orgánicos sobrepasan rápidamente, dado el elevado contenido en hierro libre, la razón anión/cación que les permite mantenerse solubles y precipitan. Así mismo parece que tampoco sufren una polimerización como nos lo indica la relación AH/AF del hor. Bw que se mantiene próxima a la del hor. Ah.

Con respecto a su complejo de cambio también podemos observar ciertas peculiaridades, principalmente en lo que respecta a sus bases de cambio. Así podemos observar como el calcio es muy inferior al magnesio en el hor. Ah, mientras que en el Bw es muy superior; este comportamiento de ambos elementos podría venir justificado por el elevado contenido en compuestos orgánicos poco polimerizados que presenta el hor. Ah, los cuales formarían complejos organominerales en los que el calcio sería parte integrante de los mismos, con lo que se sustraería gran cantidad de este elemento de la solución del suelo que quedaría enriquecida en magnesio, siendo en

estas condiciones adsorbido mayoritariamente por el complejo de cambio; mientras que en el hor. Bw, el menor contenido de compuestos orgánicos junto a su mayor porcentaje de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , diluiría este efecto y el calcio sería adsorbido mayoritariamente.

El estudio mineralógico de la fracción arcilla nos pone de manifiesto que las micas son con mucho el mineral laminar más abundante, al que acompañan caolinita, montmorillonita y/o interestratificados en función del horizonte de que se trate. Pero lo más significativo es la distribución que estos minerales presentan a lo largo del perfil (fig. nº 16); como vemos la montmorillonita aumenta con la profundidad, mientras que decrecen los interestratificados, manteniéndose las micas y caolinita constantes.

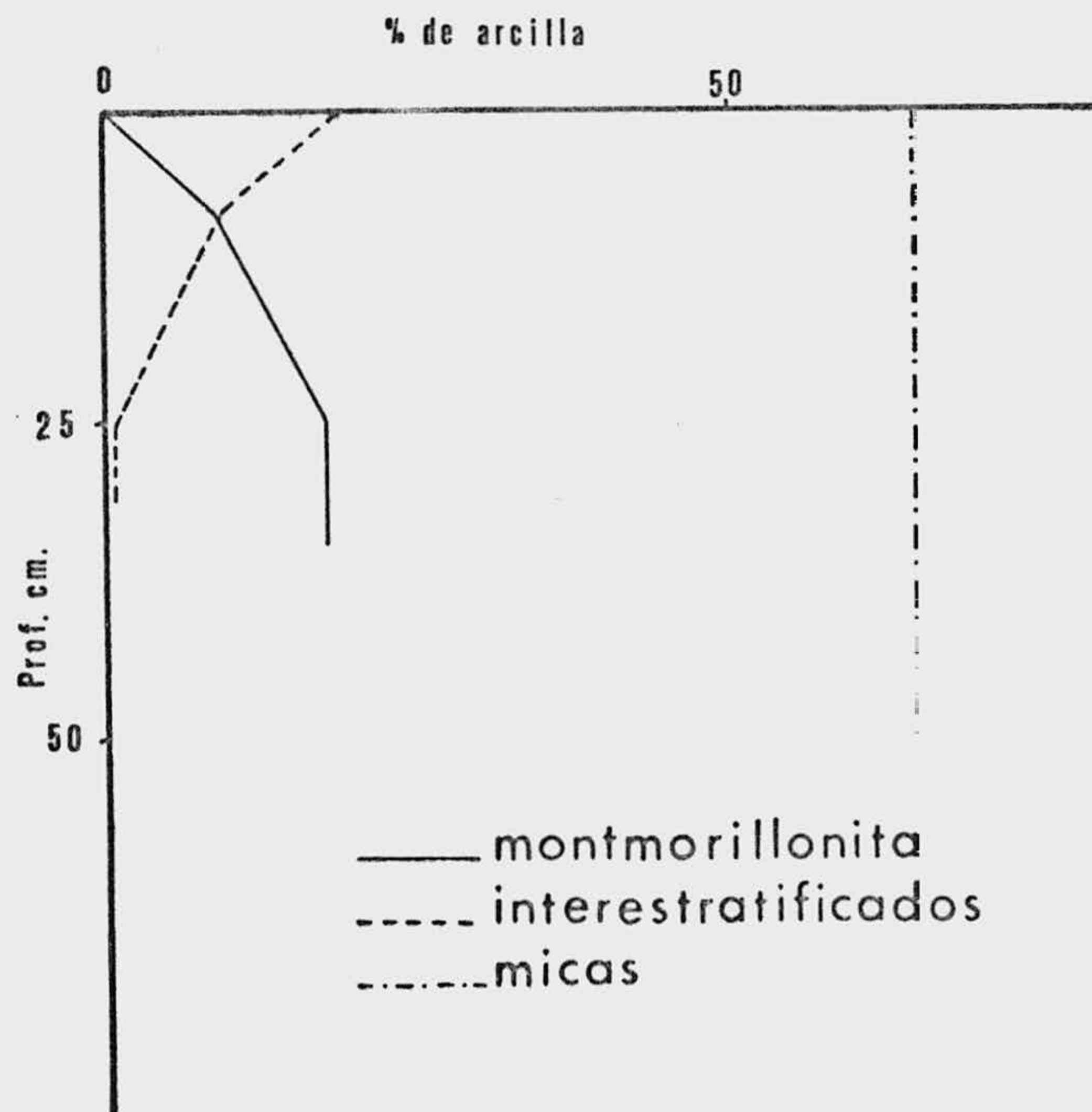
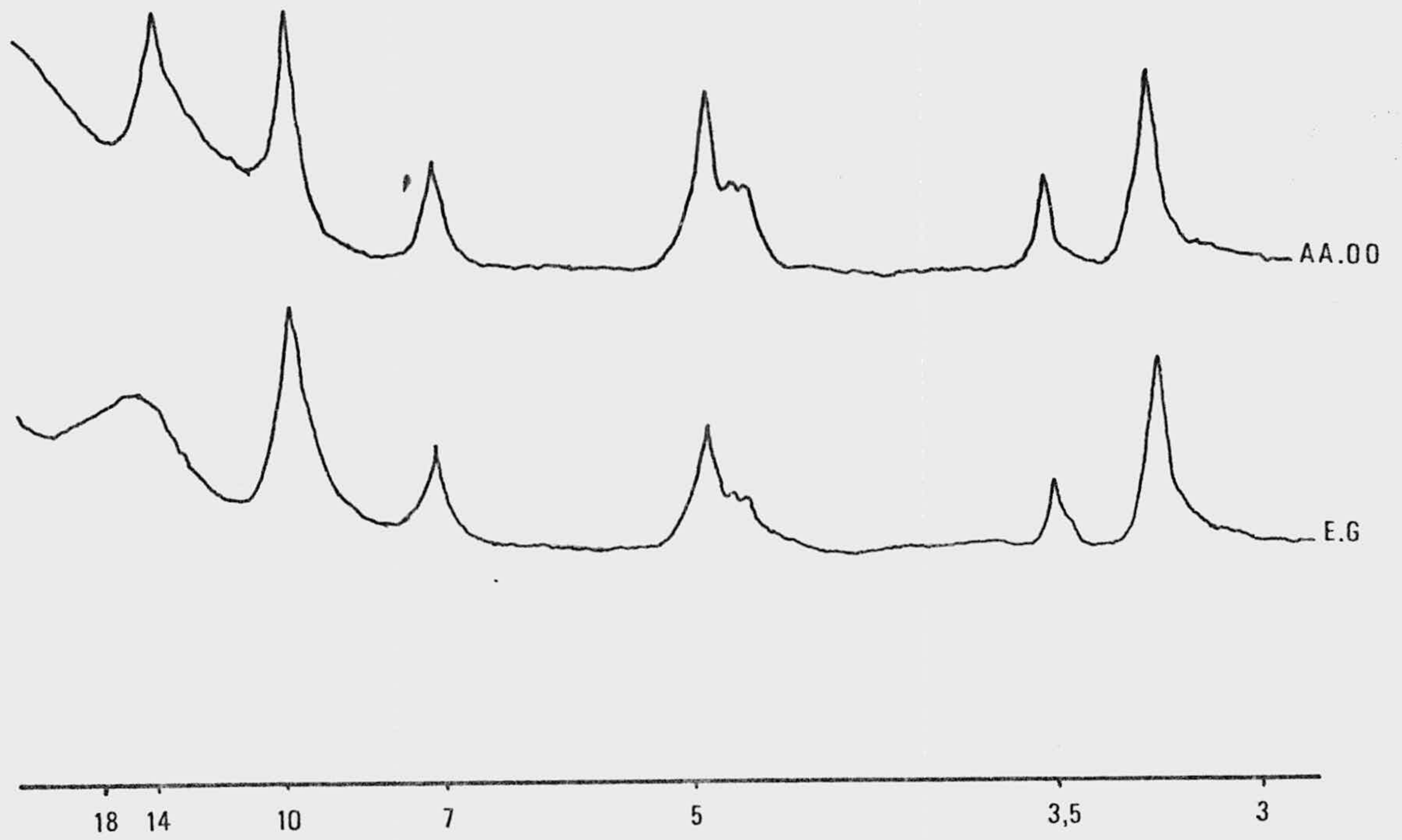


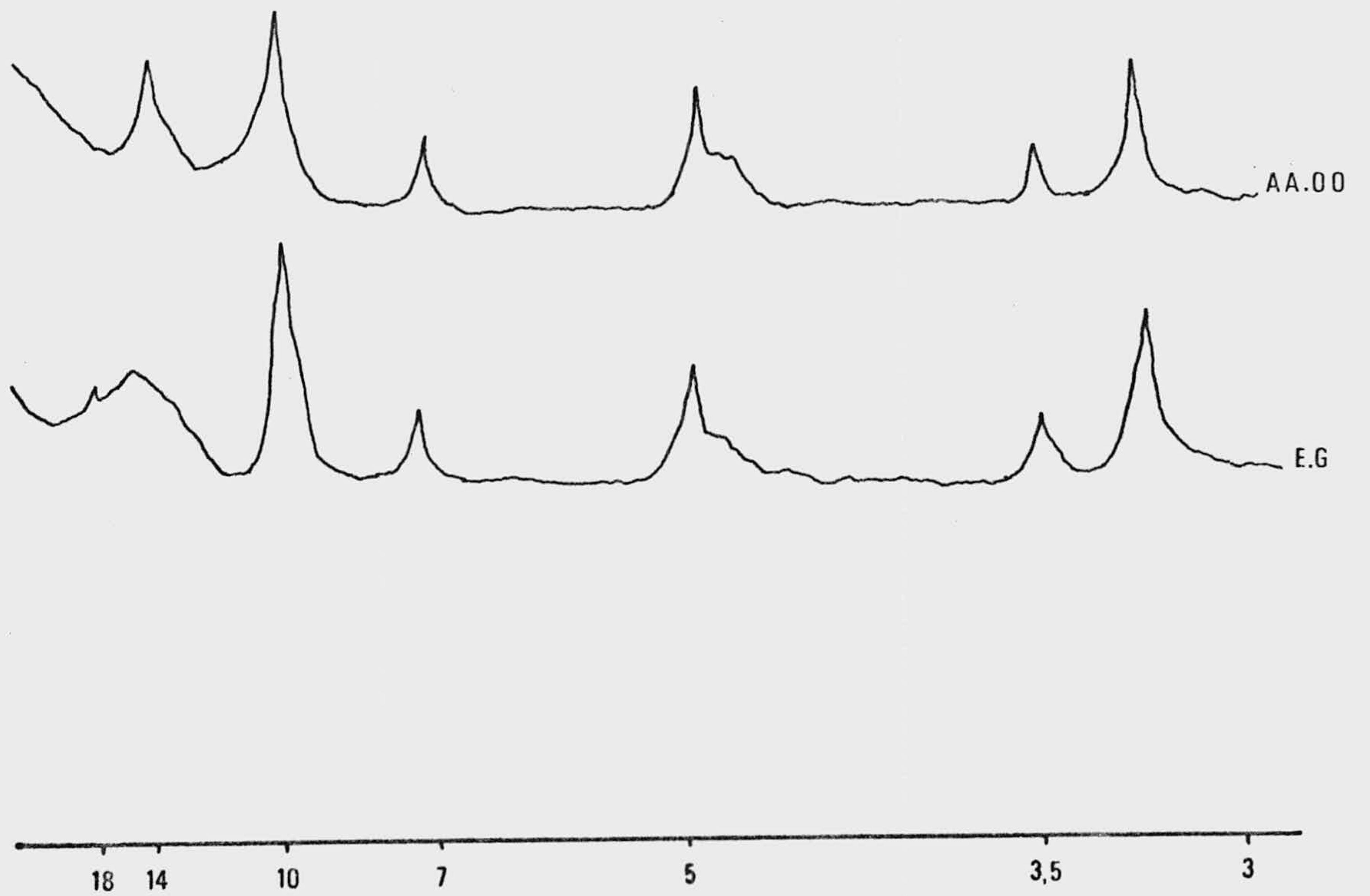
Fig. nº 16.- Distribución de los minerales de la fracción arcilla en el perfil nº 17.

DIAGRAMAS DE RAYOS-X. PERFIL Nº 17

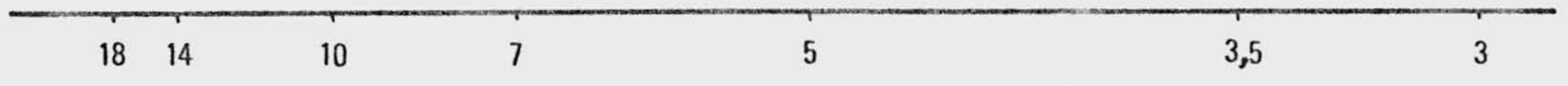
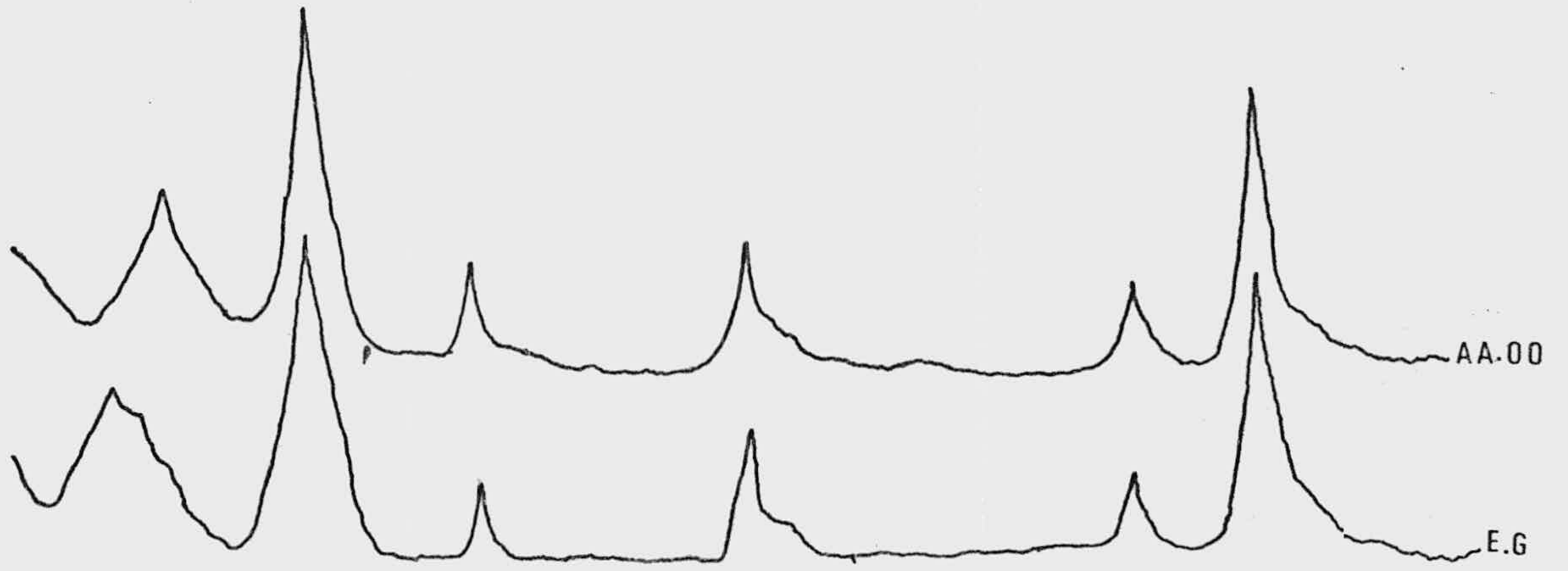
HOR. Ah



HOR. Bw



HOR. BC





De acuerdo con todo lo visto anteriormente, las características diferenciadoras que este perfil presenta con respecto a los demás de la zona, vienen inducidas fundamentalmente por la actuación de las "Podredumbres blancas" que son las que originan la gran cantidad de compuestos orgánicos poco polimerizados que en definitiva son los causantes directos de dichas características.

Presenta este suelo una secuencia de horizontes de tipo: Ocrico-Cámbico, por lo que lo clasificamos como Cambisol y por ser calcareo entre 20 y 50 cms. como Cambisol calcíco

UNIDAD CA-11.-

Asociación REGOSOLES CALCAREOS, LITOSOLES, CAMBISOLES  
CALCICOS.

Se localiza practicamente en todas las orientaciones posibles y sobre materiales calcareos cuya naturaleza varia desde caliza, pasando por calizas dolomíticas, hasta calizas tableadas.

En términos generales es una unidad semejante a la CA-10, de la que se diferencia por el menor desarrollo de sus suelos condicionado por la presencia de una vegetación menos densa, un régimen de humedad más seco y unas pendientes medias más pronunciadas. Lo que hace que esta unidad represente un estadio de evolución intermedio entre la subunidad CA-3b y la unidad CA-10.

Todas estas condiciones hacen de los Regosoles los suelos más abundantes, seguidos de los Litosoles o Cambisoles en función de la naturaleza de la roca madre; los afloramientos rocosos se presentan en cantidad intermedia, menores que en CA-3b pero mayores que en CA-10.

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Encinas en recuperación con pinares de repoblación-matorral serial. Pertenece a la serie 1-1, aunque con influencia de la 1-2 en las partes más altas orientadas al N. Su estado es de bosquetes de encinas en recuperación, entremezclados con Pinus pinaster que en muchas zonas llega a ser dominante; en los claros se desarrolla un matorral de tipo romeral-aulagar.

a) Arbolado.-  $\bar{X}$  = 3-4 mts. Cobertura = 50-60 %. Sintaxnómica: as. Paeonio-Quercetum rotundifoliae Rivas Martinez 1964.

Especies	Abundancia-dominancia
Quercus rotundifoliae	3

Pinus pinaster	2
Amelanchier ovalis	2
Rosa canina	1
Rubia peregrina	2
etc...	

b) Matorral.-  $\bar{X}$  = 20-40 cms. Cobertura = 50-70 %. Sintaxonomía: as. Fumano -Cistetum clusii Valle (ined.), con influencia de la as. Saturejo-Echinopartium boissieri Rivas Goday & Rivas Martínez 1968.

Especies	Abundancia-dominancia
Ulex parviflorus	3
Rosmarinus officinalis	2
Cistus clussi	2
Fumana ericoides	1
Satureja montana	1
Echinopartium boissieri	2
Sakvia oxyodon	2
etc...	

Esta unidad la hemos dividido en dos subunidades como son: Subunidad CA-11a, desarrollada sobre roca carbonatada compacta y dura de naturaleza caliza o caliza dolomítica, en la que dominan los Regosoles seguidos de Litosoles y menores cantidades de Cambisoles. Subunidad CA-11b, en la que dominan las calizas tableadas de fácil fracturación que hace que los suelos presenten un mayor desarrollo, por lo que los Cambisoles son más abundantes que los Litosoles.

SUBUNIDAD CA-11a.- Asociación Regosoles calcareos, Litosoles, Cambisoles cálcicos.

El sondeo nº 5 representa un Regosol de esta subunidad.

SONDEO Nº 5

Situación.- UTM= <sup>4</sup>532-<sup>41</sup>238      Fecha de recogida: 15-5-1981

Altitud.- 1.350 mts.

Pendiente.- 42 %

Orientación.- Este

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Preferentemente lateral

Pedregosidad.- Clase 2. Pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 2. Rocosos

Material original.- Calizas

Clasificación.- Regosol calcareo (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-3	Color 7,5YR 4/2 de pardo a pardo oscuro en seco. Textura franca y estructura migajosa fina. Abundante porosidad y escasas raíces finas y muy finas. Escasos fragmentos rocosos y prácticamente descarbonatado. Límite neto y plano.
Bw	3-12	Color 7,5YR 4/4 de pardo a pardo oscuro en seco. Textura franca y estructura en bloques de angulares a subangulares, finos y medianos. Porosidad algo menor que el horizonte anterior, pero más rico en raíces medianas, finas y muy finas. Escasos fragmentos rocosos y ligeramente carbonatado. Límite neto y algo ondulado.
C	> 12	Color 7,5YR 6/4 pardo claro en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques

subangulares finos poco consistentes. Porosidad mayor que en el hor. Bw como consecuencia de su textura más gruesa y elevado contenido en fragmentos rocosos que presentan su superficie ligeramente recarbonatada. Rico en raíces medianas, finas y gruesas. Muy rico en carbonatos.

SUBUNIDAD CA-11b.- Asociación Regosoles calcareos, Cambisoles cálcicos, Litosoles.

El sondeo nº 6 representa a los Cambisoles cálcicos de esta subunidad.

SONDEO Nº 6

Situación.- UTM = <sup>4</sup>536-<sup>41</sup>244

Fecha de recogida: 15-5-1981

Altitud.- 1.480 mts.

Pendiente.- 14 %

Orientación.- Noroeste

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 1. Moderadamente pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 1. Moderadamente rocoso

Material original.- Calizas tableadas

Clasificación.- Cambisol cálcico (F.A.O.)

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Ah	0-1	Color 5YR 4/2 gris rojizo oscuro en seco. Textura franca y estructura migajosa débil. Porosidad muy abundante y prácticamente des-

provisto de raíces. Muy ligeramente carbonatado. Límite neto e interrumpido.

Bw 1-26

Color SYR 4/6 rojo amarillento en seco . Textura franco arcillosa y estructura en bloques angulares medianos y consistentes. Raíces mucho más abundantes que en el horizonte anterior y de tamaños muy variados. Porosidad media y pobre en fragmentos rocosos. Prácticamente descarbonatado. Límite neto e irregular.

C > 26

Color SYR 6/6 amarillo rojizo en seco. Textura franco limosa y estructura en bloques angulares muy poco consistentes. Elevada porosidad como consecuencia del gran contenido en fragmentos rocosos que presenta y raíces más escasas que en el hor. Bw. Los fragmentos de calizas tableadas se presentan orientados formando aproximadamente un ángulo de 45° con la superficie del suelo. Muy rico en carbonatos.

UNIDAD SI-1.-

Asociación REGOSOLES EUTRICOS, CAMBISOLES EUTRICOS.

Esta unidad se desarrolla sobre cuarcitas y filitas; en pendientes muy variadas, desde 5 % hasta 45 %, y en orientaciones diversas, tanto N como S o E. Pero su característica unificadora es la vegetación, cuya densidad y naturaleza nos pone de manifiesto la sequedad relativa que la afecta.

En general sus suelos se presentan medianamente desarrollados, con dominio de Regosoles, aunque en las zonas con pendientes no muy elevadas o con vegetación densa, se llegan a desarrollar los Cambisoles.

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Matorral subserial-serial. Pertenece a la serie 3-1 y su estado es el de un retamal-jaral entremezclado con encinas en recuperación y especies propias de los espinares. Se suelen presentar pinos de repoblación, a veces de gran tamaño y elevada densidad.

$\bar{X}$  = 2,5 mts. Cobertura = 60-80 %. Sintaxonomía = as. Cytiso-Adenocarpetum decorticans Valle 1981, con tendencia a la as. Halimio - Cistetum laurifolii Molero (ined.)

Especies	Abundancia-dominancia
Adenocarpus decorticans	3
Cistus laurifolius	3
Cytisus scoparius	1
Quercus rotundifoliae	3
Quercus faginea	1
Lavandula stoechas	1
Halimium viscosum	1

Thymus mastichina	1
Festuca elegans	2
Ulex parviflorus	1
etc...	

#### Climatología.-

El hecho de que los suelos de esta unidad no alcancen un buen desarrollo hace que su microclima no tenga una humedad elevada, sino que más bien presenta un periodo de sequedad o deficit relativamente largo( desde mediados de junio hasta finales de septiembre en los casos más favorables).

#### SUELOS.-

Material original, pendiente y vegetación son los tres factores que condicionan fundamentalmente el desarrollo y morfología de los suelos. Con respecto a la naturaleza del material original tenemos tanto cuarcitas como filitas; sobre las filitas se desarrollan Regosoles que presentan un pequeño horizonte Ah y a continuación un C o un B, pero en este último caso su límite inferior se presenta siempre muy por encima de los 25 cms.; sobre las cuarcitas se dan tanto Regosoles como Cambisoles, estos últimos se localizan prioritariamente bajo una vegetación natural densa y en zonas de pendientes medias o bajas, mientras que los Regosoles, con o sin horizonte B, se presentan cuando la vegetación natural es poco densa o cuando las pendientes son acusadas. Pero en general dada la relativa sequedad microclimática que afecta a esta unidad y que limita el lavado, estos suelos presentan un grado de saturación ( entre 20 y 50 cms.) igual o superior al 50 % , de ahí su caracter eútrico.

El sondeo nº 7 y el perfil nº 18 caracterizan a los Regosoles y Cambisoles desarrollados sobre cuarcitas.



SONDEO Nº 7

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>527-<sup>41</sup>243 Fecha de recogida: 20-5-1981

Altitud.- 1.470 mts.

Pendiente.- 18 %

Orientación.- Sur

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Clase 5. Algo excesivamente drenado

Pedregosidad.- Clase 2. Pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 2. Rocoso

Material original.- Cuarcitas

Clasificación.- Regosol eútrico (F.A.O.)

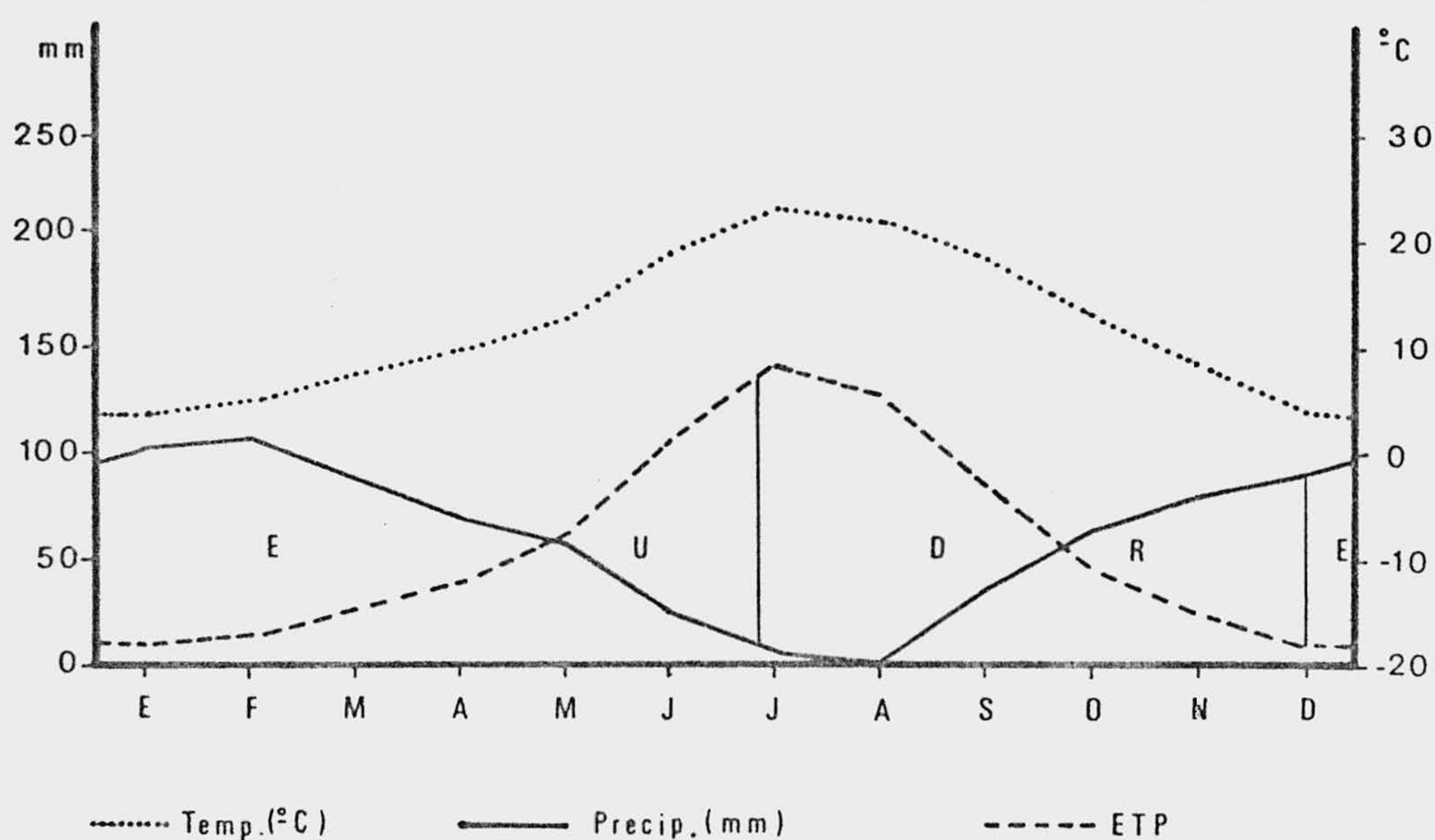
Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-5	Color 10YR 5/3 pardo en seco. Textura franca arenosa y estructura en bloques subangulares finos de escasa consistencia. Poroso y con escaso contenido en raíces finas y muy finas. Bajo contenido en grava y fragmentos rocosos. Límite neto y ondulado.
Bw	5-18	Color 10YR 5/4 pardo amarillento en seco. Textura arenosa franca y estructura en bloques angulares gruesos de mediana consistencia. Menos poroso que el hor. Ah y con mayor contenido en raíces y más gruesas. Algo más rico en grava y fragmentos rocosos. Límite neto y plano.
C	> 18	Color 10YR 7/4 pardo muy pálido en seco. Textura arenosa franca y estructura en bloques subangulares medianos muy poco consis-

tentes. Porosidad algo mayor que en el horizonte Bw y muy rico en fragmentos rocosos de naturaleza cuarcítica. Menor contenido en raices pero más gruesas.

## Perfil n° 18

Balance hídrico

Reserva = 72,5 mm

FIGHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	30
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	36,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	94,3	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	72,5	72,5	72,5	72,5	68,3	0	0	0	0	15,5	70,0	72,5

VR = Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL N° 18

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>535- <sup>41</sup>249      Fecha de recogida:20-5-1981  
 Altitud.- 1.380 mts.  
 Pendiente.- 21 %  
 Orientación.- Oeste  
 Condiciones de humedad.- Seco desde la superficie  
 Drenaje.- Clase 4. Bien drenado  
 Pedregosidad.- Clase 0.Sin piedras o con muy pocas  
 Afloramientos rocosos.- Clase 0.Ninguna o muy pocas rocas  
 Material original.- Cuarcitas y filitas  
 Clasificación.- Cambisol eútrico.(F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah1	0-4	Color 10YR 2/1 negro en húmedo y 10YR4/1 gris oscuro en seco.Textura franco arenosa y estructura migajosa media con tendencia a laminar.Blando,ligeramente adherente,no plástico y muy friable.Porosidad frecuente,principalmente horizontales y continuos.Límite neto y plano.
Ah2	4-9	Color 10 YR 3/2 pardo oscuro en húmedo y 10 YR 5/2 pardo en seco.Textura franco arenosa y estructura migajosa mediana.Blando,ligeramente adherente,no plástico y muy friable.Porosidad muy abundante con poros de todos los tipos.Muy abundante contenido en raíces muy finas y finas y escasas medianas.Límite neto y plano.
Bw	9-41	Color 7 <sup>5</sup> YR 4/4 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 6/4 pardo claro en seco.Textu

ra franco arenosa y estructura en bloques an  
gulares de mediana consistencia. Ligeramente  
duro, ligeramente adherente, no plástico y fria  
ble. Porosidad menor que el horizonte anterior  
y semejante contenido en raíces, aunque más  
gruesas. Límite neto y plano.

C > 41

Color 7'5YR 5/4 pardo en húmedo y 7'5YR7/4  
rosa en seco. Textura franco arenosa y estrucc  
tura en bloques subangulares de finos a muy  
finos y de consistencia débil. Ligeramente duo  
ro y ligeramente adherente, no plástico y fria  
ble. Buena porosidad y mayor contenido en fragu  
mentos rocosos que el horizonte anterior. Po-  
cas raíces gruesas y muy gruesas.

Nota: En los horizontes Ah1 y Ah2 se observan pequeños restos de  
carbón vegetal.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah1	0 - 4	19,9	36,7 (45,8)	23,7 (29,6)	10,2 (12,7)	9,5 (11,9)	-	6,21
Ah2	4 - 9	30,1	32,5 (46,5)	19,6 (28,0)	11,0 (15,8)	6,8 (9,7)	-	6,25
Bw	9 - 41	33,4	30,6 (45,9)	19,0 (28,5)	10,8 (16,3)	6,2 (9,3)	-	6,37
C	> 41	24,6	33,6 (44,6)	22,7 (30,1)	12,4 (16,5)	6,6 (8,8)	-	6,24

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N%	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V%
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah1	6,47	0,185	34,9	1,13	0,80	13,18	1,98	0,03	0,19	36,65	15,38	41,96
Ah2	3,40	0,103	33,0	0,47	0,31	8,10	1,90	0,03	0,12	22,80	10,15	44,52
Bw	0,44	0,037	11,9	0,06	0,07	1,61	1,10	0,01	0,06	4,84	2,78	57,44
C	0,17	0,029	5,9	0,02	0,04	1,00	0,94	0,01	0,05	3,61	2,00	55,40

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah1	-	*****	tr	tr	***
Ah2	-	*****	tr	tr	***
Bw	-	*****	tr	tr	***
C	-	*****	tr	tr	***

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah1	1,5	1,3	3,9	0,017	80,5
Ah2	1,6	1,5	4,4	0,007	78,4
Bw	1,4	1,0	4,5	0,003	76,8
C	1,2	0,9	4,4	0,002	76,7

Este suelo presenta una textura franco arenosa que se mantiene constante con la profundidad y una estructura que varía de migajosa en los horizontes Ah a bloques subangulares en los horizontes B y C, aunque en este último son muchos más pequeños y menos consistentes. Su pH, ligeramente ácido ( $\approx 6,2$ ), es prácticamente uniforme en todo el perfil.

Es extremadamente rico en  $\text{SiO}_2$  como corresponde a la naturaleza cuarcítica de su material y con un contenido superior en aluminio total que en hierro total, pero mientras que el hierro disminuye paulatinamente con la profundidad, el aluminio se incrementa ligeramente con la misma. En cuanto a las formas libres, en ambos casos son más abundantes en los horizontes superficiales, lo que nos pone de manifiesto su mayor alteración.

Con respecto a la materia orgánica es de destacar la elevada acumulación que presenta el hor. Ah1 y que atribuimos al incendio que tuvo que sufrir la vegetación que soportaba este suelo como nos lo pone de manifiesto la presencia de pequeños trozos de carbón en el seno de dicho horizonte y que en cierto modo (restos carbonizados que se orientan paralelamente a la superficie) nos justifica esa tendencia laminar que tiene su estructura. Así mismo la elevada relación C/N de los horizontes Ah, no la debemos atribuir a que su materia orgánica este mejor o peor descompuesta, sino a la presencia de carbón vegetal (por efecto del incendio) que incrementa el porcentaje de C en ambos horizontes. Presenta un buen grado de humificación, con una relación AH/AF  $> 1,4$ ; aunque esta forzosamente se tiene que haber visto modificada por la acción del incendio como comprobaremos más detalladamente cuando estudiemos la unidad SI-2, y como nos lo demuestra el hecho de que a partir del hor. Bw esta relación sea inferior a 1.

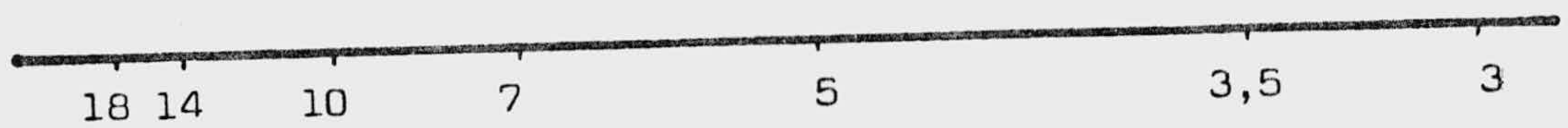
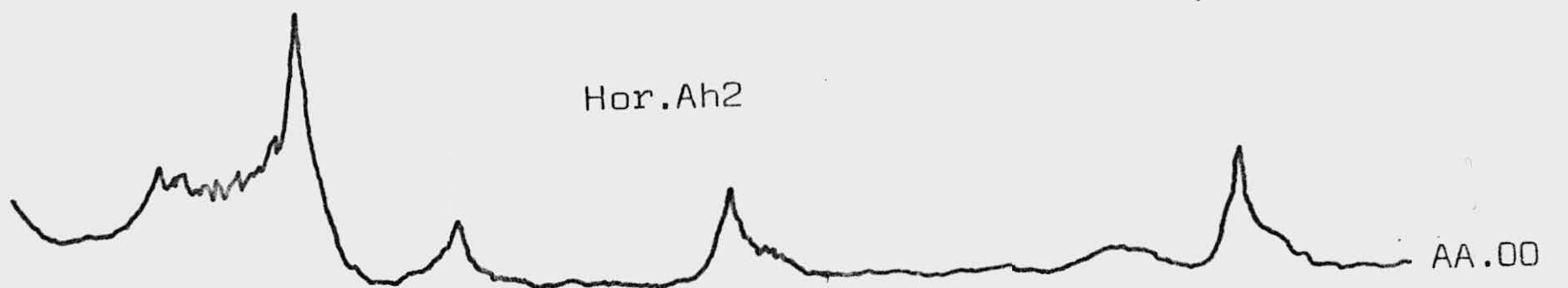
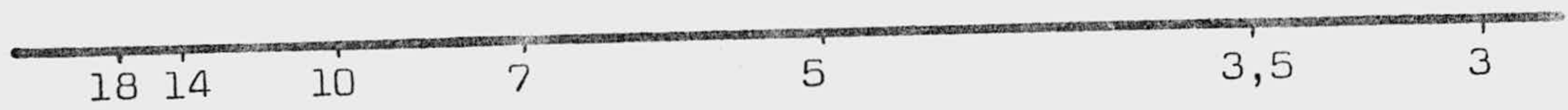
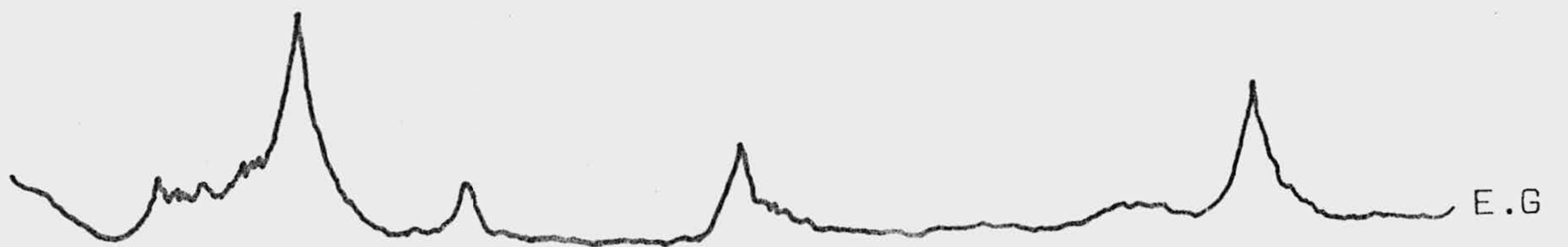
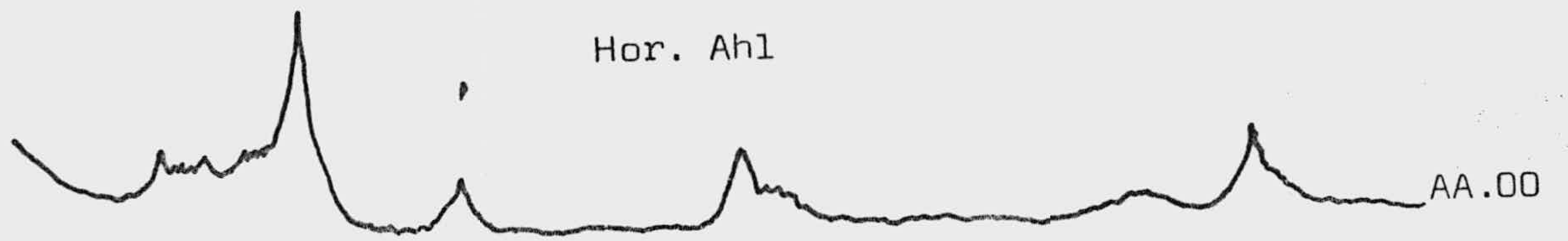
En cuanto al complejo de cambio, presenta una capacidad relacionada fundamentalmente con su contenido en materia orgánica, de forma que es relativamente elevada en los horizontes superficiales, mientras que decrece bruscamente a partir del hor. Bw. Se presenta medianamente saturado en calcio y magnesio, con cantidades mincritarias de potasio y sodio; es de destacar el fuerte incremento de calcio en el complejo de cambio de los horizontes superficiales que te tenemos que atribuir al hecho de que es el ión, de los cuatro estudiados, que más se acumula en los tejidos vegetales, por lo que será el más abundante en la solución del suelo cuando estos se mineralicen (mineralización que tuvo que ser masiva en el incendio); esto, junto al hecho de ser el catión que prioritariamente es adsorbido por el complejo de cambio, nos justifica su elevada proporción en dicho complejo. Aunque en menor proporción, este ciclo biogeoquímico, incrementa también el contenido en los demás cationes, siendo el sodio el que menor incremento experimenta como consecuencia de ser el que menos se acumula en los tejidos vegetales. En lo que respecta a su grado de saturación, es inferior al 50 % en los horizontes Ah y mayor en los demás, hecho que atribuimos a la elevada capacidad de cambio de dichos horizontes superficiales, que hace que a pesar de que en valor absoluto el contenido en bases sea más alto, estas no llegan a superar el 50 % de dicha capacidad.

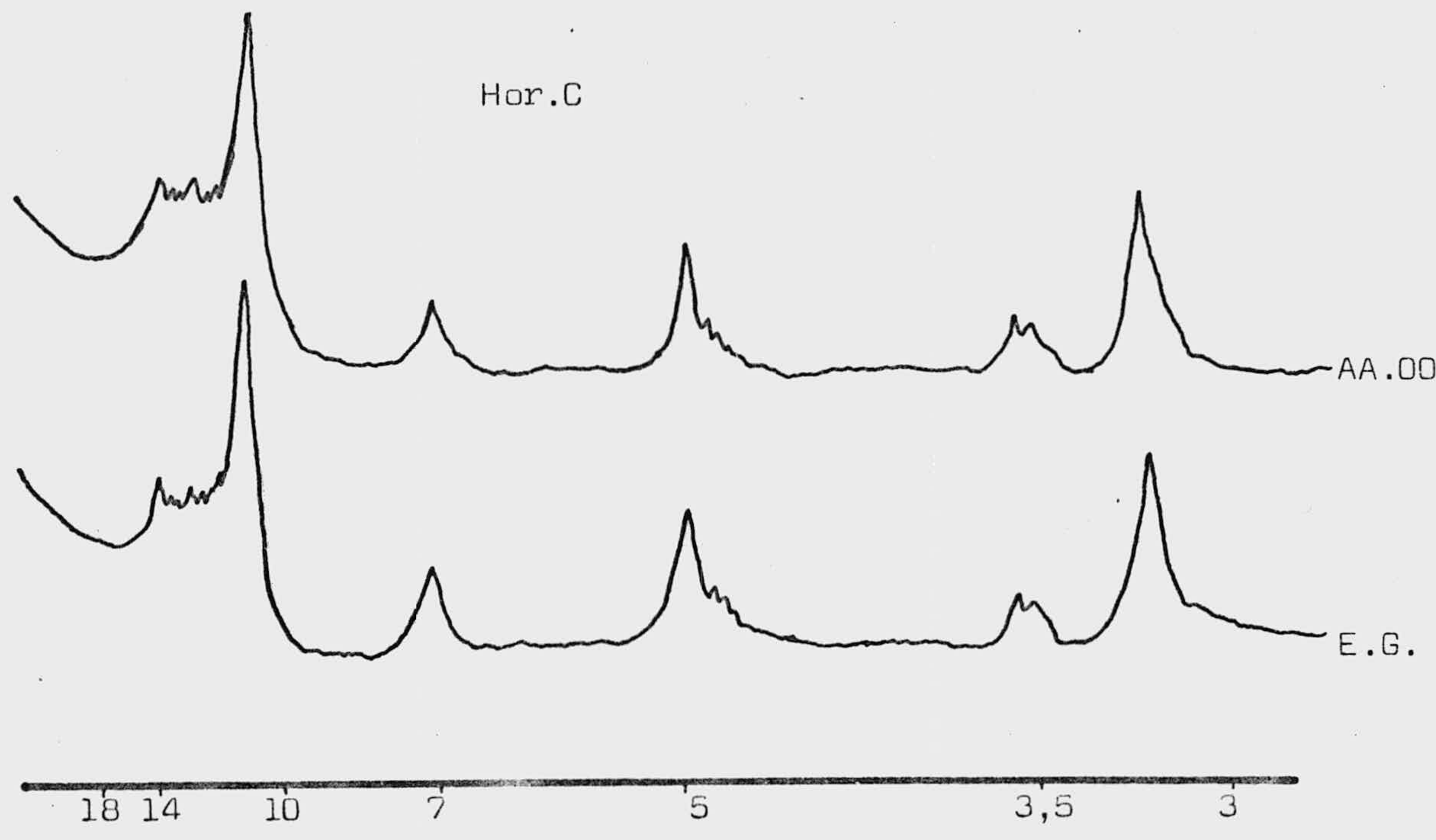
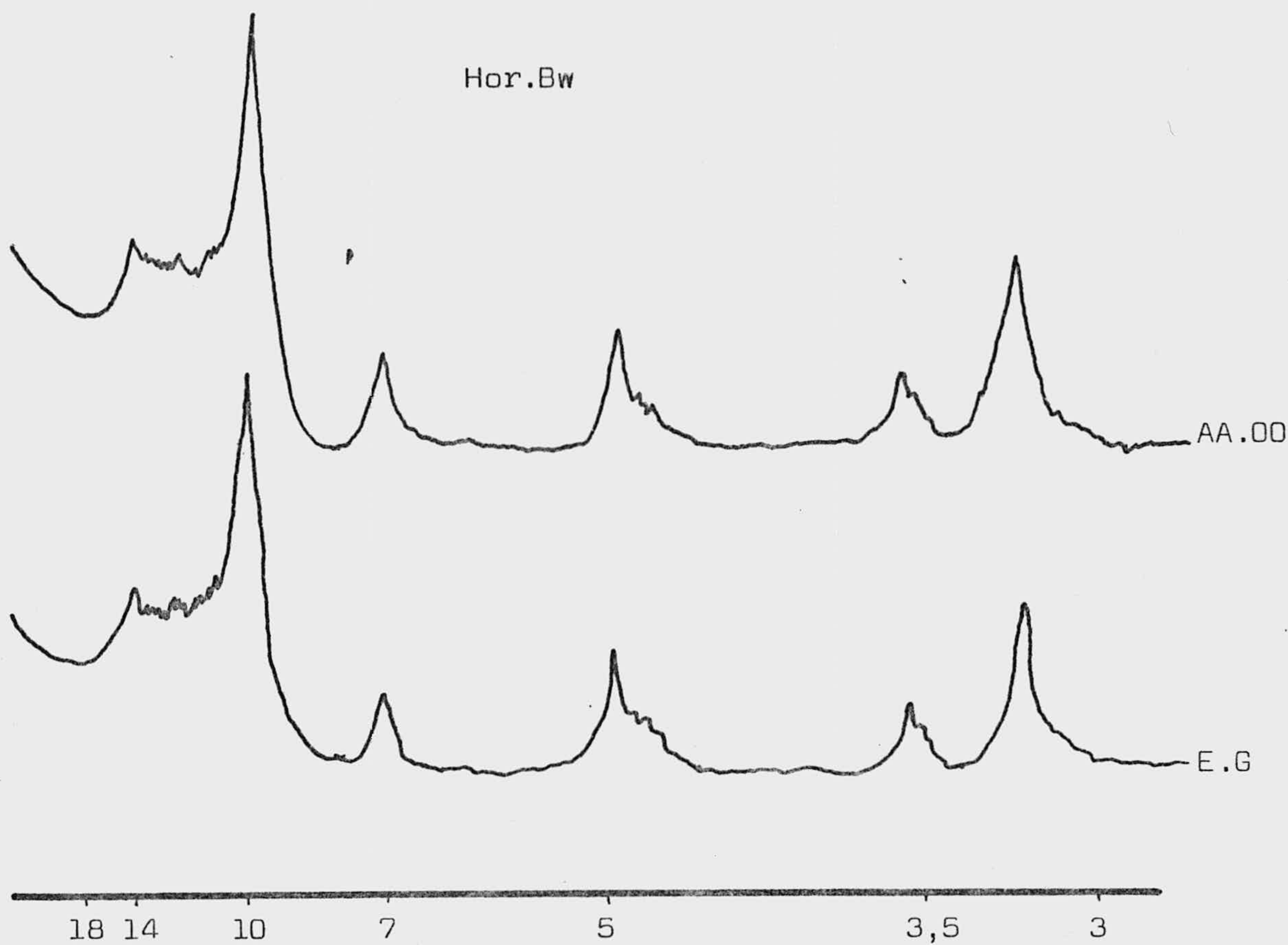
En el estudio mineralógico de la fracción arcilla observamos como las micas son los minerales laminares más abundantes, seguidos de interestratificados y cantidades minoritarias de caolinita y clorita. La presencia de estos interestratificados la tenemos que atribuir a la apertura de las hojas de mica con salida de los potasios interfoliares y aumento del espaciado basal, como podemos ver en los diagramas de R-X efectuados a esta fracción.



De acuerdo con todo lo expuesto anteriormente, este suelo presenta dos horizontes de diagnóstico como son Ocrico y Cámbico, por lo que lo clasificamos como Cambisol, y por presentar un grado de saturación superior al 50 % en el horizonte B como Cambisol eútrico.

DIAGRAMAS DE RAYOS-X . PERFIL Nº 18





UNIDAD SI-2.-

Asociación CAMBISOLES EUTRICOS, CAMBISOLES  
DISTRICOS, REGOSOLES DISTRICOS.

Esta unidad caracteriza la zona más húmeda, desarrollada sobre material ácido, del área de estudio, por lo que es donde se dan los suelos más evolucionados (siempre sobre dicho material). La presencia en esta unidad de los Regosoles no se debe a causas climáticas o de relieve, como ocurría en la unidad anterior, sino fundamentalmente a la intervención del hombre que mediante repoblaciones, talas y aterrazamientos ha provocado la modificación o destrucción de los suelos originales más evolucionados; es de destacar que cuando el hombre deja de intervenir, la recuperación de la vegetación natural se lleva a cabo a un ritmo muy acelerado, lo que nos pone de manifiesto las buenas condiciones meteorológicas que imperan en esta unidad.

Se desarrolla sobre cuarcitas fundamentalmente, aunque asociadas en determinadas zonas con filitas de colores violáceos más características de la unidad SI-3. Las pendientes son en general acusadas (25-40 %), pero la gran densidad de vegetación limita enormemente los procesos erosivos y permite el desarrollo de suelos relativamente profundos y evolucionados.

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Matorral subserial, perteneciente a la serie 4. Su estado es el de un retamal de alta cobertura y muy rico en especies; se trata de una comunidad de fanerófitos retamoides desarrollados sobre suelos profundos y frescos, son también frecuentes las especies propias del espinal así como rebrotes de especies climáticas.

$\bar{X}$  = 2,5 mts. Cobertura = 90 % . Sintaxonomía.- as. Cytiso-Adeno-  
carpetum decorticantis Valle 1981

Especies	Abundancia-dominancia
Adenocarpus decorticans	3
Cytisus scoparius	2
Quercus pyrenaica (arbustivo)	1
Quercus rotundifoliae	3
Quercus faginea	2
Lonicera hispanica	1
Amelanchier ovalis	2
Cistus laurifolius	2
Halimium viscosum	1
Sorbus aria	1
Rosa canina	1
Rosa pouzinii	1
Vicia villosa	2
etc...	

En algunas áreas, aunque minoritarias, de esta unidad la intervención del hombre ha provocado un incremento de los procesos erosivos con la aparición de Regosoles, que dada su menor reserva hídrica han condicionado microclimas más secos y la implantación del jaral perteneciente a la as. Halimio-Cistetum laurifolii

#### Glimatología.-

Como hemos venido diciendo, esta unidad es la más húmeda dentro de la zona ácida. Sus suelos, en general, presentan una reserva hídrica superior a 125 mm, por lo que su teórico periodo de deficit no es superior a dos o dos meses y medio, y decimos teórico porque en la práctica, debido a la elevada cobertura de su vegetación, orientación norte, etc..., creemos que este es incluso me

nor. Unicamente en aquellos casos en que la intervención del hombre ha modificado fuertemente los suelos, estos presentan una reserva hídrica inferior a 70 mm, con lo que el periodo de déficit es más acusado y puede llegar a alcanzar los tres o tres meses y medio.

#### SUELOS.-

Dado que es en esta unidad donde se conservan los suelos más evolucionados sobre material ácido y debido también a que en ella es donde se presentan las intervenciones humanas más variadas (replantaciones, talas, incendios, aterrazamientos, etc...) que han dado lugar a una gradación en los diferentes estadios evolutivos de la vegetación, es donde hemos realizado el estudio más exhaustivo de los suelos, con objeto de poder ver como influyen los distintos factores formadores en la formación de los mismos.

Así hemos dividido la unidad en dos subunidades, basándonos fundamentalmente en su estado de conservación, es decir en función del mayor o menor grado de intervención humana que se refleja en el mayor o menor desarrollo de sus suelos.

SUBUNIDAD SI-2a.- Asociación Cambisoles eútricos, Cambisoles dístricos, Regosoles dístricos

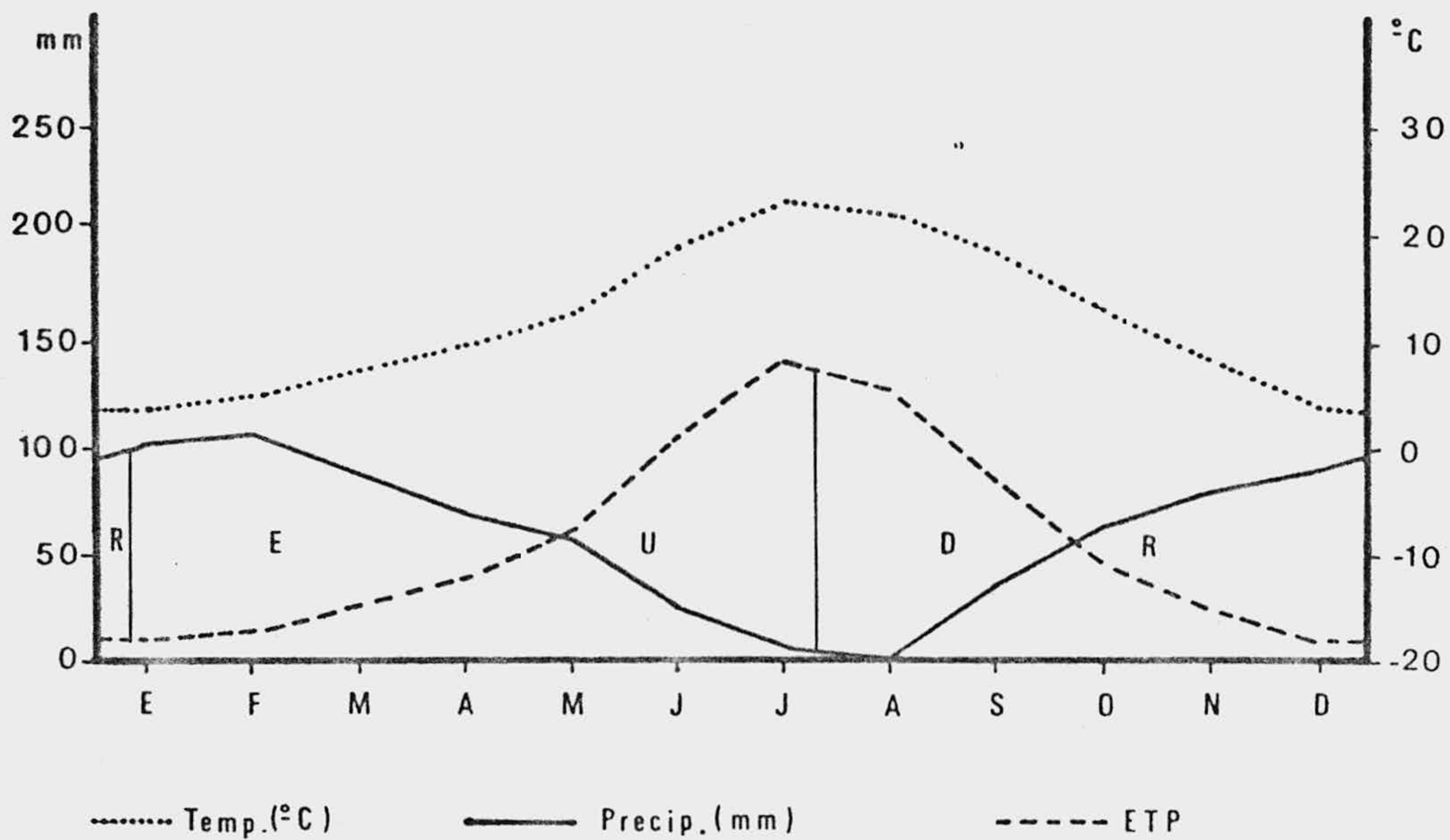
Esta subunidad es donde más se pone de manifiesto la intervención del hombre, de ahí que su vegetación sea menos densa que la que caracteriza a la unidad; en ella hemos seleccionado cuatro suelos basándonos fundamentalmente en los diferentes estadios evolutivos de la vegetación que a priori nos indican el tipo y calidad de la intervención humana. Así los perfiles nºs 19 y 20 representan a los suelos de la zona mejor conservada, particularmente la del perfil nº19 donde la vegetación es tan espesa (con especies típicas de la climax primitiva como robles y quejigos) que se hace

muy difícil introducirse en ella; en el caso del perfil nº 20 la intervención humana es más acusada, observándose algunos aterrazamientos, aunque no ha llegado a provocar una profunda modificación o degradación de sus suelos. Por su parte los perfiles nºs 21 y 22 representan a los suelos de las zonas más alteradas dentro de esta unidad; así el perfil nº 21 se localiza en zona de repoblación de pinos con posterior tala y abandono, mientras que el perfil nº 22 representa a una zona de repoblación antigua con pinos grandes y elevada cobertura de copas que no dejan pasar la luz al sotobosque.

Perfil nº 19

Balance hídrico

Reserva= 125,9 mm



FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ÉTP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	41,7	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	125,9	125,9	125,9	125,9	121,7	40,7	0	0	0	15,5	70,0	125,9

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico



## PERFIL Nº 19

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>541- <sup>41</sup>248      Fecha de recogida:7-5-1981  
 Altitud.- 1.490 mts.  
 Pendiente.- 42 %  
 Orientación.- Norte  
 Condiciones de humedad.- Húmedo todo el perfil  
 Drenaje.- Clase 4. Bien drenado  
 Pedregosidad.- Clase 0.Sin piedras o con muy pocas  
 Afloramientos rocosos.- Clase 0.Ninguna o muy pocas rocas  
 Material original.- Cuarcitas  
 Clasificación.- Cambisol eútrico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-10	Color 10YR 4/3 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 10YR 6/4 pardo amarillento en seco.Textura franco arenosa y estructura <u>mi</u> gajosa gruesa y de fuerte consistencia.Fir <u>me</u> ,ligeramente adherente y liger <u>ame</u> nte plás <u>ti</u> co.Porosidad muy abundante con poros de todos los tipos,no existen fragmentos rocosos y con muy escasa grava.Gran actividad biológica (lombrices de más de 10 cms.).Rai <u>ce</u> s muy abundantes de tamaño fino y muy fino.Límite neto y ondulado.
Bw	10-27	Color 10YR 5/4 pardo amarillento en hú <u>me</u> do y 10YR 7/4 pardo muy pálido en seco.Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares de mediana a fuerte consistencia.Friable,ligeramente plást <u>ic</u> o y liger <u>ame</u> nte adherente.Porosidad algo menor que en el ho <u>u</u>

rizonte anterior pero de igual naturaleza. Gran actividad biológica pero menor contenido en raíces y estas de tamaño algo más grueso que en el horizonte Ah. Límite neto y plano.

C1 27-36

Color 10YR 6/4 pardo amarillento claro en húmedo y 10YR 8/4 pardo muy pálido en seco. Textura arenosa franca y estructura en bloques angulares más pequeños que en el horizonte Bw. Friable, muy ligeramente adherente y muy ligeramente plástico. Porosidad abundante, pero mucha menor actividad biológica que en los horizontes anteriores. Escaso contenido en raíces de tamaño mediano y gruesa. Límite difuso y plano.

C2 > 36

Color 10YR 6/4 pardo amarillento claro en húmedo y 10YR 8/4 pardo muy pálido en seco. Textura arenosa franca y estructura en bloques angulares semejantes a los del horizonte C1. Friable, muy ligeramente adherente y muy ligeramente plástico. Porosidad muy semejante al horizonte anterior, pero mucho más rico en fragmentos rocosos de naturaleza cuarcítica. Muy escasas raíces.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-10	6,9	21,2(22,8)	30,1(32,3)	24,7(26,5)	17,1(18,4)	-	6,35
Bw	10-27	14,7	25,5(29,9)	27,3(32,0)	20,6(24,2)	11,8(13,8)	-	6,23
C1	27-36	19,9	38,0(47,4)	21,9(27,4)	13,0(16,3)	7,1(8,9)	-	6,06
C2	> 36	34,1	28,8(43,8)	20,9(31,8)	10,0(15,2)	6,1(9,2)	-	6,13

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	3,79	0,246	15,3	0,66	0,93	7,25	2,04	0,04	0,48	20,03	9,81	48,98
Bw	1,11	0,090	12,3	0,22	0,29	3,56	1,77	0,04	0,15	10,21	5,52	54,06
C1	0,35	0,053	6,6			1,42	1,23	0,01	0,05	4,69	2,71	57,78
C2	0,28	0,041	6,8			1,44	1,32	0,01	0,05	4,56	2,82	61,84

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	-	*****	-	*	*
Bw	-	*****	-	*	*
C1	-	*****	-	*	**
C2	-	*****	-	*	**

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	3,4	2,5	7,5	0,016	63,8
Bw	2,6	2,2	7,3	0,014	77,2
C1	1,6	1,1	4,7	0,011	89,8
C2	1,7	1,3	4,8	0,012	91,9

Este suelo presenta una textura franco arenosa en el solum que se hace más gruesa en los horizontes C (arenosa franca). Su estructura es migajosa en superficie, como consecuencia de su mayor contenido en materia orgánica y elevada actividad biológica, y pasa a bloques angulares en los horizontes subsuperficiales, siendo en el hor. Bw donde estos presentan un mayor desarrollo y consistencia.

Se forma sobre roca cuarcítica y bajo vegetación de planifolios, entre los que destacan robles y quejigos que nos hablan de una climax formada en unas condiciones climáticas más húmedas que las actuales y de la que esta zona constituye una especie de reducto. El escaso desarrollo del solum ( 27 cms.) lo tenemos que atribuir a su fuerte pendiente.

Presenta un pH ligeramente ácido ( 6-5,5) y con un contenido en hierro y aluminio relativamente elevado, observándose que tanto las formas totales como libres disminuyen con la profundidad; mientras que la sílice, absolutamente mayoritaria en este suelo, aumenta con la misma. Todo esto nos indica que conforme avanza la alteración, la sílice sufre un cierto proceso de lavado, mientras que el hierro y aluminio conforme se liberan son floculados "in situ", probablemente debido a la formación de complejos organominerales estables, con lo que se acumulan.

La materia orgánica se concentra fundamentalmente en el solum y dentro de él en el hor. Ah; mientras que decrece bruscamente en los horizontes C. Se presenta medianamente descompuesta como nos lo pone de manifiesto su relación  $C/N \simeq 15$  y con un grado de humificación intermedio que viene reflejado por su relación  $AH/AF \simeq 0,7$ . El ritmo de descomposición de esta materia orgánica lo podemos ver comparando el porcentaje de sus constituyentes en la hojarasca y en el hor. Ah. (tabla nº14).

% respecto a la Materia Orgánica						
Celulosa						
<u>Hor.</u>	<u>Grasas</u>	<u>Resinas</u>	<u>Polisac.</u>	<u>Hemicelul.</u>	<u>Proteinas</u>	<u>Ligno-Humus</u>
O	5,47	3,19	12,24	48,34	7,79	22,97
Ah	3,51	1,90	10,81	26,68	23,53	42,52

Tabla nº 14.- Fraccionamiento químico de la materia orgánica gruesa de los horizontes O y Ah del perfil nº 19. Método de STEVENSON.

De acuerdo con estos resultados, en el proceso de descomposición de la hojarasca, disminuye el porcentaje de grasas, resinas, polisacáridos y celulosa y hemicelulosa; mientras que se incrementan las proteínas y el ligno-humus. Las grasas, resinas y celulosas y hemicelulosas son las que presentan la mayor tasa de descomposición (desaparecen el 36 % de las grasas, el 40 % de las resinas y el 45 % de celulosas y hemicelulosas), mientras que la menor la presentan los polisacáridos (disminuyen en un 12 %); no obstante, como hemos mencionado en otras partes de esta memoria, esto no quiere decir que los polidacáridos sean más resistentes a la descomposición que las grasas, resinas o celulosas y hemicelulosas, sino que lo debemos atribuir al hecho de que conforme se mineralizan unos se forman otros nuevos a partir de la descomposición de celulosas y hemicelulosas, por lo que el hecho de que disminuyan o se incrementen en una u otra cantidad dependerá de la velocidad de ambos procesos. Por su parte las proteínas se incrementan fuertemente, dado que el nitrógeno conforme se libera, por mineralización de unas proteínas, es reutilizado para formar nuevas proteínas, lo que origina su acumulación que será, teóricamente, tanto mayor cuanto más elevado sea

el grado de descomposición de la materia orgánica. El ligno-humus también se incrementa, aunque en este caso lo tenemos que atribuir a que está constituido por compuestos difícilmente metabolizables.

Con respecto al complejo de cambio, presenta un valor de su capacidad que va paralelo a los contenidos en materia orgánica y arcilla, de ahí que decrezca fuertemente en los horizontes C. Se presenta medianamente saturado, siendo calcio y magnesio los cationes más abundantes, a los que acompañan pequeñas cantidades de potasio y sodio. El incremento, en valores absolutos, de estas bases en los horizontes superficiales nos pone de manifiesto la existencia de un ciclo biogeoquímico relativamente activo, fundamentalmente en el caso del calcio y potasio que no solamente se incrementan en valores absolutos sino que incluso aumentan su porcentaje en el complejo de cambio (30 % de calcio en el hor. C1 y 36 % en el Ah; 1% de potasio en el hor. C1 y 2,4 % en el Ah); mientras que en el caso del magne-sio este incremento en valores absolutos no se refleja en un aumento de su porcentaje en el complejo de cambio, sino que por el con-trario disminuye (26 % de magnesio en el hor. C1 y 10 % en el Ah), lo que nos indica que su acumulación se produce a un ritmo menor que en el caso de calcio y potasio. En cuanto a su grado de saturación, vemos que aumenta con la profundidad, a pesar de que cuantitativamente las bases son mucho más abundantes en superficie, lo que creemos es debido a que los valores de la capacidad de cambio se incrementan más rápidamente de lo que lo hacen las bases.

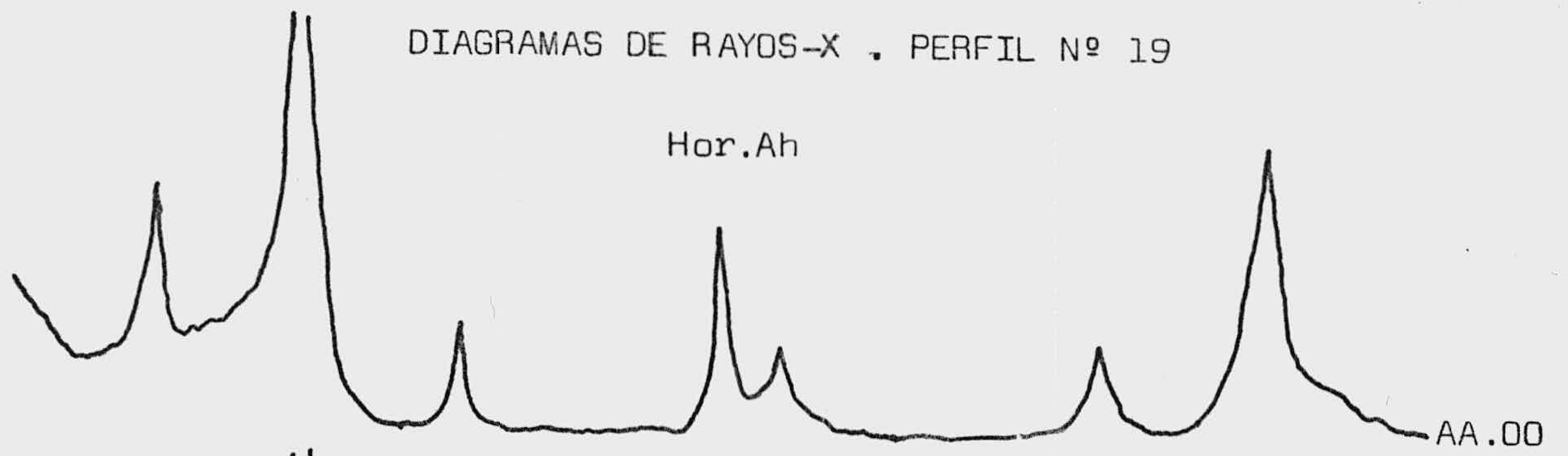
El estudio mineralógico de la fracción arcilla nos pone de manifiesto que las micas son con mucho los minerales laminares más abundantes, a las que siguen cantidades minoritarias de interestratificados y clorita. Estos interestratificados, al igual que en el perfil nº 18, parecen proceder de una transformación de las ilitas,

que en medios pobres en bases abren sus hojas y dejan salir el potasio interfoliar, con lo que aumenta su espaciado basal como podemos ver en los diagramas de rayos-X correspondientes.

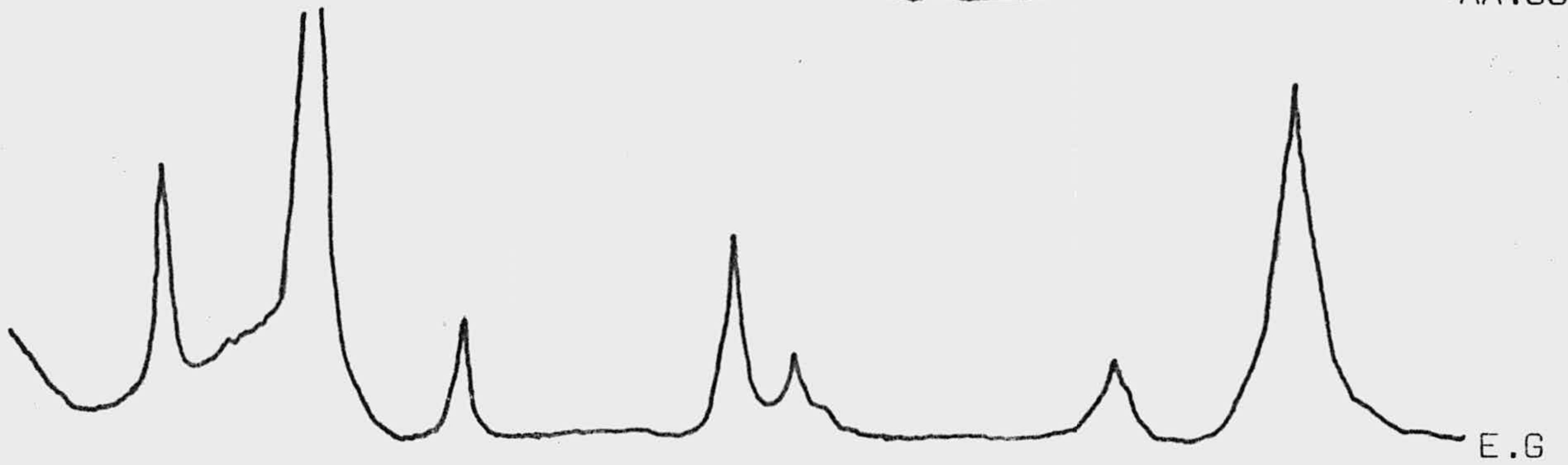
De acuerdo con todo lo anterior, este suelo presenta como únicos horizontes de diagnostico un epipedon Ocricro y un Cámbico, por lo que lo clasificamos como Cambisol y por presentar un grado de saturación superior al 50 % en el horizonte B. como Cambisol eútrico.

DIAGRAMAS DE RAYOS-X . PERFIL Nº 19

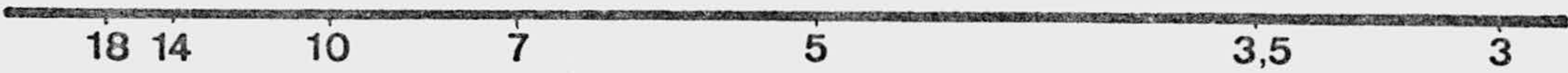
Hor.Ah



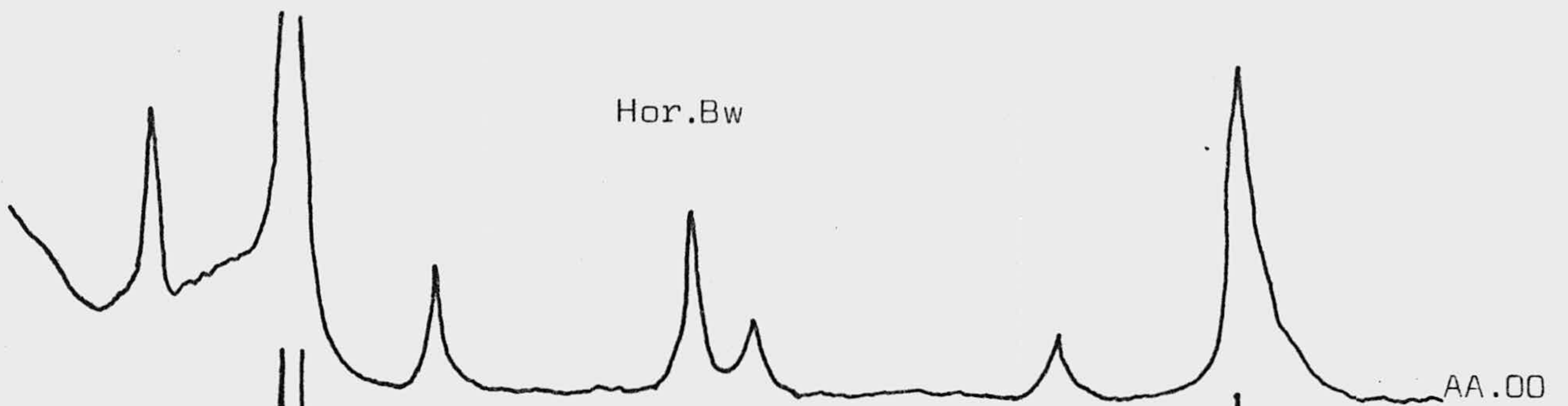
AA.00



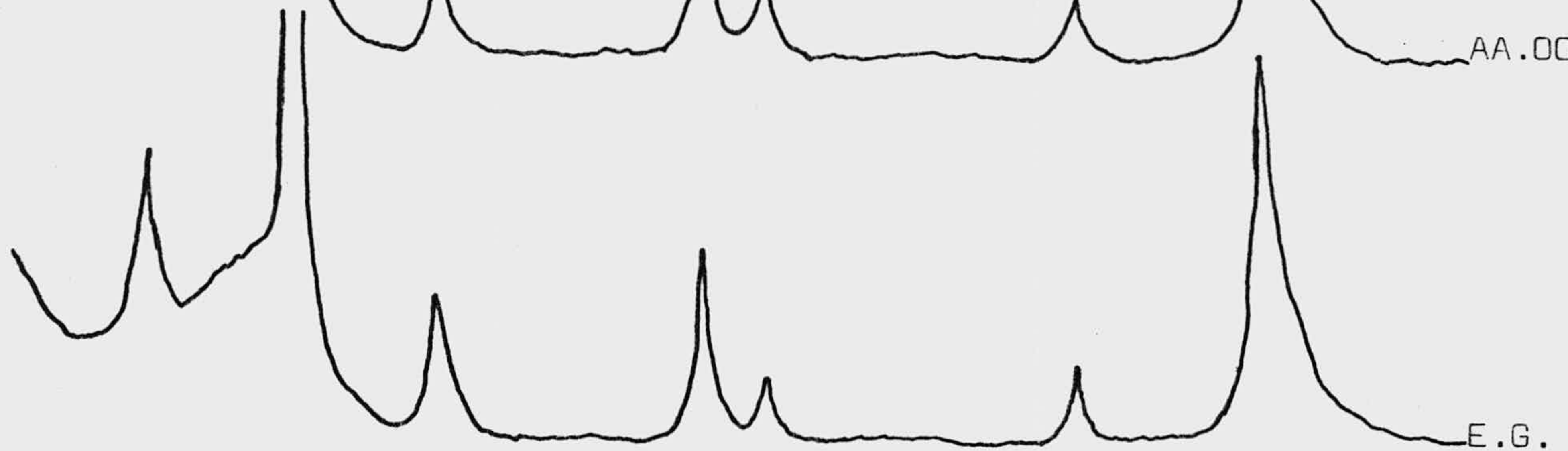
E.G.



Hor.Bw



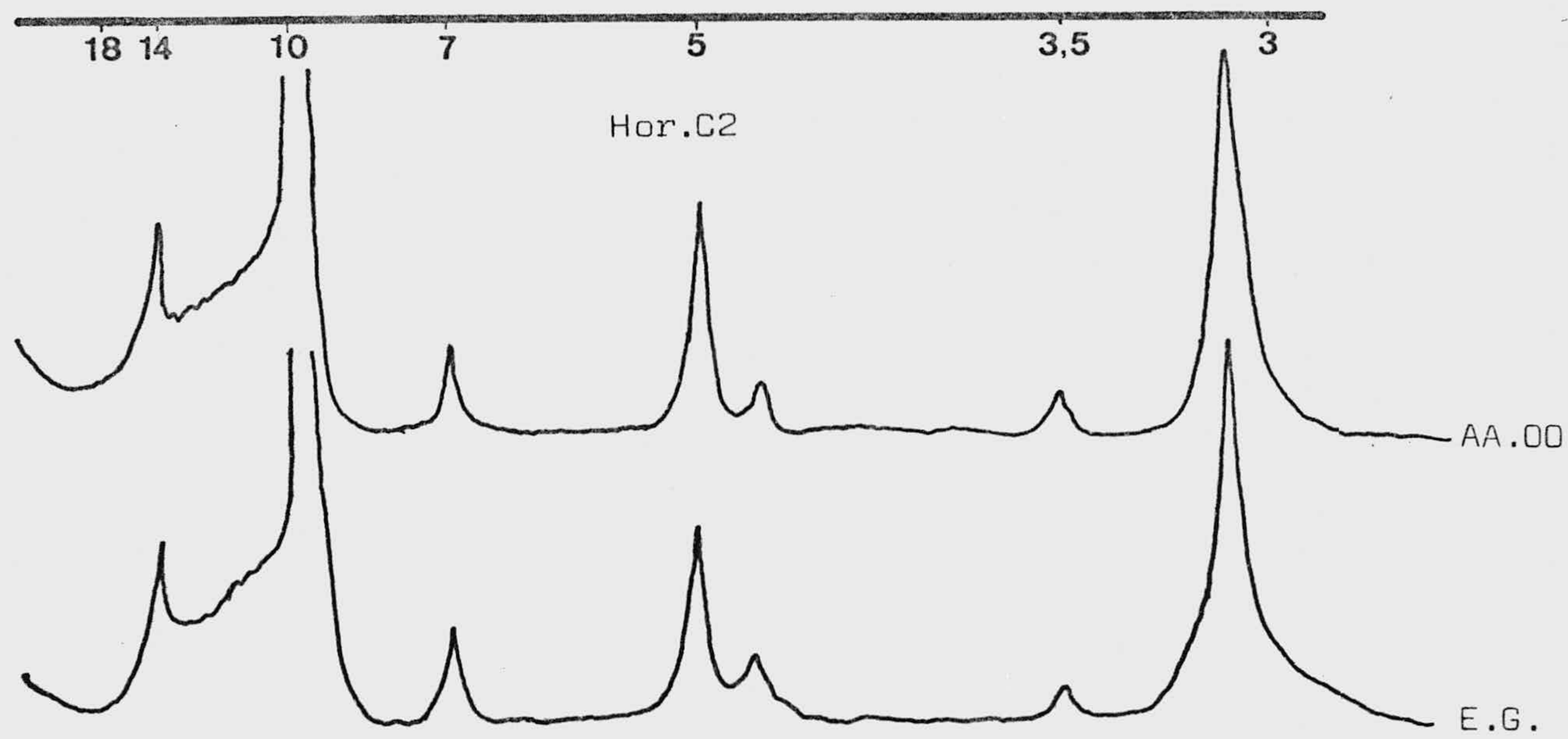
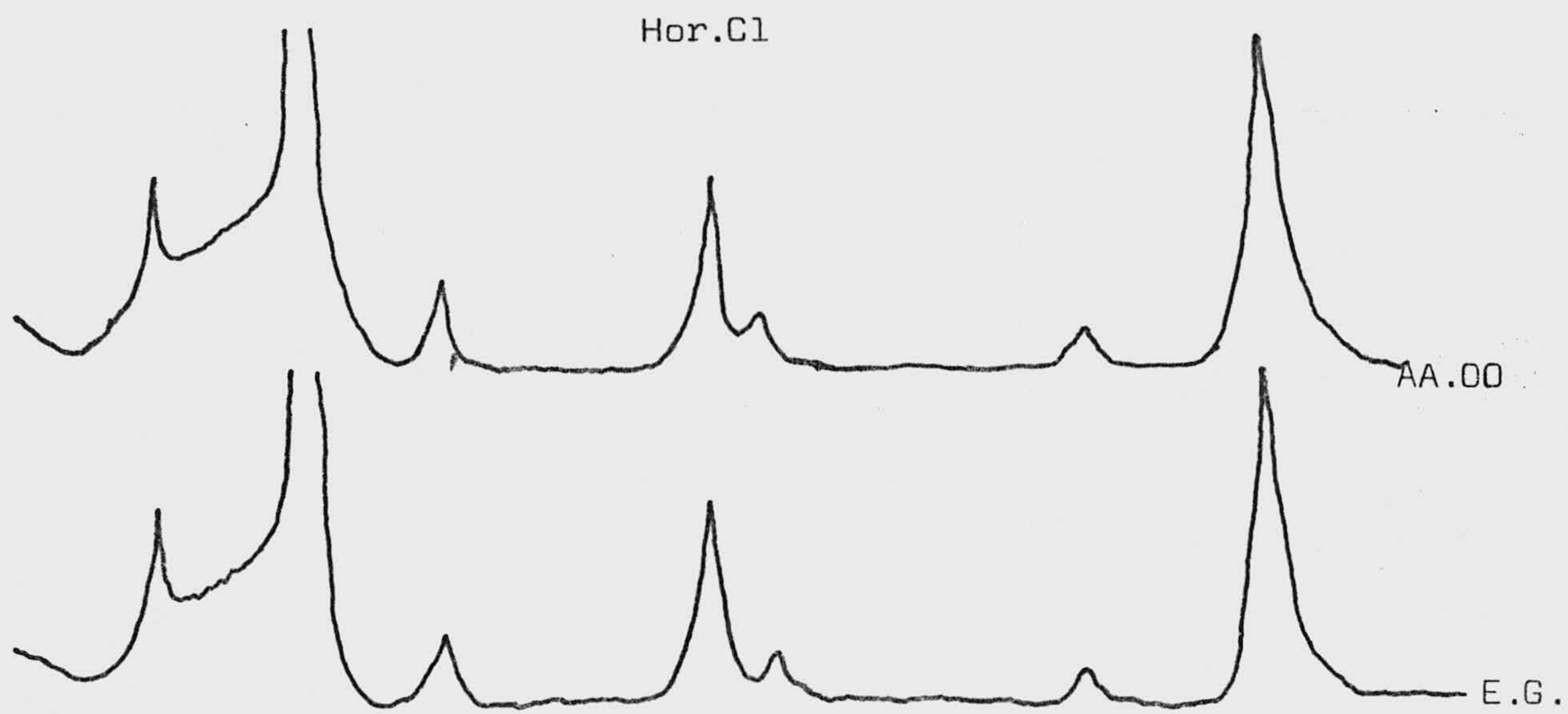
AA.00



E.G.



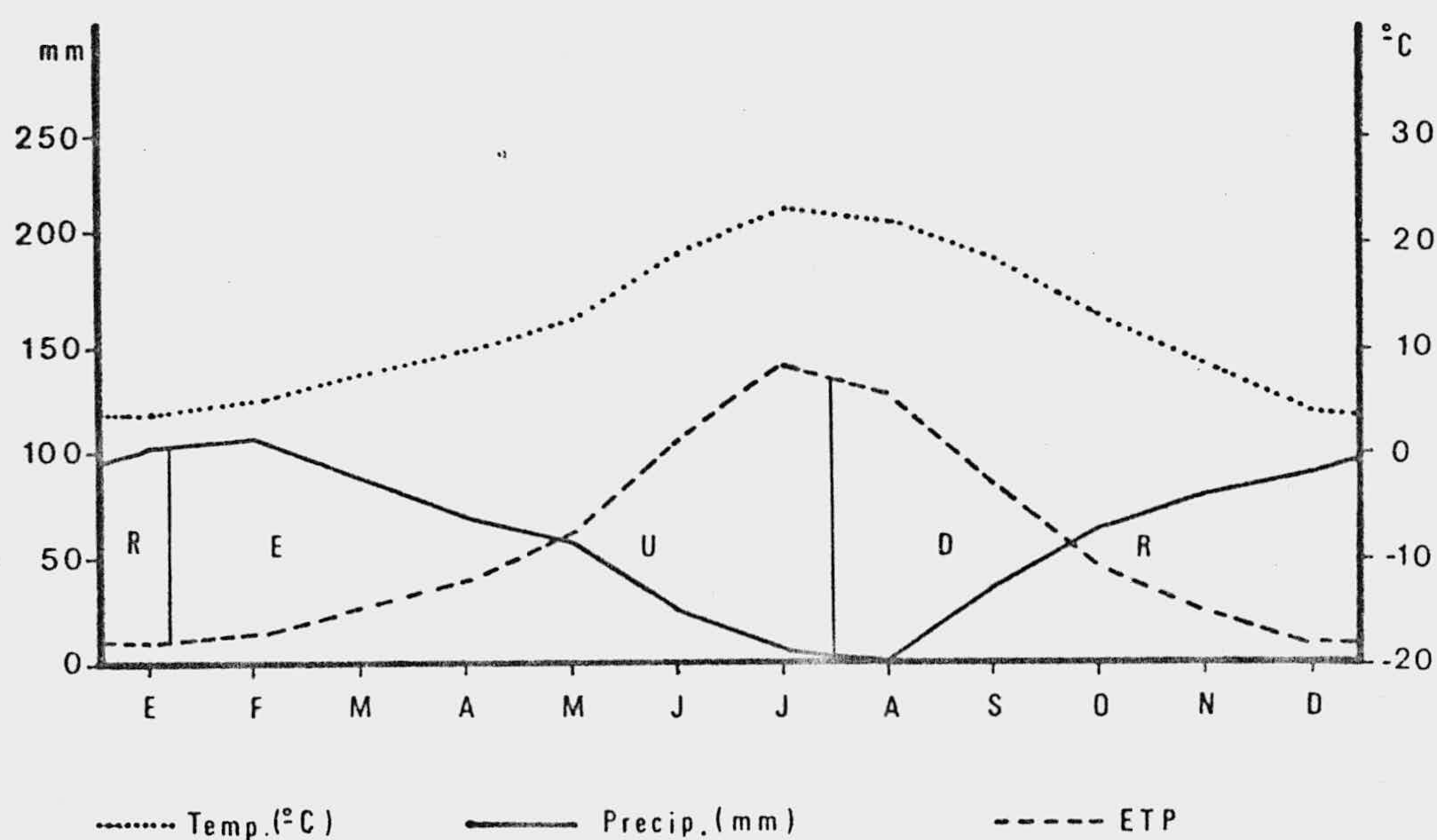




## Perfil n° 20

Balance hídrico

Reserva= 158,7 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	74,7	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	158,7	158,7	158,7	158,7	154,7	73,7	0	0	0	15,5	70,0	147,5

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL N° 20

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>546- <sup>41</sup>249      Fecha de recogida: 10-6-1981

Altitud.- 1.390 mts.

Pendiente.- 33 %

Orientación.- Norte

Condiciones de humedad.- Húmedo todo el perfil

Drenaje.- Clase 3. Moderadamente bien drenado

Pedregosidad.- Clase 1. Moderadamente pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 0. Ninguna o muy pocas rocas

Material original.- Cuarcitas y filitas

Clasificación.- Cambisol eútrico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
0	2-0	Capa de hojarasca sin descomponer
Ah	0-10	Color 10YR 4/3 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 10YR 5'5/3 de pardo a pardo pálido en seco. Textura de franca a franco-arcillo - arenosa y estructura migajosa fina. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, ligeramente duro y friable. Porosidad muy abundante con poros de todos los tipos. Muy escasa grava y comunes raíces muy finas y finas. Límite neto y plano.
Bw1	10-30	Color 7'5YR 5'5/4 pardo en húmedo y 7'5YR 5'5/6 de pardo fuerte a amarillo rojizo en seco. Textura de franca a franco-arcillo-arenosa y estructura en bloques subangulares medianos y algunos gruesos. Duro, ligeramente adherente, plástico y firme. Porosidad abundante, aunque menor que en el horizonte Ah. Escasos

fragmentos rocosos de tamaño piedra y más abundante grava de naturaleza cuarcítica. Contenido en raíces comunes y de tamaño finas y medianas. Límite plano y gradual.

Bw2 30-43

Color 7'5YR 5'5/4 pardo en húmedo y 7'5YR 6/4 pardo claro en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares medianos. Duro, plástico, ligeramente adherente y firme. Porosidad algo mayor que en el horizonte anterior como consecuencia de su mayor contenido en fragmentos rocosos de tamaño piedra y grava, de naturaleza cuarcítica. Pocas raíces finas y medianas. Límite neto y plano.

2C 43-60

Color 2'5Y 6/2 gris parduzco claro en húmedo y 2'5Y 7/2 gris claro en seco. Textura frano limosa y estructura casi masiva, en bloques angulares muy gruesos. Muy duro, plástico, adherente y firme. Escasa porosidad y ausencia de fragmentos rocosos. Muy escasa raíces de tamano grueso y mediano. Es la filita en vías de alteración. Límite gradual y ligeramente ondulado.

2R > 60

Filita prácticamente sin alterar.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0 - 10	12,7	22,7 (26,0)	22,5 (25,8)	24,0 (27,5)	18,1 (20,7)	-	6,68
Bw1	10 - 30	20,1	18,1 (22,7)	20,4 (25,5)	21,9 (27,4)	19,5 (24,4)	-	6,50
Bw2	30 - 43	28,6	19,6 (27,4)	18,6 (26,0)	19,5 (27,4)	13,7 (19,2)	-	7,55
2C	43 - 60	-	- (8,3)	- (23,7)	- (53,6)	- (14,4)	-	8,10
2R	> 60	-	- (23,0)	- (20,4)	- (46,0)	- (10,6)	-	8,28

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N%	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V%
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	6,46	0,294	22,0	0,62	0,90	16,75	5,7	0,04	0,37	24,88	22,93	92,16
Bw1	1,84	0,108	17,0	0,15	0,30	5,82	3,03	0,06	0,12	13,71	9,03	65,86
Bw2	0,55	0,056	9,8			3,54	1,67	0,17	0,07	6,68	5,45	81,59

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA A

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	-	*****	-	*	tr
Bw1	-	*****	-	*	tr
Bw2	-	*****	-	*	tr
2C	-	*****	-	tr	-
2R	-	*****	-	tr	-

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	3,6	2,2	8,9	0,017	74,8
Bw1	4,1	2,6	11,9	0,006	68,6
Bw2	4,8	2,3	11,6	0,006	78,0
2C	6,2	2,5	17,9	0,008	57,3
2R	7,0	1,5	19,7	0,004	56,8

El mayor desarrollo que presenta este perfil, en relación con el perfil nº 19, puede tener varias justificaciones; en primer lugar su posición más baja en la ladera, en segundo su pendiente menos acusada y en tercer lugar la presencia en esta zona de terrazas antiguas que indiscutiblemente tuvieron que originar movimientos de terreno con pérdidas en unos sitios y acumulación en otros, viendose la zona donde se recogió el perfil favorecida por nuevos aportes.

El material original que ha dado lugar a este suelo son fragmentos de cuarcitas depositados sobre filitas de colores violaceos-azulados, lo que hace que se presente una discontinuidad brusca y fácilmente observable en el estudio macromorfológico. Nosotros, en la descripción, nos vamos a referir fundamentalmente al suelo desarrollado sobre los fragmentos cuarcíticos.

Otro hecho destacable y que nos puede explicar en parte las características de este suelo es su vegetación, en la cual se observa, comparandola con el perfil nº 19, un incremento de encinas, disminución de quejigos y desaparición de los robles, lo que de alguna manera nos indica una mayor intervención humana con tala del bosque primitivo o bien unas condiciones climáticas más xéricas que impiden el desarrollo de estas especies húmedas; aunque lo más probable es que se deba a ambos hechos, es decir que primeramente tuvo lugar un cambio climatológico hacia condiciones más xéricas, con lo que los robles quedaron como relictos, posteriormente las talas los hicieron desaparecer y las nuevas condiciones no han permitido su restablecimiento, con lo que se conservan únicamente en aquellas zonas (perfil nº 19) respetadas por el hombre.

Este suelo presenta una textura entre franca y franco arcillo arenosa que se hace más gruesa en el hor. Bw2 (franco arenosa).

Su estructura varia de migajosa en el hor.Ah a bloques subangulares en los hor.Bw.El pH se encuentra proximo a la neutralidad,con fuertes incrementos en la zona afectada por las filitas.Su contenido en sesquioxidos sigue un comportamiento completamente distinto al perfil nº 19,aquí el hierro y aluminio total aumentan con la profundidad,mientras que es la silice la que disminuye;con respecto a las formas libres,estas presentan valores alternantes en función del horizonte de que se trate,así el hierro libre se incrementa en el hor.Bwl lo que nos pone de manifiesto la alteración preferencial del mismo.

La materia orgánica se concentra fundamentalmente en el hor.Ah y en cantidades muy elevadas,lo que en cierto modo nos indica el escaso grado de descomposición y mineralización de la misma, que concuerda con su elevada relación C/N = 22,0.Presenta un grado de humificación intermedio,con una relación AH/AF = 0,69.

Hor.	% respecto a la Materia Orgánica					
	Grasas	Resinas	Polisac.	Celulosa + Hemicelul.	Proteinas	Ligno-Humus
0	4,03	5,33	8,42	44,22	9,42	28,58
Ah	2,31	2,78	5,92	35,38	18,19	35,42

Tabla nº 15.- Fraccionamiento químico de la materia orgánica gruesa de los horizontes 0 y Ah del perfil nº 20.Método de STEVENSON

Si comparamos el ritmo de descomposición de su materia orgánica (tabla nº 15) con la del perfil nº 19 encontramos algunas

diferencias que pueden llegar a ser significativas. En primer lugar si comparamos la composición cuantitativa de ambas hojarascas, vemos como la de este perfil es más rica en lignina, resinas y proteínas, mientras que es más pobre en grasas, polisacáridos y celulosas y hemicelulosas; de lo que deducimos que, a excepción de las proteínas, es una hojarasca más rica en compuestos difícilmente metabolizables (ej. lignina), lo que en principio dificultaría más su descomposición. En segundo lugar, si comparamos el ritmo de descomposición o mineralización de los distintos constituyentes vemos como aquí la descomposición de celulosas y hemicelulosas es menor (desaparece el 20 %, frente al 45 % del perfil nº 19), mientras que los polisacáridos se descomponen en mayor proporción (desaparece el 30 %, frente al 12% del perfil nº 19), lo que en cierta medida está relacionado con la menor descomposición de celulosa y hemicelulosa; con respecto a las proteínas sufren un menor incremento ( se duplican en este perfil, mientras que se triplican en el perfil nº 19) que está de acuerdo con una menor actividad biológica. Todo esto nos confirma en la idea de que la materia orgánica de este suelo se presenta menos descompuesta que la del perfil nº 19, lo que podemos atribuir a la diferente composición de los restos orgánicos y probablemente a una variación en la población microbiana encargada de dicha descomposición, condicionada por un microclima más seco.

Con respecto al complejo de cambio, presenta unos valores de capacidad superiores al perfil nº 19, que están de acuerdo con su mayor contenido en materia orgánica y arcilla. Calcio y magnesio son los cationes mayoritarios, a los que acompañan pequeñas cantidades de potasio y sodio, y el incremento de todos ellos, excepto sodio, en los horizontes superficiales nos pone en evidencia su intervención en el ciclo biogeoquímico; no obstante el porcentaje de cada uno de



ellos en el complejo de cambio, así como el grado de saturación de dicho complejo, varían de una forma que en principio podríamos considerar ilógica (disminuye en el hor. Bw1 y vuelve a aumentar en el Bw2) pero que no lo es tanto si tenemos en cuenta las características particulares del perfil. De acuerdo con estas, el elevado contenido en bases del horizonte Ah se puede justificar tanto por el ciclo biogeoquímico como por su posición en la parte baja de ladera que junto a las remociones de terreno mencionadas anteriormente podrían dar lugar a una contaminación superficial; en cuanto a que el grado de saturación y porcentajes de calcio, magnesio y potasio disminuyan en el hor. Bw1 y vuelvan a aumentar en el hor. Bw2 nos lo podría explicar la existencia de una contaminación procedente de los materiales filitosos del hor. 2C. Pero sea cual sea la justificación que consideremos válida, lo cierto es que el grado de saturación de este suelo es superior al del perfil nº 19 y este hecho no lo podemos atribuir exclusivamente a procesos de contaminación, sino que además tenemos que contar con variaciones en la composición química de las cuarcitas sobre las que se forman, como nos lo demuestra el mayor contenido tanto en hierro como en aluminio total de este perfil nº 20.

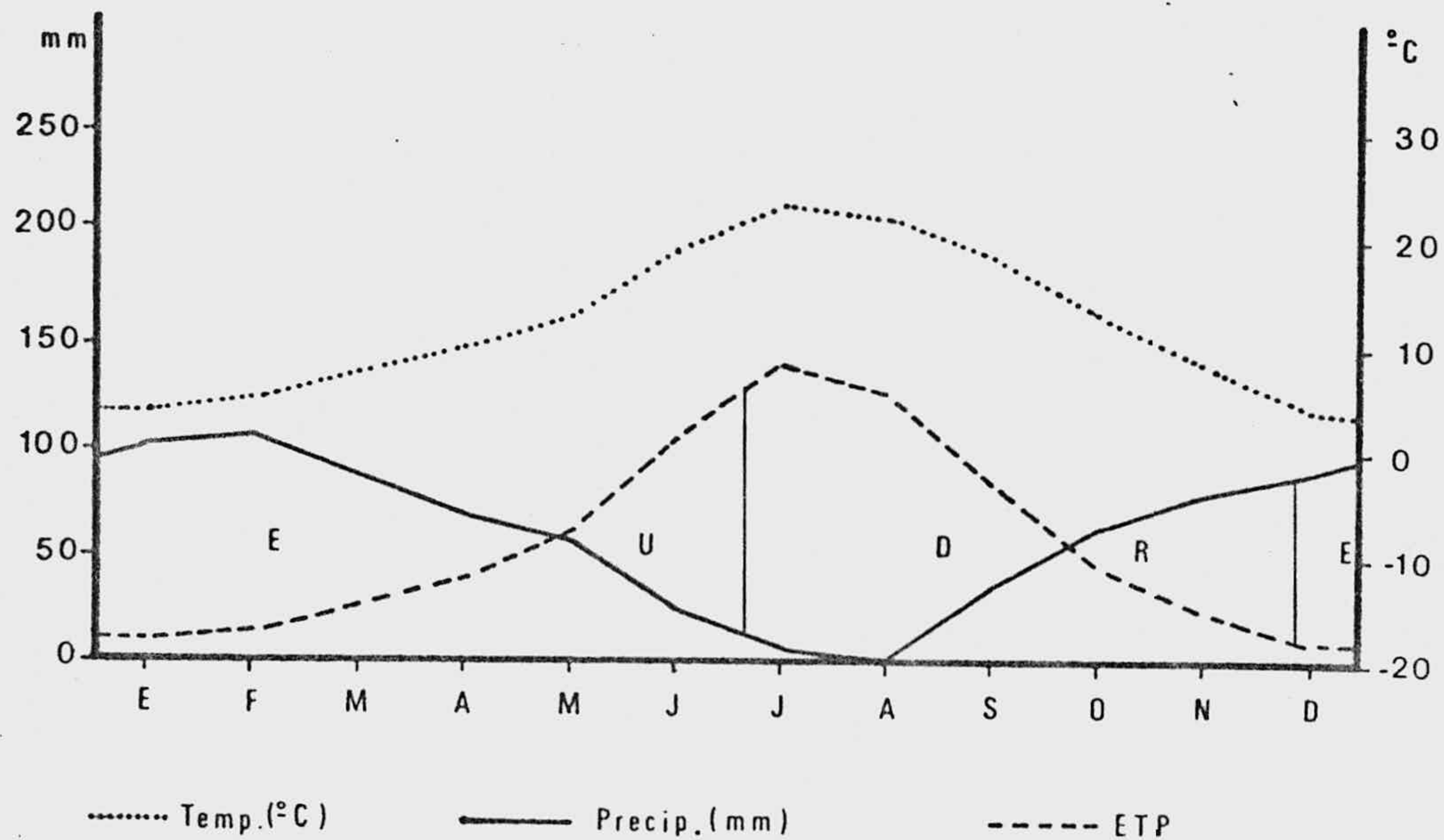
Las micas son con mucho los minerales laminares más abundantes dentro de la fracción arcilla de este suelo, acompañadas de cantidades muy escasas de cloritas e interestratificados. Quizás lo más destacable de esta fracción sea la escasa cantidad de interestratificados.

Como vemos el suelo presenta un epipedon Ocrico seguido de un horizonte Cámbico, por lo que lo clasificamos como Cambisol y por presentar un grado de saturación mayor del 50 % en el horizonte B. como Cambisol eútrico.

## Perfil n° 21

Balance hídrico

Reserva = 66,6 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	88,4	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	66,6	66,6	66,6	66,6	62,4	0	0	0	0	15,5	66,6	66,6

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 21

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>542- <sup>41</sup>248      Fecha de recogida: 7-5-1981  
 Altitud.- 1.490 mts,  
 Pendiente.- 42 %  
 Orientación.- Norte  
 Condiciones de humedad.- Húmedo todo el perfil  
 Drenaje.- Clase 4. Bien drenado  
 Pedregosidad.- Clase 1. Moderadamente pedregoso  
 Afloramientos rocosos.- Clase 1. Moderadamente rocoso  
 Material original.- Cuarcitas  
 Clasificación.- Regosol dístico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-8	Color 10YR 4/2 pardo grisáceo oscuro en húmedo y 10YR 6/3 pardo pálido en seco. Textura arenosa franca y estructura migajosa de consistencia debil. Muy friable, blando, ligeramente adherente y no plástico. Porosidad muy abundante y con escasos fragmentos rocosos de tamaño grava. Muy abundante contenido en raíces finas y muy finas, escasas medianas. Límite neto y plano.
AC	8-14	Color 10YR 5/3 pardo amarillento en húmedo y 10YR 6/3 pardo pálido en seco. Textura arenosa franca y estructura en bloques angulares de debil consistencia. Friable, ligeramente adherente y no plástico. Porosidad algo menor que la del horizonte Ah y de la misma naturaleza. Frecuentes fragmentos rocosos de naturaleza cuarcítica. Raíces en cantidad media. Límite difuso y ondulado.

C &gt; 14

Color 10YR 6/3 pardo pálido en húmedo y 10YR 7/2 gris claro en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares finos y de consistencia débil. Friable, ligeramente adherente y ligeramente plástico. Porosidad frecuente y abundantes fragmentos rocosos de naturaleza cuarcítica. Algo menor contenido en raíces y estas más gruesas que en el horizonte AC.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-8	16,8	33,1(39,8)	27,9(33,5)	14,6(17,6)	7,6(9,1)	-	5,94
AC	8-14	45,6	21,4(39,4)	17,6(32,3)	10,2(18,8)	5,2(9,5)	-	5,67
C	>14	26,7	17,6(24,0)	20,2(27,6)	25,1(34,3)	10,3(14,1)	-	5,33

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	5,29	0,208	25,4	0,76	0,76	6,54	1,97	0,02	0,23	19,02	8,76	46,05
AC	1,27	0,064	19,8	0,18	0,31	2,37	1,34	0,02	0,14	8,28	3,87	46,74
C	0,36					1,39	1,01	0,02	0,08	7,52	2,50	33,24

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	-	*****	-	*	tr
AC	-	*****	-	*	tr
C	-	*****	-	*	tr

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	2,3	1,3	4,8	0,008	71,3
AC	2,8	1,2	3,9	0,006	66,0
C	5,5	1,5	15,4	0,004	60,2

Este suelo se encuentra situado en las proximidades del perfil nº 19, no obstante su vegetación ha sido sometida a constantes manipulaciones por parte del hombre; en primer lugar se taló el bosque de robles y quejigos primitivos, para instalar en él una repoblación de pinos, los cuales fueron posteriormente talados y actualmente está rebrotando de nuevo la vegetación natural.

Una de las características que más nos llama la atención, es el escaso desarrollo y evolución del suelo (ausencia de horizonte B) que, dada su proximidad con el perfil nº 19, pensamos vienen inducidos por las diversas manipulaciones de su vegetación que motivaron un incremento en los procesos erosivos.

Presenta una textura relativamente gruesa en superficie (arenosa franca) que se hace más fina con la profundidad (franco arenosa), lo que nos pone de manifiesto una pérdida de materiales finos (limo y arcilla) por parte de los horizontes superficiales, pérdida que debemos atribuir a un lavado lateral como consecuencia de su pendiente y escasa densidad de vegetación. Su estructura varía de migajosa fina en el hor. Ah a bloques angulares finos en los horizontes superficiales, aunque en ningún caso estas estructuras presentan un buen desarrollo, lo que nos pone de manifiesto el bajo grado evolutivo de este suelo.

Su pH es relativamente ácido en todo el perfil ( $< 6$ ) y disminuye regularmente con la profundidad; mientras que los contenidos en hierro y aluminio total se incrementan con la misma, lo que nos confirma en la idea del empobrecimiento superficial por lavado lateral.

La materia orgánica se concentra fundamentalmente en el horizonte superficial y se presenta escasamente transformada ( $C/N > 25$ ), aunque, de acuerdo con la relación  $AH/AF = 1$ , la humificación de sus compuestos húmicos es mayor que en el perfil nº 19.

Su capacidad de cambio es relativamente elevada en el horizonte superficial, como consecuencia de su riqueza en materia orgánica, y decrece con la profundidad. El complejo de cambio se encuentra dominado por calcio y magnesio, acompañados de cantidades minorita-rias de potasio y sodio. Al igual que en los suelos anteriores, estas bases se incrementan en superficie, poniendonos de manifiesto la actuación del ciclo biogeoquímico, aunque este es cuantitativamente inferior al de los perfiles nºs 19 y 20, lo que está en relación con su vegetación menos densa. Su grado de saturación es inferior al 50 % en todo el perfil, lo que de alguna manera nos pone de manifiesto su pobreza en bases, y que podemos atribuir tanto a la baja intensidad del ciclo biogeoquímico como al mayor lavado lateral de estas.

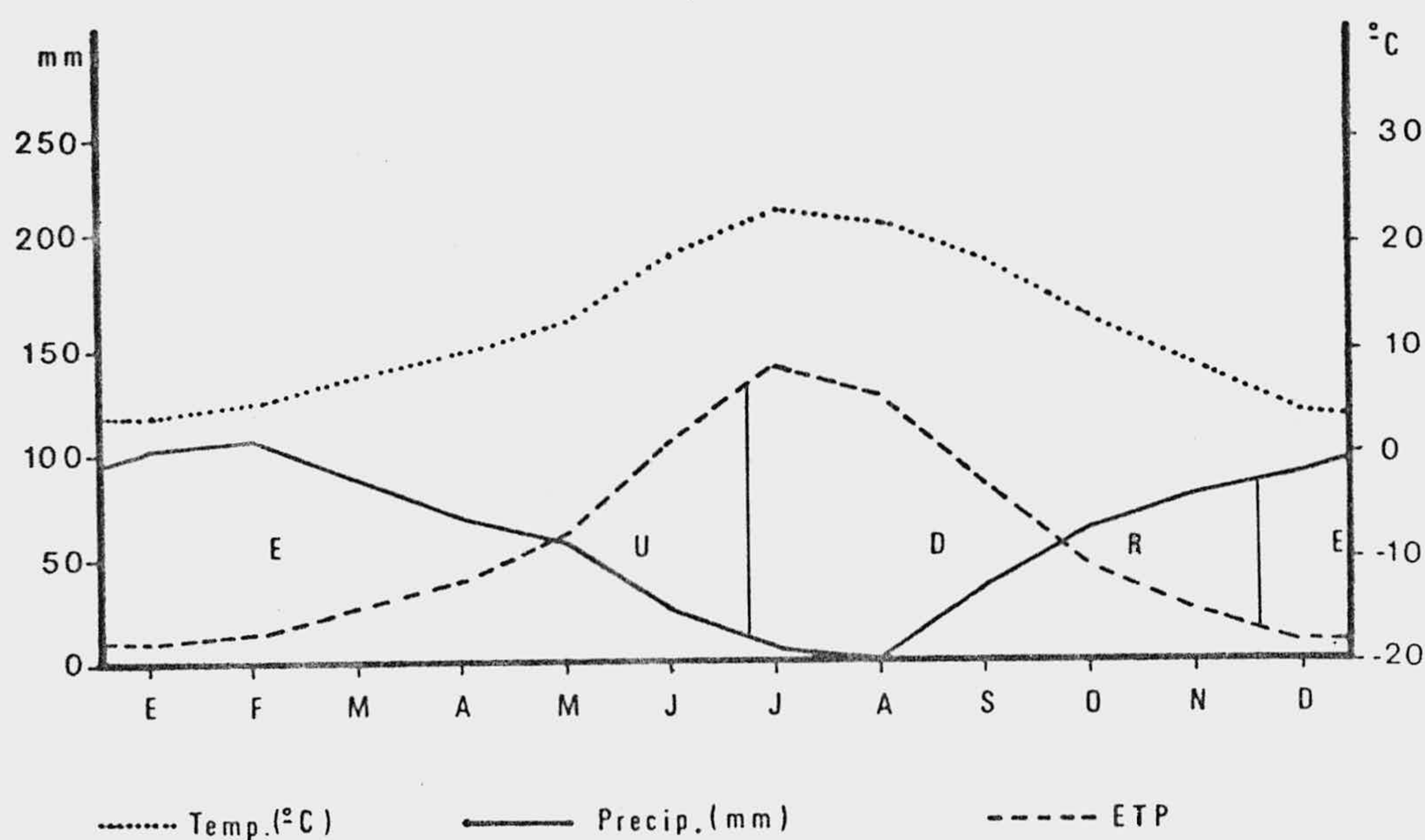
En el estudio mineralógico de la fracción arcilla es de destacar el hecho de que las micas son los minerales laminares casi exclusivos, acompañadas de escasas cantidades de cloritas e interestratificados.

Como vemos este suelo presenta como único horizonte de diagnostico un epipedon Ocrico por lo que lo clasificamos como Regosol ya que la roca compacta y dura se presenta a una profundidad superior a los 10 cms. de profundidad, y por poseer un grado de saturación inferior al 50 % entre 20 y 50 cms. como Regosol dístrico.

## Perfil nº 22

Balance hídrico

Reserva= 49,2 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp.(°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	71,0	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	49,2	49,2	49,2	49,2	45,0	0	0	0	0	15,5	49,2	49,2

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xèrico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico



## PERFIL Nº 22

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>549- <sup>41</sup>250 Fecha de recogida:20-5-1981

Altitud.- 1.385 mts.

Pendiente.- 23 %

Orientación.- Norte

Condiciones de humedad.- Húmedo todo el perfil

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 0. Sin piedras o con muy pocas

Afloramientos rocosos.- Clase 0. Ninguna o muy pocas piedras

Material original.- Cuarcitas y filitas

Clasificación.- Regosol dístico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
O	2-0	Capa de acículas de pino
Ah	0-4	Color 10YR 4/2 pardo grisáceo oscuro en húmedo y 10YR 6/2 gris parduzco claro en seco. Textura arenosa franca y estructura <u>mi</u> gajosa mediana de debil consistencia. No plás <u>tico</u> , no adherente y muy friable. Porosidad muy abundante y con escasos fragmentos roco <u>so</u> s. Escasa actividad biológica y bajo conte <u>nido</u> en raíces de tamaño mediano y fino. Lí <u>mi</u> te neto y plano.
AC	4-15	Color 10YR 5/3 pardo en húmedo y 10YR 7/3 pardo muy pálido en seco. Textura arenosa franca y estructura en bloques angulares <u>me</u> dianos de consistencia debil. No plástico, muy ligeramente adherente y friable. Porosidad frecuente y con escasos fragmentos rocosos de tamaño grava y naturaleza cuarcítica. Muy escasas raíces. Lí <u>mi</u> te neto y plano.

C1 15-30

Color 10YR 5/3 pardo en húmedo y 10YR7/3 pardo muy pálido en seco. Textura arenosa franca y estructura en bloques angulares medianos de consistencia debil. Friable, muy ligeramente adherente y no plástico. Porosidad frecuente y un contenido medio en fragmentos rocosos de naturaleza cuarcítica. Escaso contenido en raíces de tamaño mediano, grueso y muy grueso. Limite gradual y plano.

C2 > 30

Color 10YR 6/2 gris parduzco en húmedo y 10YR 7/2 gris claro en seco. Textura franco arenosa y sin estructura manifiesta. Friable, no plástico y ligeramente adherente. Porosidad semejante a la del horizonte anterior pero con mayor contenido en fragmentos rocosos y muy escasas raíces gruesas y muy gruesas.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-4	21,3	38,2(48,6)	26,4(33,5)	9,9(12,6)	4,2(5,3)	-	6,39
AC	4-15	24,5	33,4(44,2)	24,0(31,8)	12,6(16,7)	5,5(7,3)	-	5,87
C1	15-30	22,7	35,0(45,3)	20,2(26,2)	15,5(20,0)	6,6(8,5)	-	5,35
C2	> 30	34,8	25,2(38,6)	13,8(21,2)	19,2(29,5)	7,0(10,7)	-	5,09

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	2,61	0,116	22,5	0,30	0,49	3,81	1,65	0,04	0,13	9,50	5,63	59,26
AC	0,82	0,054	15,2	0,11	0,19	1,30	0,86	0,03	0,07	4,87	2,35	48,25
C1	0,48	0,048	10,0	0,04	0,10	0,83	0,62	0,03	0,04	4,77	1,52	31,86
C2	0,29	0,047	6,2	0,01	0,08	0,67	0,60	0,03	0,04	4,22	1,34	31,75

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	-	*****	tr	tr	**
AC	-	*****	tr	tr	**
C1	-	*****	tr	tr	**
C2	-	*****	tr	tr	**

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	1,9	0,7	4,6	0,009	75,7
AC	2,4	1,0	5,5	0,010	81,1
C1	3,2	1,1	6,9	0,015	77,6
C2	4,0	1,1	10,9	0,010	70,7

Este suelo se presenta bajo una vegetación de pinos repoblados de gran cobertura de copas que apenas dejan pasar la luz, por lo que su sotobosque es prácticamente inexistente.

Presenta una textura arenosa franca que permanece prácticamente constante con la profundidad, a excepción del horizonte más profundo (hor.C2) en el que se incrementa el contenido en limo y arcilla y su textura pasa a franco arenosa; aunque de hecho estos elementos finos aumentan con la profundidad. Su estructura es migajosa en el hor.Ah y pasa a bloques angulares en los horizontes AC y C1; no obstante la débil consistencia que presentan todas ellas nos pone de manifiesto el escaso grado evolutivo que presenta este suelo. Como vemos ambas características parecen relacionarnos este perfil con el nº 21.

La materia orgánica se concentra fundamentalmente en el hor.Ah y presenta un grado de transformación aceptable para el tipo de vegetación de que se trata, como nos lo pone de manifiesto su relación  $C/N = 22,5$  y una humificación de mediana a baja ( $AH/AF = 0,61$ ). A este respecto hay que destacar el hecho de que esta relación  $AH/AF$ , tanto en este perfil como en el nº 21, disminuye con la profundidad, mientras que aumenta con la misma en los perfiles nºs 19 y 20; lo que de alguna manera nos indica variaciones en el proceso de humificación de ambos grupos de suelos.

Al igual que en los perfiles anteriores, comparando el porcentaje de los distintos constituyentes orgánicos existentes en la hojarasca de pino y en el horizonte Ah (tabla nº 16) podemos establecer su ritmo de descomposición.

% respecto a la Materia Orgánica						
Celulosa						
<u>Hor.</u>	<u>Grasas</u>	<u>Resinas</u>	<u>Polisac.</u>	<u>Hemicelul.</u>	<u>Proteinas</u>	<u>Ligno-Humus</u>
O	9,62	5,58	5,63	50,86	2,45	25,86
Ah	4,21	3,57	7,38	29,08	16,19	39,57

Tabla nº 16.- Fraccionamiento químico de la materia orgánica gruesa de los horizontes O y Ah del perfil nº 22. Método de STEVENSON.

De acuerdo con estos resultados se observa una disminución de las grasas, resinas y celulosas y hemicelulosas; mientras que se incrementan los polisacáridos, proteínas y ligno-humus. Cuantitativamente esta descomposición es relativamente elevada, desapareciendo el 56 % de las grasas, 36 % de resinas y el 43 % de celulosas y hemicelulosas; por su parte el incremento de polisacáridos y ligno-humus está relacionado directa o indirectamente con la fuerte descomposición de celulosa, mientras que el aumento de proteínas lo está con la actividad biológica. Por tanto y en función de estos datos, que por otra parte están de acuerdo con la relación C/N, el grado de descomposición de la hojarasca es más que aceptable si bien esta descomposición no va acompañada de una buena humificación.

En cuanto al contenido en hierro y aluminio total vemos que aumenta con la profundidad, lo que nos indica una pérdida de los mismos en los horizontes superficiales, pérdida que es tanto mayor cuanto más nos acerquemos a la superficie; con respecto a las formas libres también se observa un incremento, aunque muy ligero, con la profundidad. Estos hechos, junto al escaso grado de polimerización de

sus compuestos orgánicos podría sugerirnos la posibilidad de que se formasen complejos organo-minerales solubles que migrarían en el perfil, aunque en todo caso este proceso sería cuantitativamente escaso.

La capacidad de cambio es relativamente escasa, como corresponde a sus bajos contenidos en arcilla y materia orgánica; se presenta de mediana a escasamente saturado, en función del horizonte de que se trate, siendo calcio y magnesio los cationes mayoritarios a los que acompañan pequeñas cantidades de potasio y sodio. Al igual que en todos los suelos estudiados, podemos observar como estas bases se concentran en los horizontes superficiales como consecuencia de la actuación del ciclo biogeoquímico, si bien cuantitativamente su actuación es inferior a la de los otros suelos de esta unidad. Con respecto a su grado de saturación, vemos que es relativamente elevado en el horizonte superficial, lo que no podemos atribuir a una elevada acumulación de bases, sino más bien a su baja capacidad de cambio.

Con respecto a la mineralogía de la fracción arcilla, las micas son los minerales laminares más abundantes, a las que acompañan pequeñas cantidades de interstratificados y trazas de caolinita y clorita.

En función de todo lo expuesto anteriormente, este suelo presenta un epipedon Ocrico como único horizonte de diagnóstico, por lo que lo clasificamos como Regosol al presentarse la roca compacta y dura a más de 10 cms. de profundidad, y por presentar un grado de saturación inferior al 50 % entre 20 y 50 cms. como Regosol dístrico.

Una vez estudiados los suelos de esta subunidad SI-2a y comprobadas, mediante análisis, algunas de las variaciones observadas en el estudio macromorfológico, hemos intentado establecer en que medida las modificaciones introducidas por el hombre en la vegetación,

influyen en la naturaleza y propiedades de la materia orgánica de estos suelos. Con este fin hicimos un estudio más exhaustivo de la materia orgánica de los horizontes Ah de los perfiles n<sup>o</sup>s. 19, 21 y 22.

En primer lugar se llevó a cabo un fraccionamiento para separar las distintas formas en que se presentaban los constituyentes orgánicos. Para ello empleamos el método de Dabin modificado por Almendros. Los resultados los podemos ver en la tabla n<sup>o</sup> 17.

Muestra	% respecto al Carbono total							
	MOL	HH	AH	AF	HIE	RESIDUO	E.H.T.	AH/AF
P.19(Ah)	31,13	12,40	12,66	20,05	1,85	21,90	32,72	0,63
P.21(Ah)	44,23	8,70	9,83	9,07	1,32	26,84	18,90	1,08
P.22(Ah)	45,21	8,05	6,13	13,79	0,77	26,05	19,92	0,44

MOL= materia orgánica libre; HH=humina heredada; AH=ác. húmicos; AF=ác. fúlvicos; HIE=humina de insolubilización extraíble; Residuo=residuo no extraíble; E.H.T.=extracto húmico total.

Tabla n<sup>o</sup> 17.- Fraccionamiento detallado de la materia orgánica del hor. Ah de los perfiles n<sup>o</sup>s. 19, 21 y 22. Método DABIN modificado.

De acuerdo con estos resultados, los perfiles n<sup>o</sup>s 21 y 22, caracterizados por una modificación de la vegetación natural, son los que presentan un mayor porcentaje de materia orgánica libre, lo que en principio nos indica un menor grado de descomposición que puede estar relacionado con una disminución de la actividad biológica y/o con un aporte de restos orgánicos más difícilmente metabolizables; mientras que la humina heredada sigue una evolución opues

ta, es tanto mayor cuanto menor sea la materia orgánica libre. En cuanto al extracto húmico total vemos que es mucho más elevado bajo vegetación natural (perfil nº19), lo que nos indica que esta presenta un mayor grado de humificación que en parte viene corroborado por su mayor porcentaje de humina de insolubilización extraíble. No obstante, si analizamos este extracto húmico, observamos algunas anomalías, como es el hecho de que la mayor relación AH/AF la presente el perfil nº 21 y no el 19 como sería lo lógico de acuerdo con su mayor humificación; la explicación podría estar en la escasa densidad de vegetación que presenta este perfil nº 21 y que hace que la insolación a nivel del suelo sea mayor que la del perfil nº19, lo que condiciona mayores contrastes climáticos y por tanto una humificación abiológica más intensa.

Posteriormente hicimos un estudio de los ácidos húmicos extraídos en estos suelos, para ello utilizamos diversas técnicas como filtración a través de un gel (Sephadex G-100), espectroscopia visible y de infrarrojos.

Mediante la espectroscopia de infrarrojos (fig. nº17) podemos ver que los ácidos húmicos de todos estos suelos presentan una estructura próxima a la de la lignina, lo que podría sugerir que este tipo de ácidos húmicos presenta un bajo grado de maduración y han sido formados predominantemente a partir de estos constituyentes vegetales. No obstante los valores de las densidades ópticas relativas de las distintas bandas respecto a la de vibración del C aromático ( $1620 \text{ cm}^{-1}$ ), nos indica que son los ácidos húmicos procedentes de la hojarasca de pino (perfil nº 22) los que se encuentran más próximos a la estructura de la lignina, como nos lo demuestra el mayor predominio tanto del carácter alifático (banda de  $2920 \text{ cm}^{-1}$ ) como de los grupos propios de la lignina (bandas de 1460, 1420 y



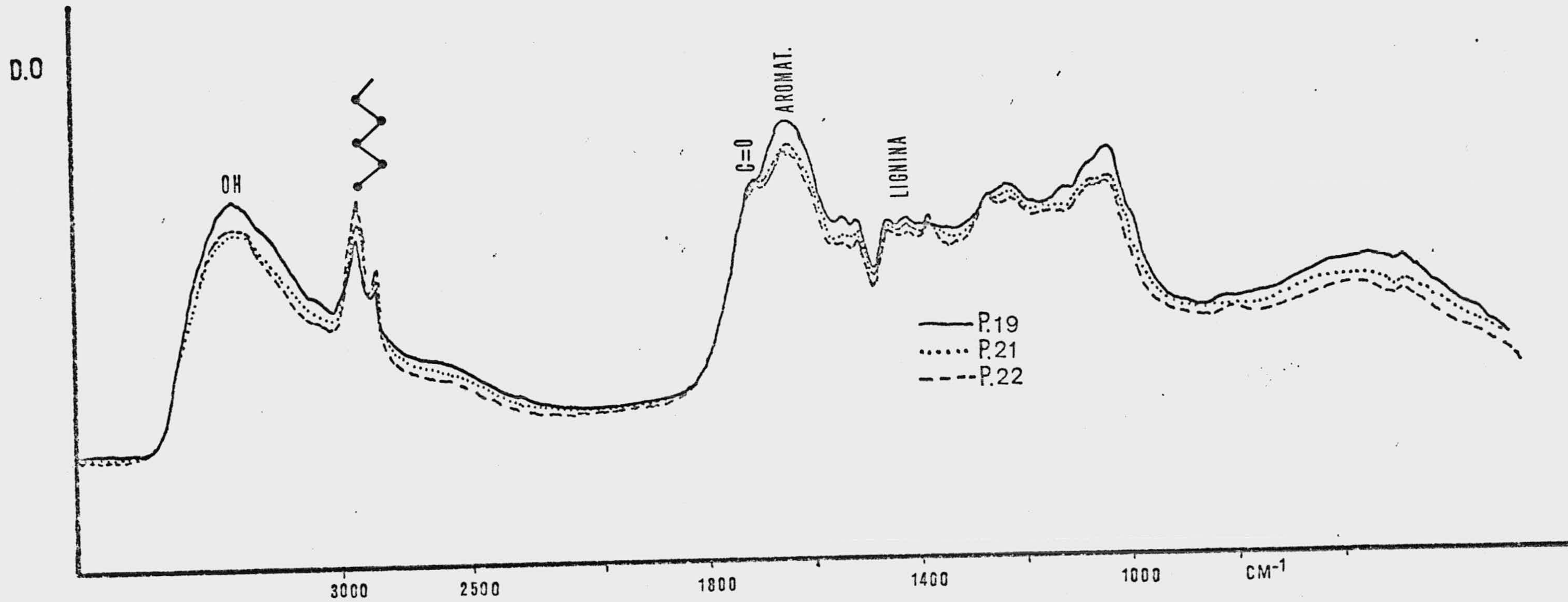


Fig. nº 17. - Espectroscopia de infrarrojos de los ác. húmicos de los hor. Ah de los perfiles nos 19, 21 y 22

## INTERPRETACION DE LOS ESPECTROS DE INFRARROJOS

<u>PERFIL</u>	<u>BANDA</u>	3,400	2,920	2,600	1,720	1,660	1,620	1,540	1,510	1,460	1,420	1,380	1,230	1,030
nº 19	‡ 45	37	12	38	48	47	28	27	25	25	25	28	33	
	‡‡ 0,95	0,78	0,25	0,80	1,02	1,00	0,59	0,57	0,53	0,53	0,53	0,59	0,70	
nº 21	‡ 40	40	11	38	44	43	25	25	28	25	25	28	29	
	‡‡ 0,93	0,93	0,25	0,88	1,02	1,00	0,58	0,58	0,65	0,58	0,58	0,65	0,67	
nº 22	‡ 40	42	8	38	42	38	23	24	25	24	23	28	29	
	‡‡ 1,05	1,10	0,21	1,00	1,10	1,00	0,60	0,63	0,66	0,63	0,60	0,74	0,76	

‡ Densidades Opticas

‡‡ Densidades Opticas relativas respecto a la banda de 1,620

1380  $\text{cm}^{-1}$ ); mientras que los ácidos húmicos procedentes de la vegetación natural (perfil nº19) son los que más alejados se encuentran de dicha estructura, confirmandonos en la idea de su mayor grado de humificación.

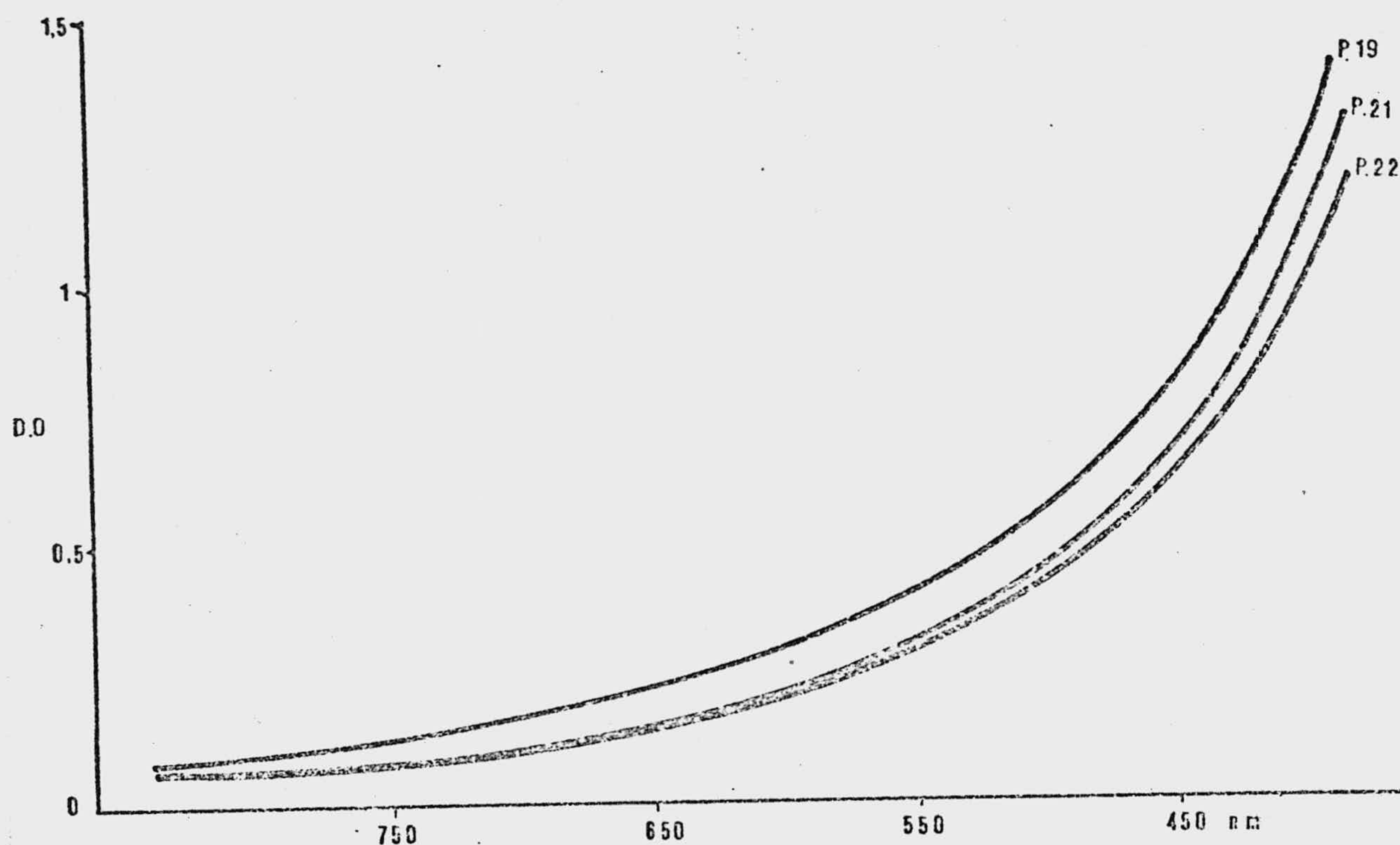


Fig. nº 18.- Espectroscopia visible de los ácidos húmicos de los hor. Ah de los perfiles nºs. 19, 21 y 22.

Mediante la espectroscopia visible (fig. nº 18) pudimos comprobar que cuanto mayor era el grado de maduración del ácido húmico, establecido por espectroscopia de infrarrojos, mayor era la condensación de su núcleo aromático, lo que está de acuerdo con la teoría de Kononova y Belchikova (69); mientras que la separación por Sephadex G-100 (fig. nºs 19, 20 y 21) nos ponía de manifiesto un hecho como mínimo curioso, como es el que el tamaño molecular de dichos ácidos fuese mayor cuanto menos maduro.

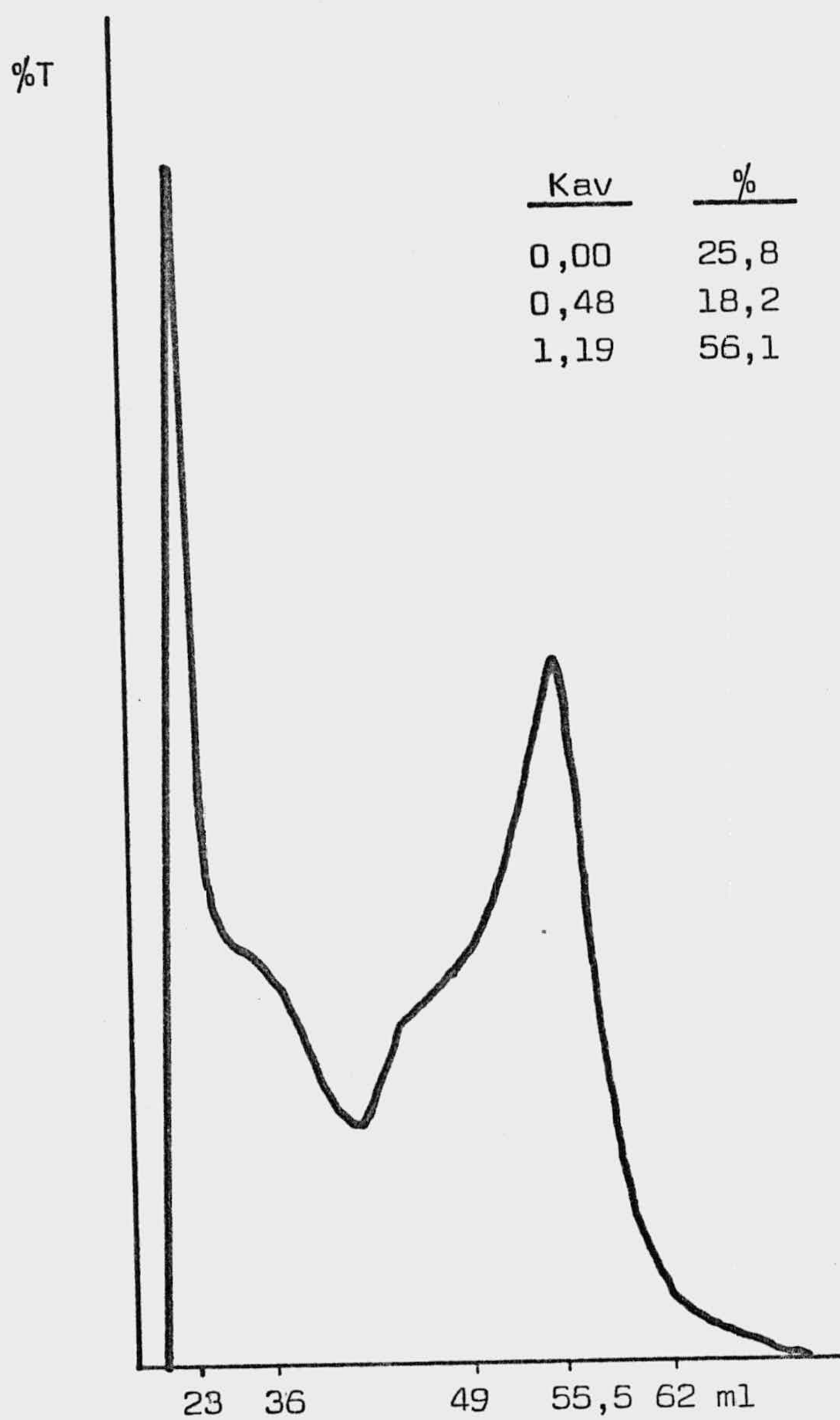


Fig.nº 19.- Filtración a través de Sephadex G-100 de los ác.húmicos del hor.Ah del perfil nº 19

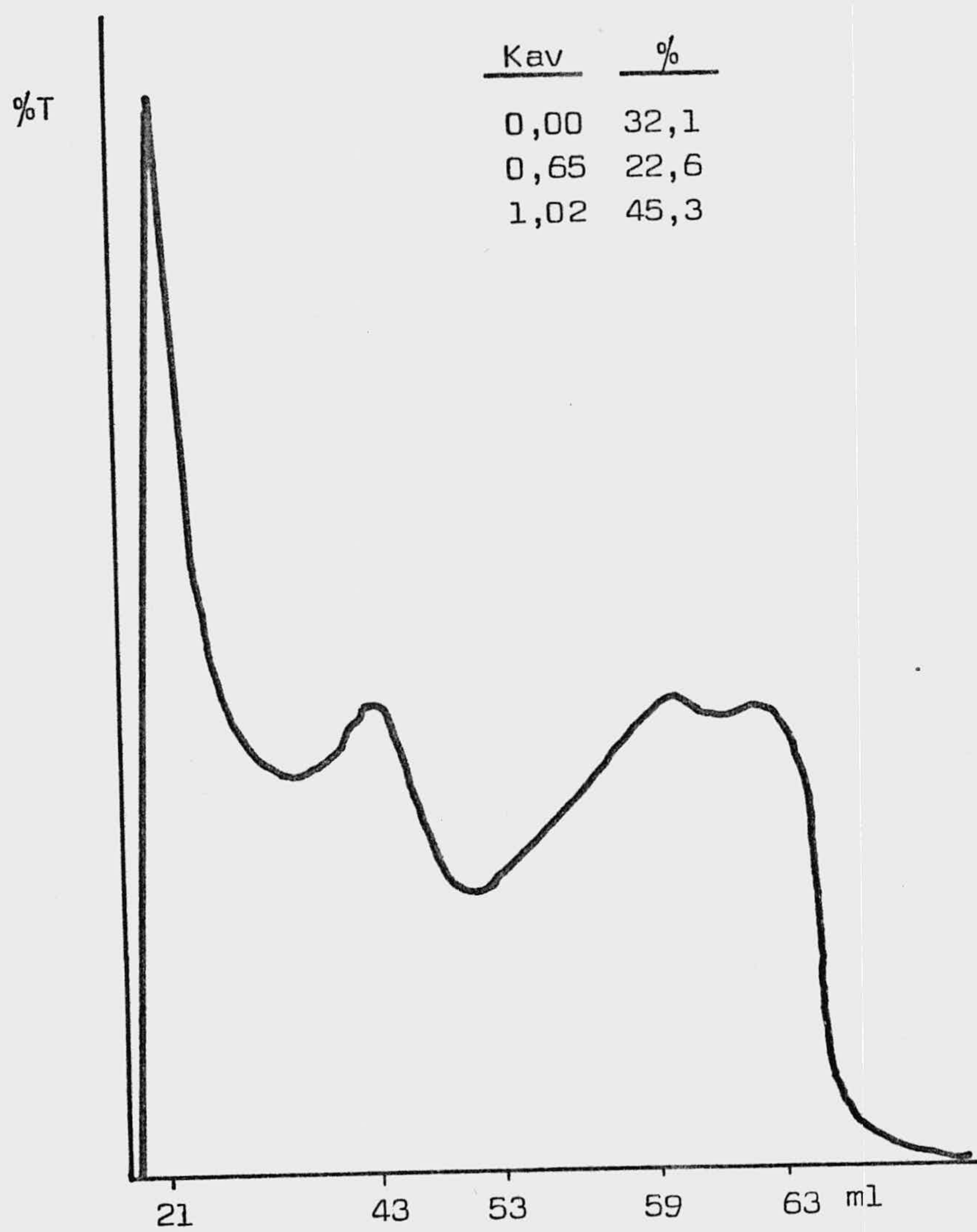
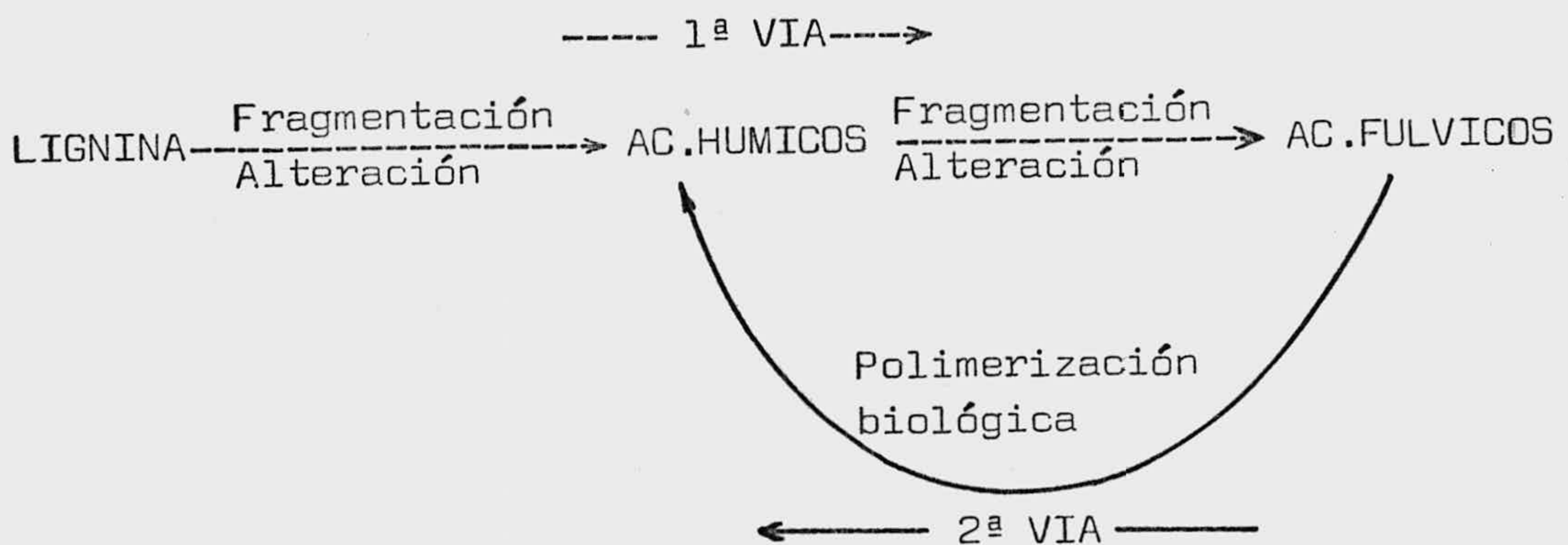


Fig. nº 20.- Filtración a través de Sephadex G-100 de los Ac. húmicos del hor. Ah del perfil nº 21



Fir.nº 21.- Filtración a través de Sephadex G- 100 de los ác. húmicos del hor.Ah del perfil nº 22.

Como vemos, la fracción de tamaño molecular superior a 100.000 representa un 42,5 % en el perfil nº 22, un 32,1 % en el perfil nº 21 y un 25,8 % en el perfil nº 19; mientras que las fracciones inferiores a 1.000 seguían una relación inversa. De acuerdo con esto, no es lógico que la formación de los ácidos húmicos se lleve a cabo principalmente por polimerización de compuestos orgánicos de bajo peso molecular, ya que en este caso la mayor maduración implicaría un mayor tamaño molecular. Por tanto pensamos que en estos casos la formación de compuestos húmicos se lleva a cabo fundamentalmente a partir de la fragmentación y alteración de la lignina, por lo que conforme avance la humificación menor tamaño molecular tendrán los compuestos húmicos. Alternativamente a esta primera vía de humificación se podrá dar también una segunda vía de polimerización de compuestos orgánicos de bajo peso molecular, como podemos observar en el siguiente esquema:



Si actuase únicamente la 1ª vía a mayor grado de maduración de la materia orgánica, la relación AH/AF sería menor, con lo que dicha relación disminuiría con la profundidad, como ocurre en los perfiles nºs 21 y 22. Mientras que si junto a esta, actuase la 2ª vía con

una cierta intensidad, a mayor grado de maduración mayor relación AH/AF, con lo que esta relación aumentaría con la profundidad, como ocurre en el perfil nº19. Pensamos que la actuación o no de esta 2ª vía, dado que se trata de una polimerización biológica, vendrá inducida por la naturaleza de la población microbiana que a su vez estará condicionada por las características físicas y químicas del medio.

De acuerdo con todos estos resultados, la modificación de la vegetación natural por parte del hombre, además de procesos erosivos más o menos intensos, provoca cambios en las condiciones físicas y químicas del medio que llevan consigo una alteración de la población microbiana, alteración de los procesos de humificación y en definitiva un cambio en el potencial biológico de dichos suelos.

SUBUNIDAD SI-2b.- Asociación Cambisoles eútricos, Cambisoles dístricos. con inclusiones de Regosoles dístricos.

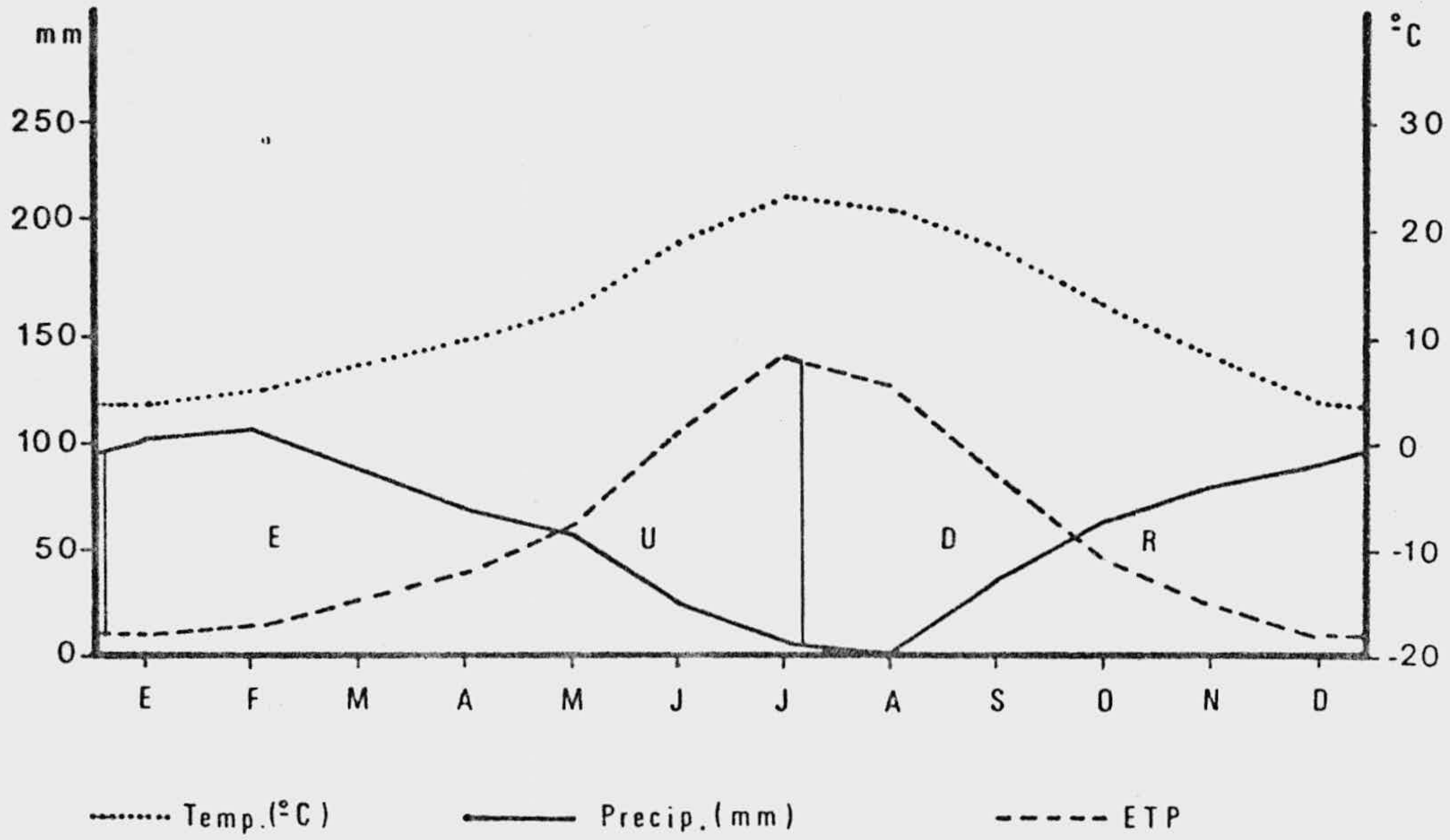
Como vemos la diferencia de esta subunidad con la anterior estriba en la mayor potencia y desarrollo de sus suelos, de ahí que los Regosoles únicamente se presenten como inclusiones. Este mayor desarrollo de los suelos se debe a dos motivos fundamentales; en unos casos a la fuerte densidad de vegetación, como ocurre en el perfil nº 23, y en otros a su posición topográfica en fondo de vaguada, representada por el perfil nº 24.



Perfil n° 23

Balance hídrico

Reserva=114,1 mm



FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp.(°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	29,8	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	114,1	114,1	114,1	114,1	1098	28,8	0	0	0	15,5	70,0	114,1

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL N° 23

Situación.- U.T.M.= 4<sup>536</sup>- 41<sup>247</sup> Fecha de recogida: 20-5-1981

Altitud.- 1.405 mts

Pendiente.- 33 %

Orientación.- Norte

Condiciones de humedad.- Húmedo todo el perfil

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 0. Sin piedras o con muy pocas

Afloramientos rocosos.- Clase 0. Ninguna o muy pocas rocas

Material original.- Cuarcitas

Clasificación.- Cambisol dístico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm	Descripción
Ah	0-15	Color 7 <sup>5</sup> YR 3/2 pardo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 5/2 pardo en seco. Textura franco arenosa y estructura migajosa gruesa. No adherente, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente duro. Porosidad muy abundante y con muy pocos fragmentos rocosos, subredondeados de tamaño grava y de naturaleza cuarcítica. Se observa una intensa tala de pinos. Actividad biológica relativamente elevada y muy abundante contenido en raíces finas medianas y gruesas. Límite neto y ondulado.
Bw1	15-30	Color 7 <sup>5</sup> YR 4 <sup>5</sup> /4 de pardo a pardo oscuro en húmedo y 7 <sup>5</sup> YR 6/4 pardo claro en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares medianos. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, muy friable y duro. Frecuente porosidad y frecuentes fragmentos rocosos.

sos de tamaño grava y piedra, de naturaleza cuarcítica. Abundante contenido en raíces medianas y gruesas.

Bw2      30-60

Color 7<sup>5</sup>YR 5/4 pardo en húmedo y 7<sup>5</sup>YR 6/4 pardo claro en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares medianos. Ligeramente adherente, ligeramente plástico, muy friable y duro. Semejante contenido en fragmentos rocosos que el horizonte Bw1, pero con algo menos de porosidad y menor contenido en raíces.

Nota: se observan pequeños restos de carbón vegetal en el seno del horizonte Ah.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %					Carbonatos %	pH
		Grava	Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla		
Ah	0-15	23,0	32,4(42,1)	18,5(24,1)	14,6(19,0)	11,4(14,8)	-	5,75
Bw1	15-30	37,5	29,0(46,4)	13,9(22,2)	11,1(17,8)	8,5(13,6)	-	5,35
Bw2	30-60	27,5	35,2(48,6)	13,6(18,7)	13,7(18,9)	10,0(13,8)	-	5,10

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	5,29	0,192	27,5	0,72	0,68	9,34	1,98	0,02	0,12	26,42	11,46	43,38
Bw1	0,56	0,052	10,8	0,03	0,14	1,15	0,92	0,02	0,08	6,22	2,17	34,88
Bw2	0,44	0,045	9,8	0,02	0,11	0,79	0,65	0,01	0,06	6,51	1,51	23,19

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	-	*****	tr	tr	***
Bw1	-	*****	tr	tr	***
Bw2	-	*****	tr	tr	***

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	2,0	1,1	9,0	0,013	58,4
Bw1	2,1	1,1	10,0	0,004	71,3
Bw2	2,0	1,7	7,2	0,004	75,1

Como vemos este suelo presenta un buen desarrollo que hace que su reserva hídrica sea superior a 100 mm., lo que junto a su orientación norte y a la gran densidad de vegetación (retamar mayor de dos metros y de difícil penetración) hacen de la zona una de las más húmedas que hemos estudiado. Su déficit es aproximadamente de dos meses y medio.

No obstante a pesar del fuerte desarrollo que actualmente tiene la vegetación natural, se observan restos de antiguas intervenciones humanas, como son la presencia de tocones de grandes pinos cortados hace tiempo y la existencia de restos de carbón vegetal en el horizonte Ah indicativos de un incendio.

El suelo presenta una textura franco arenosa que se mantiene constante con la profundidad y una estructura que varía de migajosa en superficie a bloques angulares en profundidad. Su pH es relativamente ácido en todo el perfil ( $< 6$ ) y mientras que las formas de hierro y aluminio totales presentan pequeñas oscilaciones a lo largo del perfil, el hierro libre se incrementa en el horizonte más profundo.

La materia orgánica se acumula fundamentalmente en el horizonte Ah, y en ella podemos destacar una relación C/N elevada ( $> 27$ ), al igual que la relación AH/AF que es superior a 1,4. Estos datos, en principio nos indican un bajo grado de transformación, al tiempo que una humificación relativamente elevada. A este respecto es de destacar el hecho de que la relación AH/AF disminuye muy bruscamente en los horizontes inferiores. Dadas estas características peculiares de la materia orgánica, de difícil interpretación, hicimos un estudio más detallado de la naturaleza de los compuestos orgánicos del horizonte Ah, empleando las técnicas ya utilizadas en otros suelos de esta memoria.

En primer lugar realizamos un fraccionamiento de los distintos compuestos orgánicos mediante el método de Dabin modificado. (tabla nº 18)

Muestra	% respecto al Carbono total							
	MOL	HH	AH	AF	HIE	RESIDUO	E.H.T.	AH/AF
P.23(Ah)	60,49	11,34	10,40	7,37	2,65	7,75	17,77	1,41

MOL= materia orgánica libre; HH= humina heredada; AH=ác.húmicos; AF=ác.fúlvicos; HIE=humina de insolubilización extraíble; RESIDUO=residuo no extraíble; E.H.T.= extracto húmico total.

Tabla nº 18.- Fraccionamiento detallado de la materia orgánica del hor.Ah del perfil nº23.Método DABIN.

De acuerdo con estos resultados, la fracción mayoritaria se corresponde con la materia orgánica libre; este hecho, junto a la elevada relación C/N y fuerte acumulación de materia orgánica en superficie, podrían venir inducidos por el incendio que sufrió este suelo y que aportó restos de carbón vegetal que es en definitiva el que condiciona dichos resultados.

La fracción húmica, aunque minoritaria, presenta características también muy peculiares. Así mediante espectroscopia visible (fig.nº 22) pudimos comprobar que sus ácidos húmicos presentaban una condensación de su núcleo aromático muy superior a la de los otros suelos de esta unidad; por otra parte su tamaño molecular, establecido mediante separación a través de Sephadex G-100 (fig.nº23), era muy pequeño, como nos lo demuestra el hecho de que los tamaños moleculares inferiores a 1.000 representen más del 55 %, mientras que los superiores a 100.000 representan únicamente el 11,2 % .

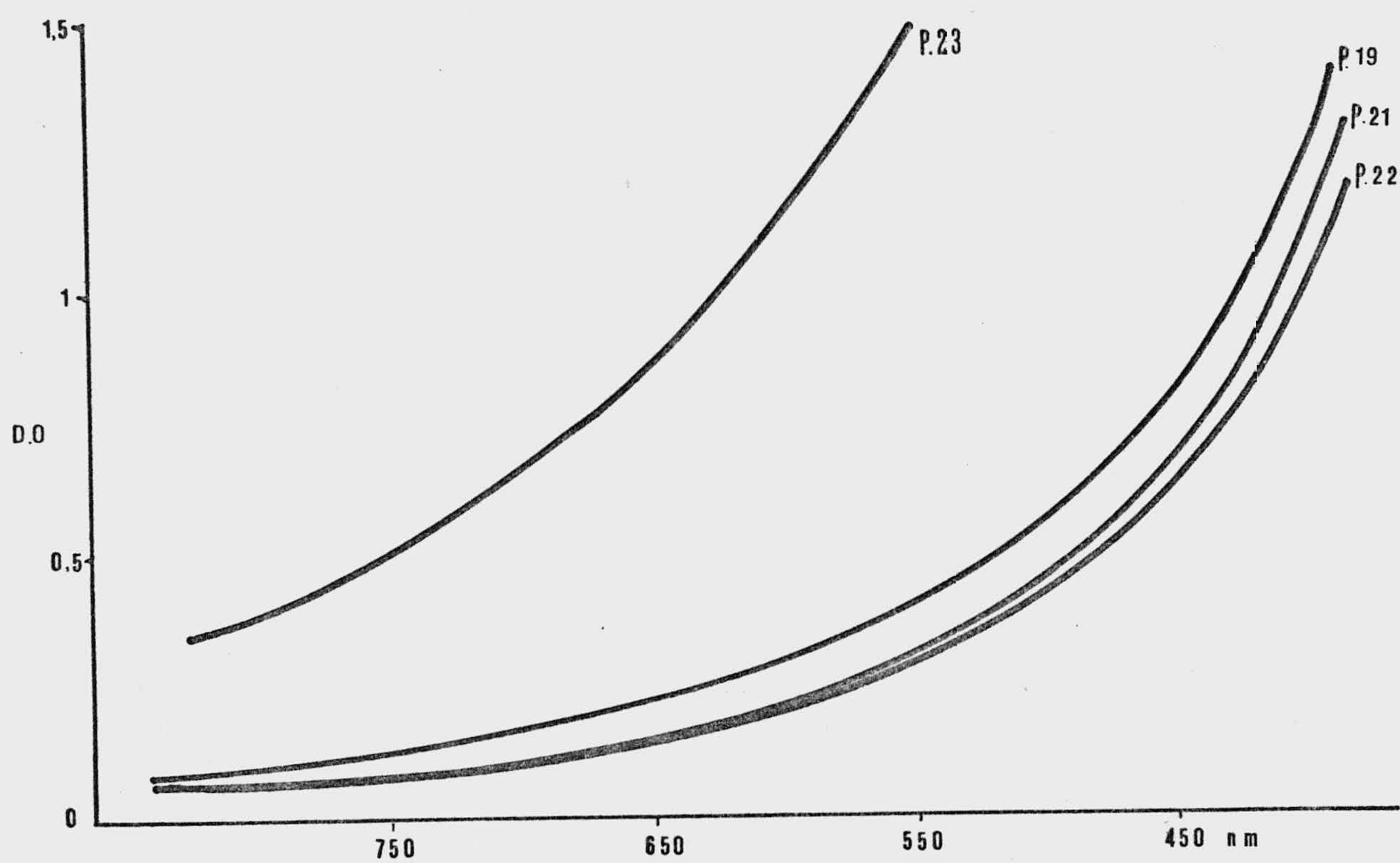


Fig.nº 22.- Espectroscopia visible de los ác.húmicos del hor.Ah de los perfiles nºs 19,21,22 y 23

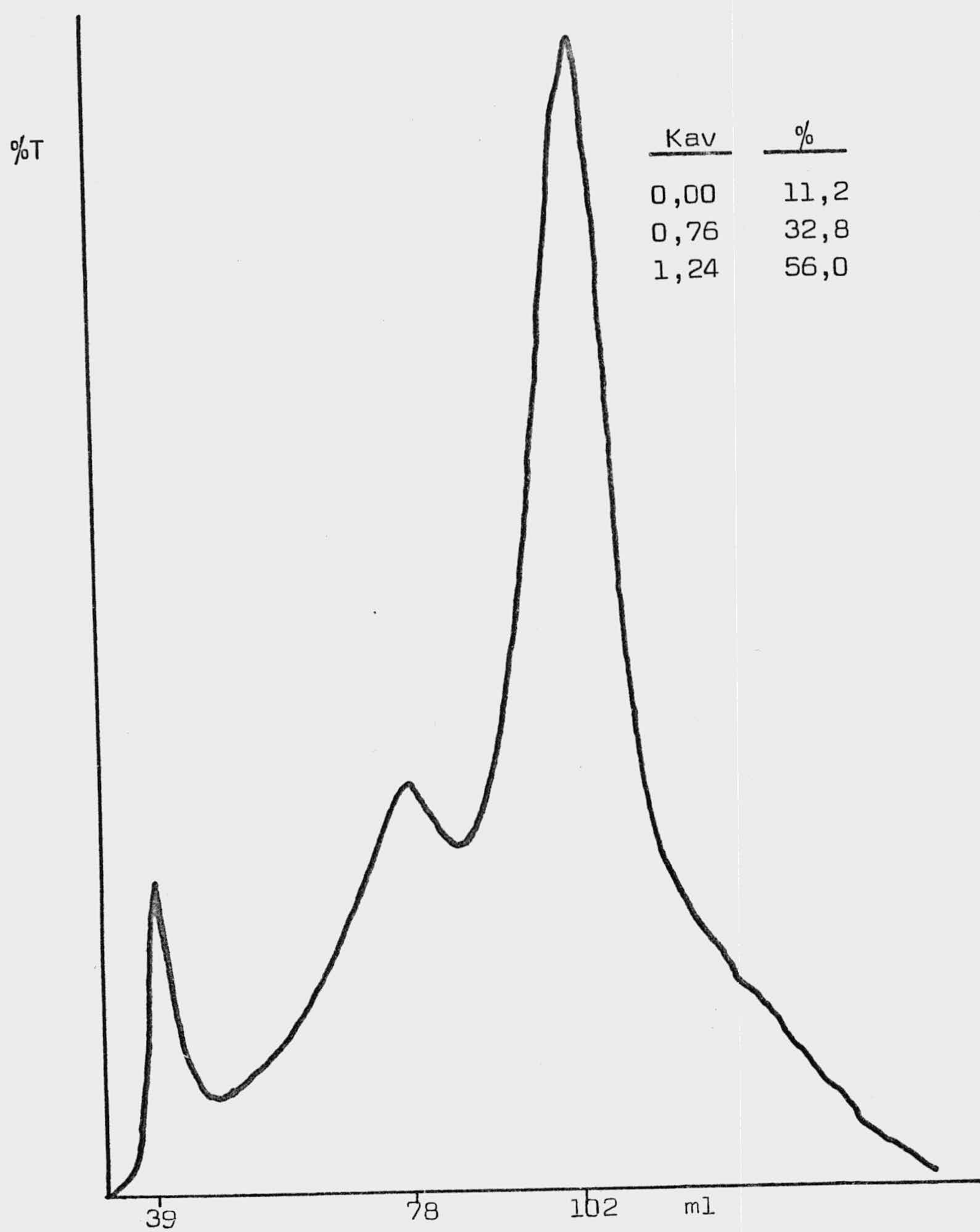


Fig.nº 23.- Filtración a través de Sephadex G-100 de los ác.hú  
micos del hor.Ah del perfil nº 23



Estas características podrían también estar relacionadas con el incendio, que actuaría probablemente favoreciendo la condensación de los núcleos aromáticos. Relación que parece venir confirmada por el análisis químico elemental de dichos ácidos húmicos que nos da unas relaciones atómicas (tabla nº 19) muy próximas a la de los carbones, como podemos ver en el diagrama de Van Krevelen (fig. nº 24)

Muestra	%C	%H	%O	%N	R. moleculares			R. atómicas	
					C/N	H/C	O/C	H/C	O/C
P.19	56,65	6,37	32,85	4,13	13,71	0,11	0,58	1,35	0,43
P.21	57,69	4,05	35,01	3,26	17,71	0,07	0,61	0,84	0,46
P.22	61,32	6,34	29,62	2,72	22,56	0,10	0,48	1,24	0,36
P.23	59,42	3,00	35,12	2,46	24,11	0,05	0,59	0,61	0,44

Tabla nº 19.- Análisis químico elemental de los ácidos húmicos del hor. Ah de los perfiles nºs 19, 21, 22 y 23.

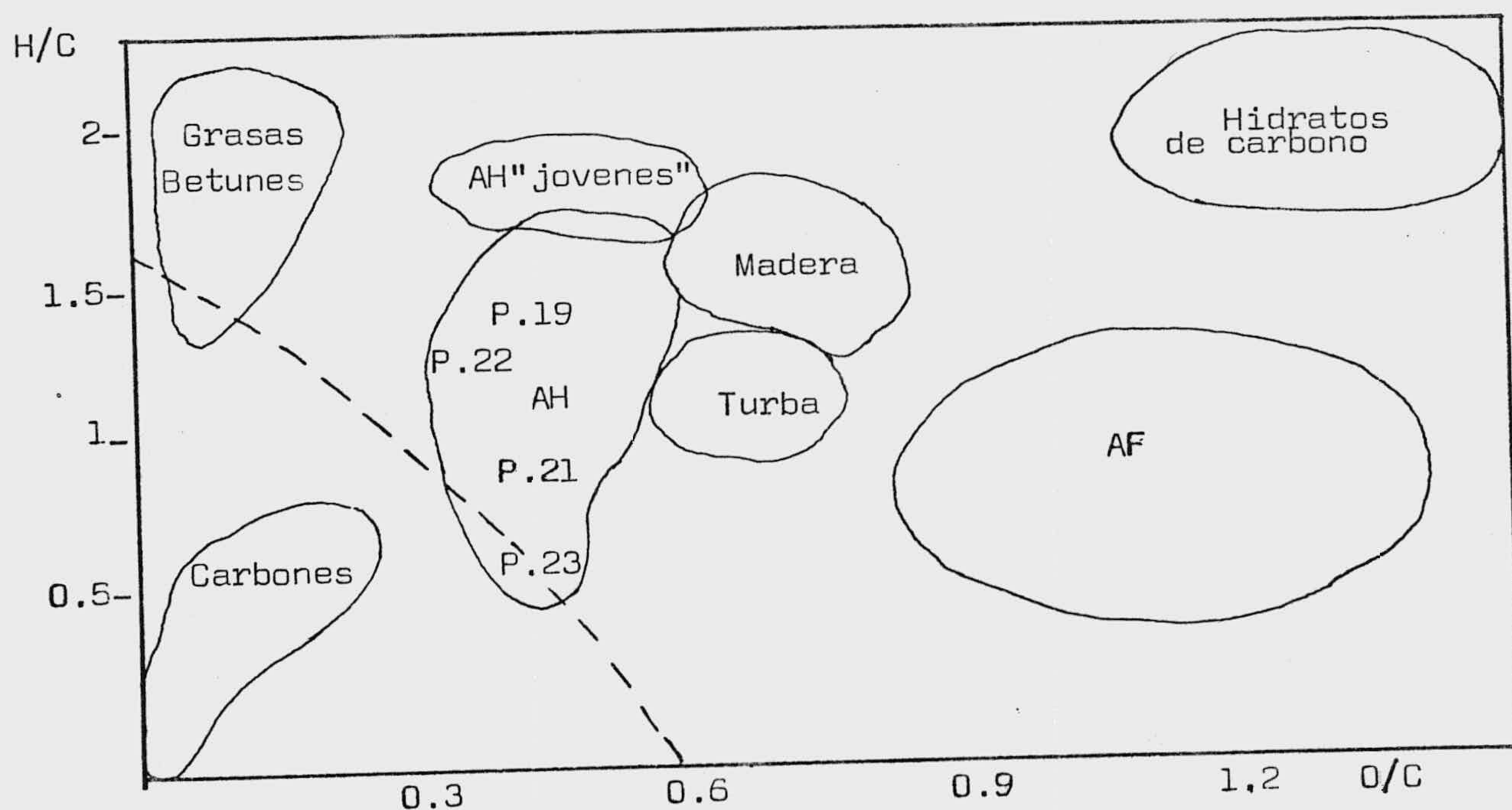


Fig. nº 24.- Diagrama de VAN KREVELEN

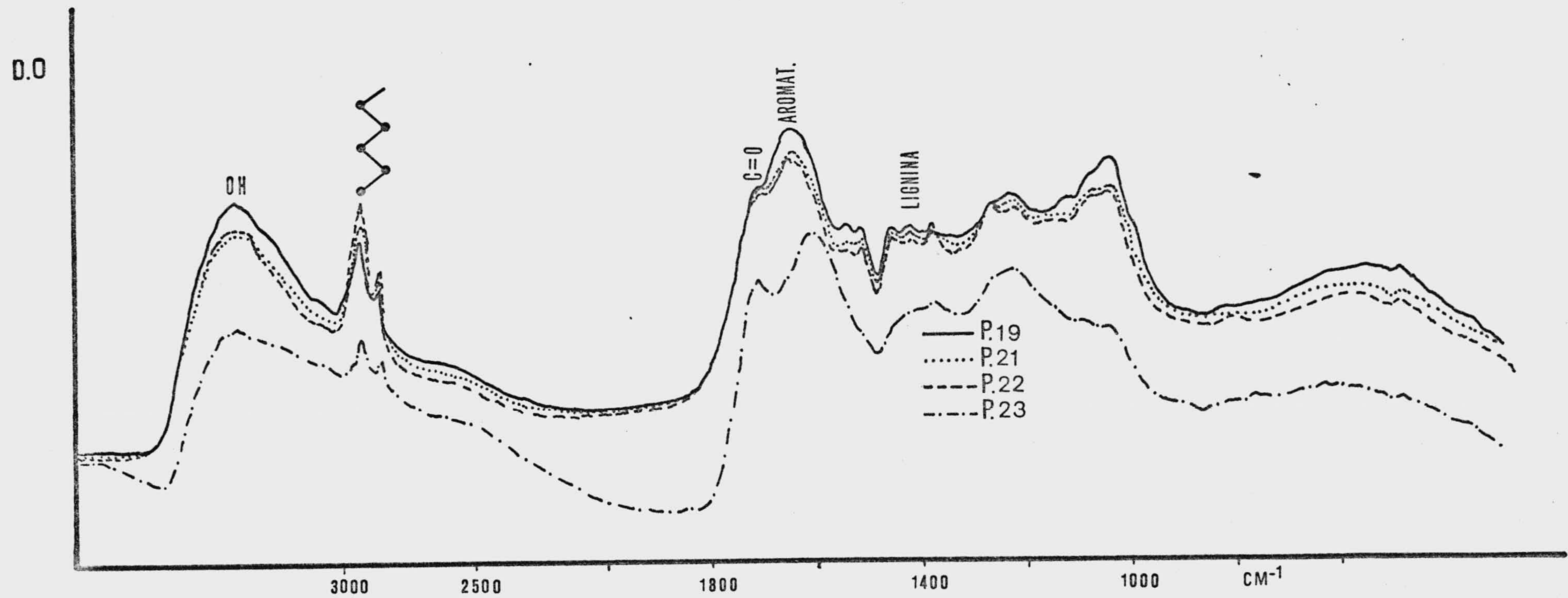


Fig.nº 25.- Espectroscopia de infrarrojos de los ác.hámicos del hor.Ah de los perfiles nºs 19,21,22 y23

INTERPRETACION DE LOS ESPECTROS DE INFRARROJOS

<u>PERFIL</u>	<u>BANDA</u>	<u>3.400</u>	<u>2.920</u>	<u>2.600</u>	<u>1.720</u>	<u>1.660</u>	<u>1.620</u>	<u>1.540</u>	<u>1.510</u>	<u>1.460</u>	<u>1.420</u>	<u>1.380</u>	<u>1.230</u>	<u>1.030</u>
nº 19	‡ 45	37	12	38	48	47	28	27	25	25	25	28	33	
	‡‡ 0,95	0,78	0,25	0,80	1,02	1,00	0,59	0,57	0,53	0,53	0,53	0,59	0,70	
nº 21	‡ 40	40	11	38	44	43	25	25	28	25	25	28	29	
	‡‡ 0,93	0,93	0,25	0,88	1,02	1,00	0,58	0,58	0,65	0,58	0,58	0,65	0,67	
nº 22	‡ 40	42	8	38	42	38	23	24	25	24	23	28	29	
	‡‡ 1,05	1,10	0,21	1,00	1,10	1,00	0,60	0,63	0,66	0,63	0,60	0,74	0,76	
nº 23	‡ 30	30	18	40	(40)	48	31	28	(25)	(28)	(28)	(32)	19	
	‡‡ 0,62	0,62	0,37	0,83	0,83	1,00	0,64	0,58	0,52	0,58	0,58	0,66	0,39	

‡ Densidades Opticas

‡‡ Densidades Opticas relativas respecto a la banda de 1.620

Por otra parte, mediante espectroscopia de infrarrojos (fig. nº 25) podemos observar como la estructura de los ác. húmicos ya no se asemeja a la de la lignina, como ocurría en los otros suelos de esta unidad, sino que tienen una estructura típica de los ácidos húmicos maduros y evolucionados.

De acuerdo con todos estos datos, observamos que se establecen grandes diferencias entre la naturaleza de los compuestos orgánicos de este suelo y los restantes de la unidad; no obstante el hecho de que este suelo estuviera sometido a la acción de un incenso hace difícil, sino imposible, diferenciar cuales de estas propiedades están condicionadas por él y cuales se pueden atribuir a la evolución actual de su materia orgánica, de ahí la imposibilidad de establecer consideraciones acerca de esta última.

La capacidad de cambio de estos suelos es relativamente elevada en el hor. Ah, lo que está de acuerdo con su elevado contenido en materia orgánica, y decrece bruscamente en los horizontes inferiores al decrecer esta. Al igual que en la totalidad de los suelos estudiados, el calcio y el magnesio son los cationes dominantes en el complejo de cambio, a los que acompañan pequeñas cantidades de potasio y sodio. Así mismo el incremento de estos cationes en el horizonte superficial, nos pone de manifiesto la intervención del ciclo biogeoquímico, aunque no parece ser muy intenso. Por otra parte su grado de saturación es inferior al 50 %, dándose los valores más elevados en los horizontes superficiales, lo que viene a confirmarnos la intervención de dicho ciclo biogeoquímico.

Con respecto a la mineralogía de arcillas, se presenta dominada por las micas, a las que acompañan interestratificados y cantidades muy minoritarias de caolinita y clorita.

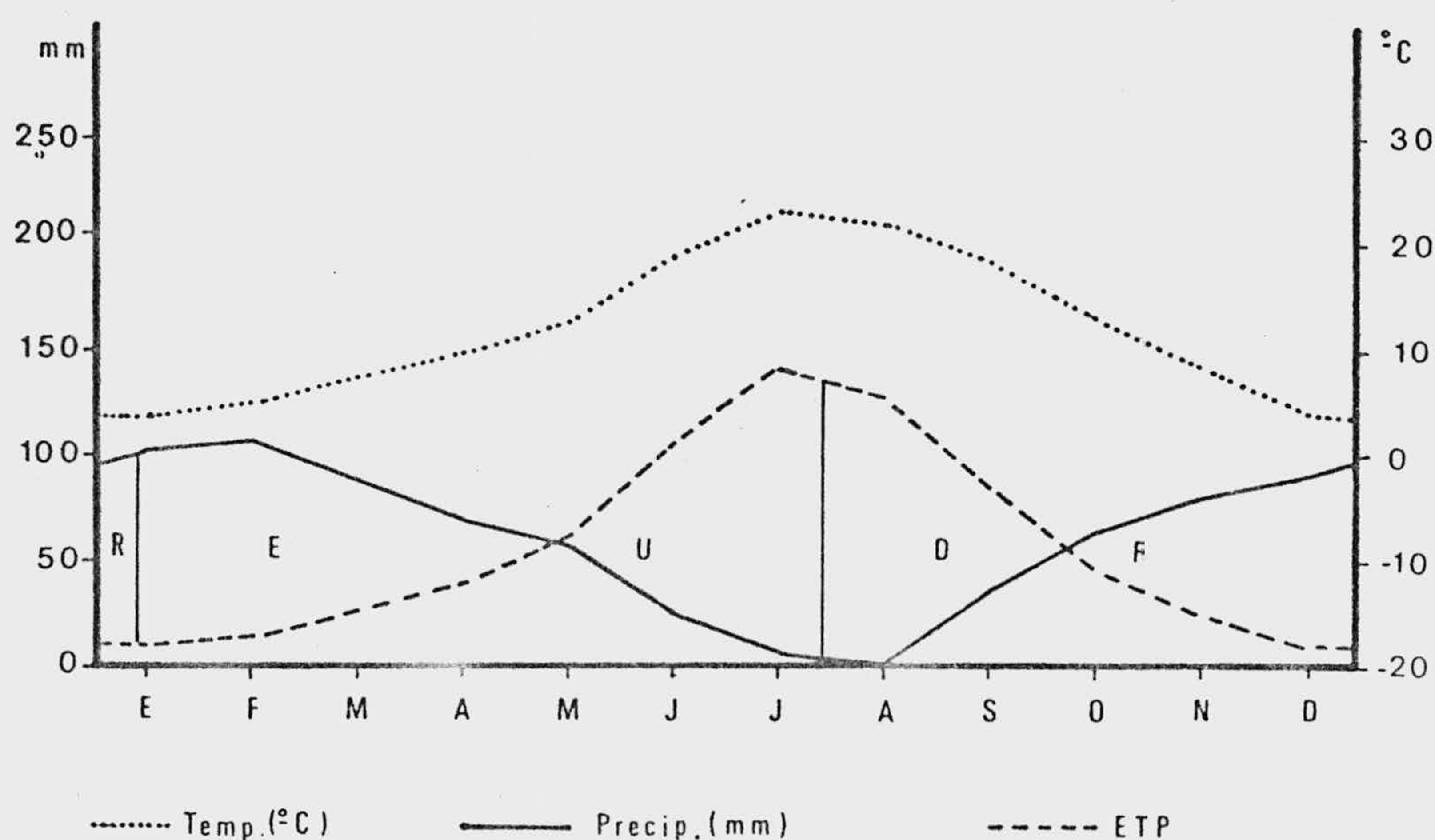
No queremos terminar la discusión de este perfil sin dejar de manifestar algunas impresiones que nos produjeron su levantamiento, como fué el hecho de que en principio lo relacionáramos morfológicamente con el perfil nº 22. Relación que se basaba fundamentalmente en su textura, escasa diferenciación de horizontes, profundidad y en su aspecto general; pero esta primera impresión la dejamos a un lado ya que además presentaba otros caracteres bastante diferenciadores como eran el color (más pardo en este perfil) y una estructura más desarrollada. Ahora, a la vista de los datos analíticos, vemos que esta analogía no era tan disparatada, como nos lo ponen de manifiesto la mineralogía de arcillas (exactamente iguales y con la misma distribución), la semejante relación AH/AF de los horizontes inferiores, su grado de saturación en bases etc... Todo lo cual, junto a la presencia de tocones de pinos gruesos en la superficie del perfil, nos lleva a pensar si ambos suelos no serían prácticamente iguales cuando soportaban el mismo tipo de vegetación (viejos pinos de repoblación) y que las diferencias actuales, color pardo más fuerte y mayor desarrollo de estructura, vengan inducidas por el cambio de vegetación que sufrió este perfil nº 23 (de pinos repoblados a vegetación natural).

En función de todo lo expuesto anteriormente este suelo presenta dos horizontes de diagnóstico como son un Ocrico y un Cambico, de ahí que lo clasifiquemos como Cambisol y por tener un grado de saturación inferior al 50 % en alguna parte del horizonte B como Cambisol déstrico.

## Perfil n° 24

Balance hídrico

Reserva=140,5 mm

FICHA CLIMÁTICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,3	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	56,3	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	140,5	140,5	140,5	140,5	136,3	55,3	0	0	0	15,5	70,0	140,5

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 24

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>528- <sup>41</sup>236      Fecha de recogida: 1-12-1981

Altitud.- 1.455 mts.

Pendiente.- 5 %

Orientación.- Noroeste

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 0. Sin piedras o con muy pocas

Afloramientos rocosos.- Clase 0. Ninguna o muy pocas rocas

Material original.- Derrubios de cuarcitas

Clasificación.- Cambisol eútrico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-7	Color 10YR 3/3 pardo oscuro en húmedo y 10YR 4/3 de pardo a pardo oscuro en seco. Textura limo arenosa y estructura migajosa de fina a muy fina. De blando a ligeramente duro, ligeramente plástico, ligeramente adherente y muy friable. Porosidad muy abundante y elevada actividad biológica. Muy rico en raíces finas y muy finas y comunes medianas. Límite neto y ondulado.
AB	7-16	Color 10YR 4/4 pardo amarillento oscuro en húmedo y 10YR 5/4 pardo amarillento en seco. Textura limo arenosa y estructura en bloques subangulares de finos a muy finos. Ligeramente duro, ligeramente plástico y ligeramente adherente. Frecuente porosidad y abundantes raíces medianas y finas. Límite gradual y difuso.

Bw 16-41

Color 10YR 4/4 pardo amarillento oscuro en húmedo y 10YR 5/4 pardo amarillento en seco. Textura limosa y estructura en bloques angulares gruesos. Ligeramente duro, ligeramente plástico, ligeramente adherente y friable. Porosidad menor que en el horizonte anterior y mayor contenido en fragmentos rocosos. Abundantes raíces medianas y finas. Límite gradual y ondulado.

BC > 41

Color 10YR 5/4 pardo amarillento en húmedo y 10YR 6/4 pardo amarillento claro en seco. Textura limo arenosa y estructura en bloques angulares medianos. Semejante al horizonte anterior con la única diferencia de presentar un mayor contenido en fragmentos rocosos y de mayor tamaño que en el horizonte Bw. Contenido moderado en raíces de tamaño mediano y grueso.



RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %								Carbonatos %	pH	
		Grava	Arena Gruesa		Arena Fina		Limo	Arcilla				
Ah	0 - 7	10,8	23,2	(26,0)	28,4	(31,9)	21,5	(24,1)	16,0	(18,0)	-	6,73
AB	7 - 16	16,1	23,5	(28,0)	26,6	(31,7)	20,9	(25,0)	12,8	(15,3)	-	6,60
Bw	16 - 41	4,9	16,5	(17,3)	28,4	(29,9)	31,3	(32,9)	18,9	(19,9)	-	6,90
BC	> 41	17,2	25,5	(30,8)	20,9	(25,3)	22,2	(26,8)	14,2	(17,1)	-	7,30

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N%	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V%
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	3,83	0,274	14,0	0,53	0,72	12,63	2,77	0,21	0,49	17,02	16,10	94,59
AB	2,40	0,205	11,7	0,30	0,58	8,88	1,57	0,21	0,22	12,76	10,88	85,26
Bw	1,38	0,145	9,5			8,13	1,90	0,23	0,13	11,95	10,39	86,94
BC	0,94	0,093	10,1			4,14	1,47	0,25	0,08	8,15	5,94	72,88

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	-	*****	-	**	*
AB	-	*****	-	**	*
Bw	-	*****	-	**	*
BC	-	*****	-	**	*

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

Una de las características de este perfil, responsable en parte, de muchas de sus propiedades, es su posición en fondo de vaguada. Como vemos presenta una reserva hídrica muy elevada (mayor de 140 mm), lo que junto a su situación y densidad de vegetación le proporcionan a esta zona una humedad elevada, siendo su periodo de deficit menor de dos meses y medio.

Su textura es limo arenosa, si bien la distribución de los distintos tamaños de partículas no es regular, sino que presenta variaciones en función del horizonte de que se trate. Su estructura oscila de migajosa en superficie a bloques subangulares en los horizontes subsuperficiales y es en el hor. Bw donde estos alcanzan el mayor desarrollo y consistencia. El pH oscila de ligeramente ácido a ligeramente básico en el horizonte más profundo, con valores alternantes.

Su contenido en materia orgánica es elevado y no solamente en el horizonte superficial, como ocurre en los otros suelos de esta unidad, sino que incluso el horizonte más profundo de los estudiados presenta un contenido superior al 1%. Se presenta bien descompuesta, como nos lo pone de manifiesto su relación  $C/N < 15$ , y con un grado de humificación intermedio ( $AH/AF = 0,74$ ).

La capacidad de cambio de estos suelos varia de media a elevada, en función de sus contenidos en materia orgánica y elementos finos. Calcio y magnesio son los cationes mayoritarios en el complejo de cambio, acompañados de pequeñas cantidades de potasio y sodio. Su grado de saturación es muy elevado si tenemos en cuenta el tipo de material sobre el que se desarrolla este suelo, pero explicable por su posición de fondo de vaguada donde se recogen las aguas de escorrentia que lavan las laderas circundantes, aportando le una cantidad supletoria de bases.

Las micas son los minerales laminares más abundantes de la fracción arcilla de estos suelos, lo que es ya una constante en toda el area de estudio. Se presentan acompañadas de pequeñas cantidades de clorita e interestratificados, mostrando todas ellas una distribución muy uniforme con la profundidad.

Como podemos ver los valores alternantes que presentan la práctica totalidad de las características de este suelo, como distribución de los tamaños de partículas, valores de pH, grado de saturación, etc... son atribuibles fundamentalmente a su génesis, sucesivos depósitos de materiales, que viene condicionada por su posición topográfica. El contenido relativamente elevado en materia orgánica de todos los horizontes y que en principio podría sugerir una elevada incorporación de la misma en profundidad, también es perfectamente atribuible a dicha génesis.

Por presentar un epipedon Ocrico seguido de un horizonte Cámbico lo hemos clasificado como Cambisol y por tener un grado de saturación superior al 50 % como Cambisol eútrico.

UNIDAD SI-3.-

## Asociación CAMBISOLES EUTRICOS, REGOSOLES EUTRICOS.

Esta unidad ocupa zonas más o menos llanas de amplias vaguadas y se desarrolla sobre filitas de colores vinosos. Estas rocas, formadas por materiales finos y de estructura laminar, comunican al suelo una permeabilidad muy baja, que por un lado origina encharcamientos y por otro limita la profundidad a que puede llegar el frente de humectación; estas condiciones físicas son las que determinan el tipo de vegetación que se asienta sobre el suelo y que se caracteriza por una ausencia casi completa de árboles y el desarrollo de un prado de enraizamiento no muy profundo.

Vegetación.-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Prado. Pertenece a la serie 3-2, aunque con influencia de la 4. Su estado es el de un pastizal de alta cobertura y algo nitrificado, rico en especies de tréboles y gramíneas.

$\bar{X}$  = 10-15 cms. Cobertura = 70-95 % . Sintaxonomía = as. Trifolio-Taeniantheretum caput-medusae Rivas Martínez & Izco 1977.

Especies	Abundancia-dominancia
Trifolium cherlerii	1
Taeniantherum caput-medusae	2
Trifolium angustifolium	1
Trifolium striatum	2
Trifolium campestre	3
Trifolium scabrum	3
Trifolium glomeratum	2
Medicago rigidula	2
Bromus matritensis	2
Poa bulbosa	3
etc...	

Climatología.-

El escaso desarrollo de los suelos, condicionado fundamentalmente por la textura fina e impermeable del material original, hace que su reserva hídrica no sea muy elevada (63mm); pero además el hecho de que se acumule fundamentalmente en los primeros centímetros hace que, en el periodo de insolación, esta reserva se evapore rápidamente. Por lo tanto se trata de una zona con fuertes contrastes estacionales, elevada humedad en invierno y rápida desecación en verano; su periodo de deficit teórico es superior a tres meses al año.

SUELOS.-

Como hemos mencionado son suelos de escaso desarrollo, cuyo horizonte B, en caso de que se presente, no suele superar los 30 cms. de profundidad en las condiciones más favorables, decreciendo este espesor conforme las pendientes se hacen más acusadas, como podemos ver en la fig. nº 26.

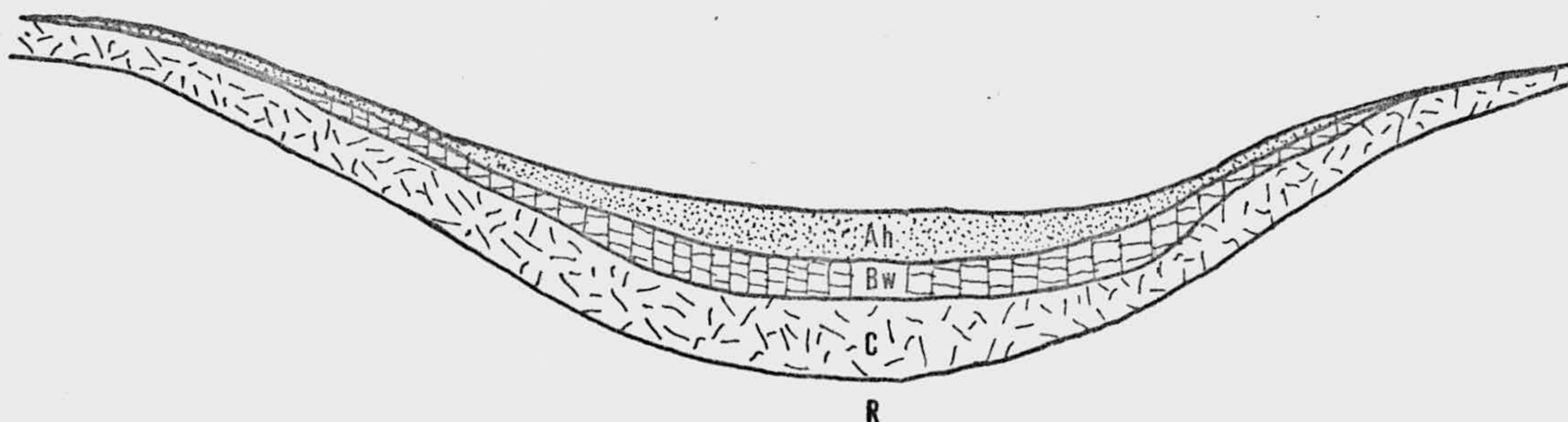


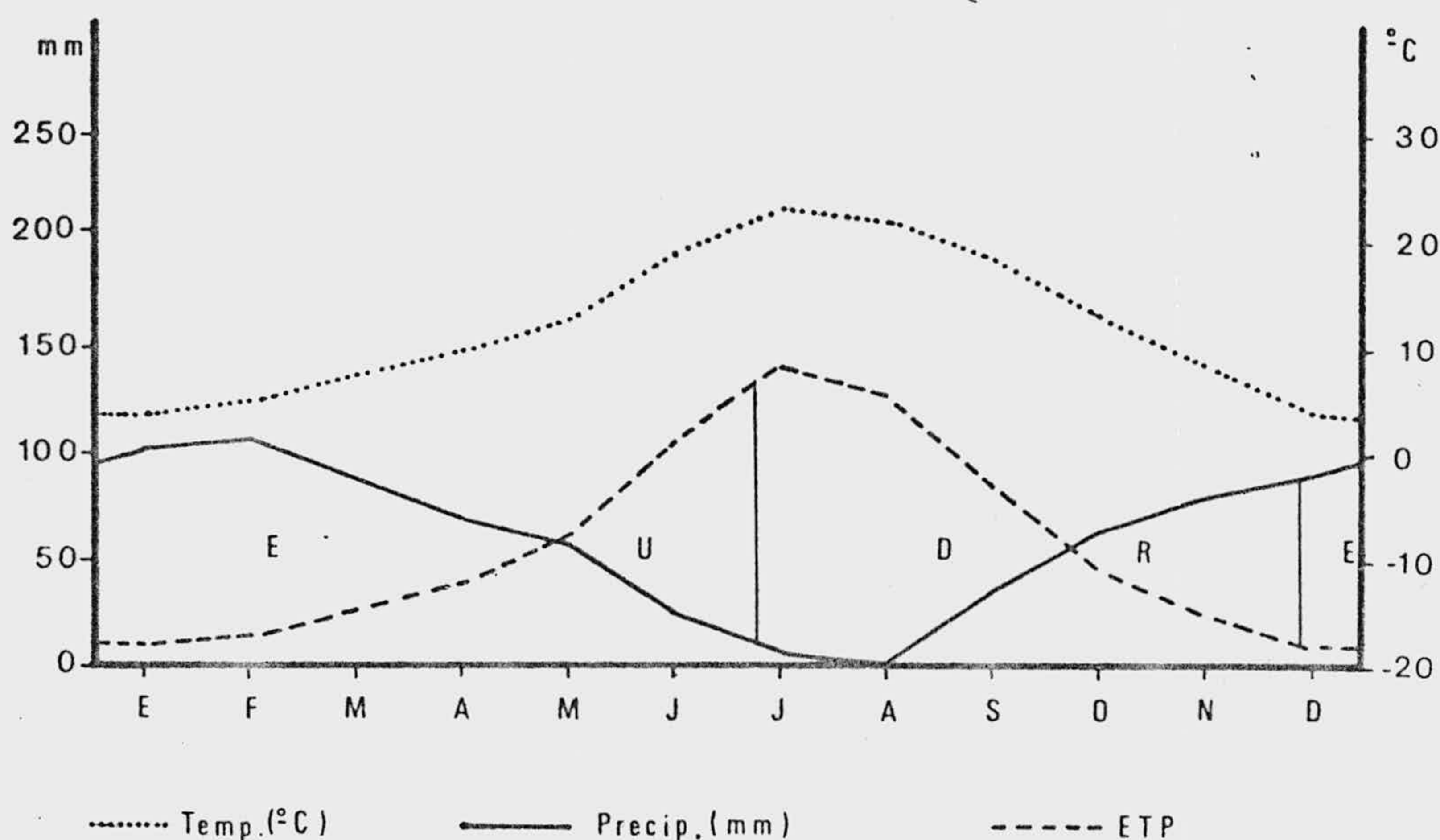
Fig. nº 26.- Esquema fisionómico de la unidad SI-3

Los Cambisoles típicos de esta unidad vienen representados por el perfil nº 25.

## Perfil nº 25

Balance hídrico

Reserva = 63,0 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	84,8	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	63,0	63,0	63,0	63,0	58,8	0	0	0	0	15,5	63,0	63,0

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 25

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>525- <sup>41</sup>238      Fecha de recogida: 1-12-1981

Altitud.- 1.460 mts.

Pendiente.- 9 %

Orientación.- Noroeste

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Clase 2. Imperfectamente drenado

Pedregosidad.- Clase 0. Sin piedras o con muy pocas

Afloramientos rocosos.- Clase 0. Ninguna o muy pocas rocas

Material original.- Filitas

Clasificación.- Cambisol eútrico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
Ah	0-2	Color 10YR 3/2 pardo muy oscuro en húmedo y 10YR 5/2 pardo grisáceo en seco. Textura franco arenosa y estructura migajosa de fina a muy fina. Blando, ligeramente plástico, ligeramente adherente y friable. Porosidad muy abundante y muy escasos fragmentos rocosos. Muy abundante contenido en raíces de tamaño fino y muy fino. Límite neto y ondulado.
Bw	2-26	Color 10YR 3/2 pardo muy oscuro en húmedo y 10YR 5/2 pardo grisáceo en seco. Textura de franco arenosa a franca y estructura en bloques angulares gruesos. Ligeramente adherente, ligeramente duro, ligeramente plástico y firme. Frecuente porosidad y muy pocos fragmentos rocosos. Mediana actividad biológica y abundantes raíces finas y muy finas. Límite neto y ondulado.

C. > 26

Filita ligeramente alterada, de color violaceo y estructura laminar. Muy duro y actividad biológica prácticamente nula. Raíces comunes.



RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %								Carbonatos %	pH	
		Grava	Arena Gruesa		Arena Fina		Limo		Arcilla			
Ah	0 - 2	8,1	17,7	(19,3)	35,6	(38,7)	24,3	(26,5)	14,2	(15,5)	-	7,39
Bw	2 - 26	8,2	20,0	(21,8)	29,2	(31,8)	27,2	(29,6)	15,4	(16,8)	-	7,10
C	> 26	-	-	(17,2)	-	(33,1)	-	(31,9)	-	(17,8)	-	8,15

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N%	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V%
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	3,53	0,335	10,5	0,53	0,70	11,88	4,93	0,41	0,49	16,50	17,51	100
Bw	2,12	0,220	9,6	0,37	0,43	9,63	3,50	0,87	0,17	13,18	14,17	100
C	0,71					3,36	2,77	0,31	0,08	6,27	6,52	100

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Paragonita
Ah	-	*****	-	*	*
Bw	-	*****	-	*	*
C	-	*****	-	*	*

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

Como vemos el suelo presenta una textura franco-arenosa que se hace más fina con la profundidad, pasando a franca en el horizonte C. Su estructura varia de migajosa fina en superficie a bloques angulares gruesos en el horizonte Bw, para pasar finalmente en el horizonte C a una estructura laminar propia de la filita.

Su pH es ligeramente básico en el solum, mientras que en el horizonte C se hace francamente básico.

Es rico en materia orgánica, que si bien decrece con la profundidad, mantiene un nivel relativamente alto hasta el horizonte C; riqueza que tenemos que atribuir al fuerte enraizamiento de su vegetación. Se presenta muy bien descompuesta, con una relación C/N = 10,5 y un grado de humificación mediano (AH/AF = 0,76) que se incrementa con la profundidad.

Debido al contenido en materia orgánica y elementos minerales finos, presenta unos valores de capacidad de cambio relativamente elevados. El complejo de cambio está completamente saturado, fundamentalmente en calcio y magnesio, a los que acompañan pequeñas cantidades de potasio y sodio.

Con respecto a la mineralogía de arcillas, las micas son los minerales laminares más abundantes, acompañados de pequeñas cantidades de clorita y paragonita; siendo lo más destacable de esta fracción la presencia de este último mineral, ya que es en el único suelo de los estudiados en que se presenta, junto con la ausencia de interstratificados que probablemente es debido a su relativa riqueza en bases y pH alcalino. Todos estos minerales presentan una distribución uniforme con la profundidad.

De acuerdo con todos estos resultados, este suelo presenta un epipedon Ocrico seguido de un Cámbico cuya característica más destacable es el desarrollo de su estructura, por lo que lo clasificamos como Cambisol y por tener un  $V > 50\%$  como Cambisol eútrico.

UNIDAD SI- 4.-

Asociación REGOSOLES EUTRICOS, REGOSOLES DISTRICOS, con inclusiones de LITOSOLES.

Como vemos esta unidad se caracteriza por un escaso desarrollo de sus suelos debido a causas muy variadas; en unos casos debido a su orientación sur que condiciona un microclima muy seco, mientras que en otros se debe a la intervención del hombre que ha actuado mediante aterrazamientos y remociones del terreno, siempre con fines de repoblación.

Se desarrolla sobre materiales de naturaleza cuarcítica y sobre filitas, y en pendientes que por lo general son fuertes (oscilan entre 25 y 45 %), lo que junto a la vegetación, no muy densa, contribuye a mantener a los suelos en un estadio inicial de evolución.

La hemos dividido en dos subunidades en función de que el factor limitante en el desarrollo del suelo fuera la orientación y consiguiente sequedad o bien la intervención humana mediante remociones de tierras y repoblaciones.

SUBUNIDAD SI-4a.- Regosoles dísticos con inclusiones de Litosoles.

Los fuertes aterrazamientos y las repoblaciones han sido la principal causa del escaso desarrollo de estos suelos, ya que han acentuado los procesos erosivos o como mínimo provocado una perturbación de sus horizontes con la consiguiente homogenización del suelo.

Vegetación.-

La vegetación natural es, en principio, cualitativamente semejante a la de la unidad SI-1, aunque cuantitativamente presenta diferencias.

Constituye una unidad paisajística de tipo: Matorral subserial-serial, perteneciente a la serie 3-1. No obstante su estado se encuentra muy alterado por desbroces y repoblaciones, alteración que alcanza el máximo en las zonas donde la repoblación es antigua.

$\bar{X}$  = 1,5-2 mts. Cobertura = 30-40 %. Sintaxonomía = as. Cytiso-Adenocarpetum decorticans Valle 1981, con fuerte tendencia a la as. Halimio-Cistetum laurifolii Molero (ined.)

Dado que las especies son semejantes a las de la unidad SI-1, no entraremos en repeticiones.

#### Climatología.-

Dada la baja reserva hídrica < 40mm, condicionada por el escaso espesor de sus suelos, esta subunidad se puede considerar como seca, con un teórico periodo de déficit superior a los tres meses; no obstante su orientación norte le proporciona una menor ETP y como consecuencia unas condiciones climáticas más húmedas de las que cabría esperar por el grado de desarrollo del suelo, como nos lo pone de manifiesto la facilidad con que rebrota la vegetación natural.

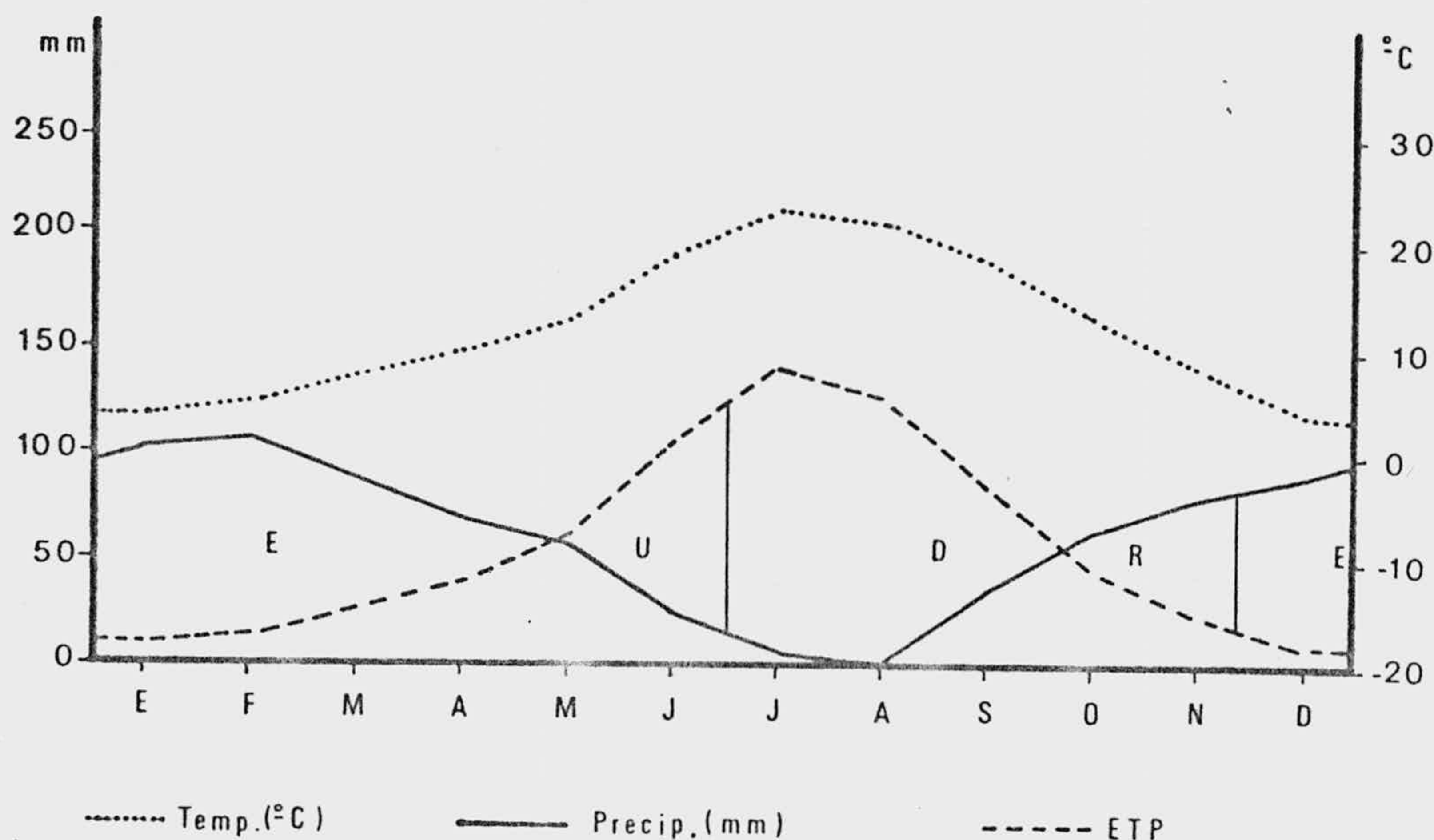
#### SUELOS.-

El perfil nº 26 representa a los Regosoles dísticos de esta unidad bajo repoblación de pinos.

## Perfil nº 26

Balance hídrico

Reserva= 38,3 mm

FICHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec. (mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp. (°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	60,1	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	38,3	38,3	38,3	38,3	34,1	0	0	0	0	15,5	38,3	38,3

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 26

Situación.- U.T.M.= <sup>4</sup>538- <sup>41</sup>245      Fecha de recogida: 23-11-1981

Altitud.- 1.450 mts.

Pendiente.- 7 %

Orientación.- Sur-Sureste

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 0. Sin piedras o con muy pocas

Afloramientos rocosos.- Clase 0. Ninguna o muy pocas rocas

Material original.- Cuarcitas

Clasificación.- Regosol dístico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
01	6-4	Capa de acículas de pino sin descomponer
02	4-0	Capa de acículas de pino en vias de des - composición.
Ah	0-2,5	Color 10YR 5/2 pardo grisáceo en húmedo y 10YR 7/2 gris claro en seco. Textura de areno sa franca a arenosa y estructura en bloques angulares finos de consistencia debil. No adhe rente, no plástico, muy friable y blando. Poro sidad frecuente y mediana actividad biológi ca. Escaso contenido en raíces finas y muy fi nas. Límite brusco y ondulado.
AC	2,5-22	Color 10YR 5/4 pardo amarillento en húme do y 10YR 7/4 pardo muy pálido en seco. Textu ra arenosa franca y estructura en bloques an gulares medianos de debil consistencia. No ad herente, no plástico, muy friable y blando. Po rosidad algo menor que en el horizonte ante-

rior y muy escasa actividad biológica. De comunes a abundantes raíces de tamaño mediano y fino. Muestra una cierta resistencia a la acción de la azada. Límite gradual y ondulado.

C > 22

Color 10YR 6/4 pardo amarillento claro en húmedo y 10YR 8/4 pardo muy pálido en seco. Textura arenosa y estructura en bloques angulares medianos de debil consistencia. No adherente, no plástico, muy friable y blando. Porosidad algo menor que la del horizonte anterior por presentar una mayor compactación. Mayor resistencia a la acción de la azada. Muy pocas raíces y algo más gruesas.

RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %						Carbonatos %	pH			
		Grava	Arena Gruesa		Arena Fina		Limo			Arcilla		
Ah	0 - 2,5	18,2	37,1	(45,3)	31,7	(38,7)	11,5	(14,1)	1,5	(1,9)	-	5,50
AC	2,5 - 22	17,4	35,1	(42,5)	28,6	(34,6)	13,8	(16,7)	5,1	(6,2)	-	5,22
C	> 22	20,1	33,3	(41,7)	24,7	(30,9)	15,3	(19,1)	6,6	(8,8)	-	4,62

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	3,36	0,138	24,3	0,30	0,42	5,1	1,77	0,02	0,20	12,41	7,09	57,13
AC	0,61	0,052	11,7	0,07	0,17	1,19	0,73	0,01	0,08	5,13	2,01	39,18
C	0,29	0,040	7,2			0,90	0,43	0,01	0,08	4,23	1,42	33,56

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	-	*****	tr	tr	**
AC	-	*****	tr	tr	**
C	-	*****	tr	tr	**

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	1,2	0,7	3,3	0,008	84,9
AC	1,5	0,7	5,0	0,011	85,2
C	1,8	0,6	6,2	0,005	87,5



Este suelo presenta una textura gruesa que oscila de arenosa - arenosa franca en superficie a arenosa franca-franco arenosa en profundidad; como vemos hay un incremento de los materiales finos con la profundidad. Su estructura es en bloques que varían de subangulares y finos en superficie a angulares algo más gruesos en profundidad, aunque su característica fundamental es el escaso desarrollo y baja consistencia de todas ellas, desmenuzándose fácilmente entre los dedos hasta disgregarse en sus partículas elementales.

Su pH, ácido en todo el perfil ( $\leq 5,5$ ), decrece con la profundidad. Por su parte el contenido en hierro y aluminio se incrementa regularmente con la misma, mientras que el hierro libre se mantiene prácticamente constante en todo el perfil y el aluminio libre se acumula de forma muy ligera en el horizonte AC.

La materia orgánica se concentra fundamentalmente en el horizonte Ah y decrece fuertemente con la profundidad. Se presenta medianamente descompuesta, con una relación C/N = 24 que no es excesivamente alta si tenemos en cuenta el material de que se trata. Su grado de humificación es intermedio, con una relación AH/AF = 0,71 en el hor. Ah y decrece con la profundidad.

El ritmo de descomposición de los restos vegetales aportados por el pino, lo hemos intentado establecer mediante el fraccionamiento de los distintos constituyentes orgánicos de los horizontes O1, O2 y Ah. Los resultados obtenidos los podemos ver en la tabla nº 20.

De acuerdo con estos resultados, el proceso de descomposición de la hojarasca del pino parece presentar dos etapas distintas. Una primera etapa de descomposición inicial en la que desaparecen gran cantidad de grasas (se descomponen el 54 %), celulosas y hemicelulosas (con pérdidas de un 26 %), polisacáridos (con pérdidas

del 34 %) y resinas (con pérdidas del 27 %); y una segunda etapa en la que las grasas y resinas permanecen prácticamente constantes, mientras que se intensifica la descomposición de celulosas y hemicelulosas (desaparecen hasta el 53 %), al tiempo que se incrementan los polisacáridos.

% respecto a la Materia Orgánica						
Hor.	Grasas	Resinas	Polisac.	Celulosa		Ligno-Humus
				Hemicelul.	Proteínas	
01	9,45	4,51	5,33	53,11	3,13	24,47
02	4,35	3,29	3,49	38,99	8,11	41,77
Ah	4,30	3,38	7,71	18,29	14,89	51,43

Tabla nº 20.- Fraccionamiento químico de la materia orgánica gruesa de los horizontes 01,02 y Ah del perfil nº 26. Método de STEVENSON.

La explicación podría estar en el hecho de que los grupos de las grasas y resinas estuviesen constituidos por dos tipos de compuestos; unos fácilmente metabolizables, que desaparecen en la primera etapa de descomposición y, otros más difícilmente metabolizables que justificarían su mantenimiento durante la segunda etapa. Con respecto a celulosa y hemicelulosa, en la primera etapa sufren un proceso de descomposición que podemos considerar medio, incrementándose fuertemente en la segunda, lo que podría venir justificado por un incremento en la población microbiana encargada de dicha descomposición o por una disminución de las otras sustancias metabolizables como grasas y resinas; esta elevada descomposición de celulosa y hemicelulosa en la segunda etapa podría justificar a su vez el incremento de polisacáridos, si pensamos que estos se forman du-

rante el proceso de descomposición de aquellas. Las proteínas y el ligno-humus se incrementan en ambas etapas de descomposición; en el caso de las proteínas debido a que tanto el nitrógeno como los compuestos protéicos son utilizados por los microorganismos para sintetizar nuevas proteínas, por lo que no desaparecen sino que se acumulan conforme avanza el proceso de descomposición; mientras que el incremento del ligno-humus se debe a que está constituido por compuestos difícilmente metabolizables, de ahí que se concentren al desaparecer los constituyentes más biodegradables.

Los valores de capacidad de cambio son relativamente bajos, algo más elevados en el horizonte Ah, como consecuencia de su mayor contenido en materia orgánica, y decrece bruscamente con la profundidad. Calcio y magnesio son las bases mayoritarias en el complejo de cambio, a las que acompañan pequeñas cantidades de potasio y sodio. Estas bases se concentran en el horizonte superficial, poniendo de manifiesto la intervención del ciclo biogeoquímico; el cual es también el responsable de que el grado de saturación del hor. Ah sea superior al 50 %, mientras que en los horizontes subsuperficiales es inferior al 40 %.

Las micas son con mucho los minerales laminares más abundantes de la fracción arcilla, acompañados por pequeñas cantidades de interstratificados y trazas de clorita y caolinita.

De acuerdo con todos los resultados, este suelo presenta un epipedon Ocrico como único horizonte de diagnóstico, por lo que lo clasificamos como Regosol y dado su grado de saturación como Regosol dístico.

SUBUNIDAD SI-4b.- Regosoles eútricos con inclusiones de Litosoles.

Esta subunidad representa a una zona de ladera con orien-

tación sur y fuertes pendientes ( del 30 al 45 %) que se desarrolla sobre cuarcitas y filitas, estando constituidas las partes bajas de dicha ladera por derrubios de los mismos materiales mezclados entre sí.

Se presenta menos alterada por la actuación humana, de manera que no se observan aterrazamientos como en la subunidad anterior, pero sí repoblaciones de pinos que en muchas zonas son intensas. Lo que hace que sus suelos se presenten mejor conservados.

#### Climatología.-

Las características climáticas de esta subunidad vienen determinadas por su orientación sur que condiciona un microclima muy seco; esto, junto al escaso desarrollo de sus suelos, hace que su periodo de deficit sea superior a tres meses. A este respecto tenemos que señalar que el suelo estudiado por nosotros se encuentra localizado en la parte más baja de la pendiente y sobre derrubios, por lo que su espesor y por tanto reserva hídrica, son de los más altos de la zona. Esta sequedad climática nos viene perfectamente reflejada por la vegetación, especialmente por la baja cobertura del matorral.

#### Vegetación .-

Constituye una unidad paisajística de tipo: Pinar-matorral serial. Pertenece a la serie 3-2 y su estado es el de un pinar más o menos cerrado en función del área, asociado a un matorral que varía en altura y cobertura.

Arbolado.-  $\bar{X}$  = 8 mts. Cobertura: copas=85 %; troncos=50 %.

Matorral.-  $\bar{X}$  = 0,5-1,5 mts. Cobertura: 10-50 %. Sintaxonomía.-

as. Halimio-Cistetum laurifolii Molero (ined.)

Especies	Abundancia-dominancia
<i>Cistus laurifolius</i>	1
<i>Cytisus scoparius</i>	+
<i>Halimium viscosum</i>	1
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	1
etc...	

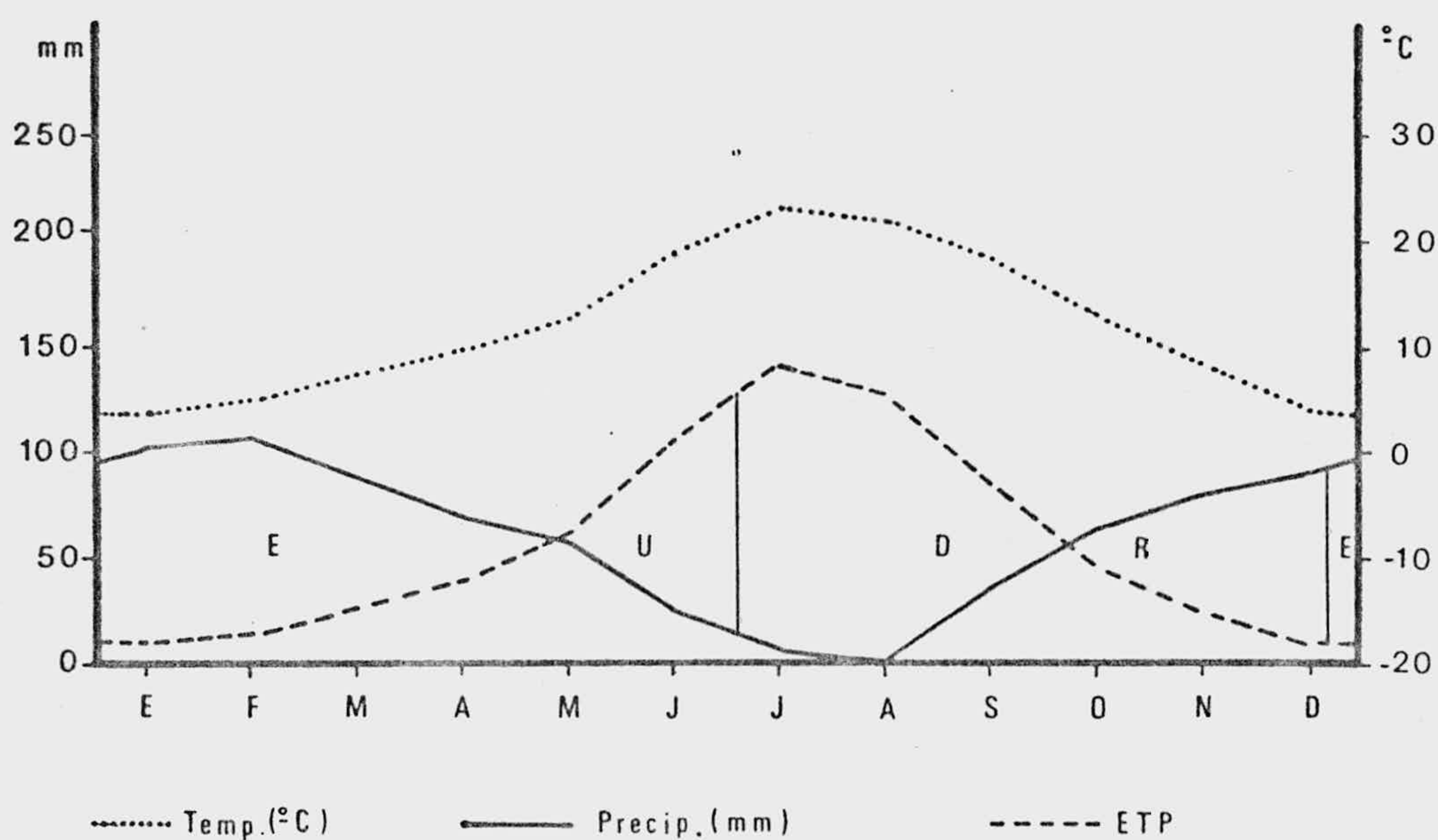
#### SUELOS.-

Como hemos mencionado anteriormente, los suelos de esta unidad se caracterizan por su escaso desarrollo que pensamos viene condicionado, en parte, por su sequedad. El perfil nº 27 representa a los suelos de esta subunidad desarrollados sobre derrubios de cuarcitas y filitas.

## Perfil nº 27

Balance hídrico

Reserva= 83,4 mm

FIGHA CLIMATICA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.(mm)	102	108	88	71	58	26	1	3	36	65	85	90
Temp.(°C)	3,9	4,8	7,7	9,5	12,5	19,0	23,0	22,0	18,6	12,9	8,2	4,5
ETP (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	107	142,5	122,8	86,5	49,5	25,5	12,5
ETR (mm)	10,3	12,7	27,8	39,6	62,2	1052	1	3	36,0	49,5	25,5	12,5
VR (mm)	83,4	83,4	83,4	83,4	79,2	0	0	0	0	15,5	70,0	83,4

VR= Variación de la reserva.

REGIMEN DE HUMEDAD.- Xérico

REGIMEN DE TEMPERATURA.- Mésico

## PERFIL Nº 27

Situación.- U.T.M.= 4<sup>545</sup>- 41<sup>251</sup> Fecha de recogida: 10-6-1981

Altitud.- 1.410 mts.

Pendiente.- 45 %

Orientación.- Sur

Condiciones de humedad.- Seco todo el perfil

Drenaje.- Clase 4. Bien drenado

Pedregosidad.- Clase 4. Excesivamente pedregoso

Afloramientos rocosos.- Clase 2. Rocoso

Material original.- Derrubios de cuarcitas y filitas

Clasificación.- Regosol eútrico (F.A.O.)

Hor.	Prof.cm.	Descripción
O	1-0	Capa de acículas de pino
Ah	0-2	Color 10YR 3/4 pardo amarillento oscuro en húmedo y 10YR 6/4 pardo amarillento claro en seco. Textura franco arenosa y estructura granular mediana con tendencia a bloques finos y muy finos. Ligeramente duro, ligeramente plástico, ligeramente adherente y friable. Porosidad muy abundante y relativamente escasos fragmentos rocosos de tamaño grava y piedra, angulosos y de naturaleza cuarcítica. Comunes raíces finas y muy finas. Límite neto y ondulado.
AC	2-38	Color 5YR 4/3 pardo rojizo en húmedo y 5YR 6/4 pardo rojizo claro en seco. Textura franco arenosa y estructura en bloques angulares de medianos a gruesos. Muy duro, ligeramente adherente, ligeramente plástico y firme. Frecuentes

poros y frecuentes fragmentos rocosos de la misma naturaleza que en el horizonte anterior. Comunes raíces gruesas, muy gruesas y medianas. Límite difuso y ondulado.

C > 38

Color 5YR 4/3 pardo rojizo en húmedo y 5YR 6/4 pardo rojizo claro en seco. De hecho es el mismo material que constituye el horizonte AC, con la única diferencia de presentar un mayor contenido en fragmentos rocosos de tamaño piedra, pedregón y grava.



RESULTADOS ANALITICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO, CARBONATOS y pH

Horiz.	Prof. cms.	Análisis Granulométrico %								Carbonatos %	pH	
		Grava	Arena Gruesa		Arena Fina		Limo	Arcilla				
Ah	0 - 2	30,2	15,7	(22,5)	30,1	(43,2)	17,6	(25,2)	6,3	(9,1)	-	6,77
AC	2 - 38	42,5	13,7	(23,9)	24,0	(41,8)	13,8	(24,1)	5,9	(10,2)	-	6,15
C	> 38	50,1	15,3	(30,7)	18,7	(37,5)	9,9	(19,8)	6,0	(12,0)	-	6,08

( ) Porcentaje con respecto a la tierra fina

MATERIA ORGANICA Y COMPLEJO DE CAMBIO

Horiz.	C. O. %	N %	C/N	A. H. %	A. F. %	Bases Extr. con Ac. NH <sub>4</sub> (meq/100g)				(meq/100g)		V %
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T	S	
Ah	6,01	0,238	25,3	0,81	1,00	14,88	5,27	0,08	0,31	19,10	20,54	100
AC	1,03	0,056	18,4	0,12	0,18	3,06	1,43	0,17	0,11	7,87	4,77	60,61
C	0,32	0,027	11,8			2,01	0,61	0,19	0,09	4,92	2,90	58,94

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Montmorillonita	Micas	Caolinita	Clorita	Interestratificados
Ah	-	*****	tr	tr	tr
AC	-	*****	tr	tr	tr
C	-	*****	tr	tr	tr

Tr = Trazas; \* = 5 - 10 %; \*\* = 10 - 20 %; \*\*\* = 20 - 40 %; \*\*\*\* = 40 - 75 %; \*\*\*\*\* = > 75 %.

SESQUIOXIDOS %

Horiz.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre	SiO <sub>2</sub> total
Ah	2,9	1,9	6,2	0,012	59,9
AC	3,3	1,8	7,9	0,009	77,7
C	3,5	1,9	8,2	0,006	78,6

El suelo presenta una textura franco arenosa que se mantiene constante con la profundidad y una estructura granular en el hor. Ah que pasa a bloques subangulares en profundidad. Es de destacar la extraordinaria dureza que, en seco, presentan los horizontes subsuperficiales.

Su pH es ligeramente ácido en todo el perfil, experimentando paulatinos descensos con la profundidad; al contrario que las formas de hierro y aluminio total que se incrementan con la misma. El hierro libre, por su parte, se mantiene prácticamente constante en todo el perfil.

La materia orgánica se concentra en el horizonte Ah que como vemos es muy delgado, este hecho, junto a la brusca disminución de dicha materia orgánica en profundidad, nos pone de manifiesto la escasa incorporación de esta en el suelo. Presenta un grado de descomposición relativamente bajo ( $C/N > 25$ ) y una humificación media como nos lo pone de manifiesto la relación  $AH/AF = 0,81$ , que por otra parte disminuye con la profundidad.

Al igual que en el perfil anterior, mediante el fraccionamiento de los distintos constituyentes orgánicos de los horizontes O y Ah hemos podido determinar el ritmo de descomposición de los restos vegetales aportados por la vegetación (fundamentalmente acículas de pino); es de destacar en este caso, la no existencia de un hor. O2, por lo que no hemos podido comprobar en este suelo la existencia de las dos etapas que vimos en el perfil anterior. Los resultados obtenidos los podemos ver en la tabla nº 21.

De acuerdo con estos resultados y comparándolos con los de los horizontes O1 y Ah del perfil nº 26, vemos que tanto la composición original de la hojarasca como su ritmo de descomposición son muy semejantes; siendo la única diferencia apreciable, el menor rit-

mo de descomposición de la celulosa y hemicelulosa, que mientras que en el perfil nº 26 desaparecía en un 65%, en este solo lo hace en un 47 %, lo que lleva consigo un menor incremento en el ligno-humus.

Hor.	% respecto a la Materia Orgánica					
	Grasas	Resinas	Polisac.	Celulosa + Hemicelul.	Proteínas	Ligno-Humus
0	8,77	6,02	5,36	47,39	3,86	28,60
Ah	4,53	3,30	7,07	25,09	14,45	45,56

Tabla nº 21.- Fraccionamiento químico de la materia orgánica gruesa de los horizontes 0 y Ah del perfil nº 27. Método de STEVENSON.

El valor de la capacidad de cambio es relativamente elevado en el hor. Ah como consecuencia de su elevado contenido en materia orgánica y decrece bruscamente en profundidad. Calcio y magnesio, norma ya general en todos los suelos de la zona, son los cationes mayoritarios en el complejo de cambio, acompañados de pequeñas cantidades de potasio y sodio. El incremento de estos cationes en superficie nos pone de manifiesto la intervención del ciclo biogeoquímico, que llega a saturar completamente el horizonte superficial; no obstante la explicación al elevado grado de saturación hay que buscarla más bien en la orientación sur que limita fuertemente el lavado vertical de las bases; de ahí que estas al permanecer en el perfil, determinen un grado de saturación relativamente elevado (> 50 %) que le dá al suelo la categoría de eútrico.

Las micas son prácticamente el único mineral laminar de la

fracción arcilla (superan el 90 %), acompañadas por cantidades muy minoritarias de clorita, caolinita e interestratificados. Comparándolo con el perfil nº 26, llama la atención su escaso contenido en interestratificados, que tenemos que atribuir fundamentalmente a su microclima seco que es el que limita la alteración.

En función de todos los datos anteriores, este suelo presenta únicamente un epipedon Ocrico, por lo que lo clasificamos como Regosol y dada su ausencia de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y grado de saturación superior al 50 % como Regosol eútrico.

CONSIDERACIONES  
GENERALES

Como hemos visto, en la constitución del paisaje intervienen una serie de elementos como: roca, relieve, clima, vegetación, suelos, etc... que no son independientes entre sí, sino que se encuentran íntimamente relacionados unos con otros, lo que hace de él un ente dinámico en continuo cambio hacia la busca del equilibrio entre sus elementos constitutivos.

Vamos a intentar, en estas consideraciones generales, describir el paisaje a través de la naturaleza de sus suelos; basándonos en el hecho de que en la formación de estos intervienen los mismos elementos o factores que lo hacen en la configuración de aquel, e incluso pueden guardar huellas de antiguos paisajes que en la actualidad han desaparecido al modificarse las condiciones del entorno.

En este sentido consideramos que el primer factor diferenciador del paisaje es la naturaleza de la roca, en cuanto que va a condicionar la cantidad, calidad y equilibrio de los elementos nutritivos. De ahí que en primer lugar dividamos el área de estudio en dos grandes sectores: uno en el que se agrupan las unidades desarrolladas sobre material carbonatado (calizas, calizas dolomíticas y dolomias) y, otro en el que se asocian las unidades sobre material silicatado (cuarcitas y filitas).

Dentro del sector carbonatado los suelos desarrollados van, de menor a mayor evolución, desde Litosoles a Luvisoles, pasando por Regosoles, Rendzinas y Cambisoles.

Los Litosoles caracterizan a las zonas más erosionadas y se encuentran asociados a numerosos afloramientos rocosos, se localizan predominantemente en fuertes pendientes, exposiciones soleadas y con vegetación de baja cobertura, factores todos estos determinantes de la fuerte erosión; así como sobre roca compacta y dura, carácter primordial de estos suelos.

No obstante a pesar de la semejanza morfológica de todos los Litosoles, se presentan en ellos diferencias físicas y químicas que vienen condicionadas por la actuación de los demás factores formadores, esencialmente orientación y naturaleza de la roca. Así, la textura varia en función del tipo de material original, siendo tanto más gruesa cuanto más resistente a la alteración sea dicho material y oscila desde arenosa franca (17,2 % de limo + arcilla) en suelos sobre dolomias (perfil nº 5) a franco arenosa (27,8 % de limo + arcilla) en suelos sobre calizas dolomíticas (perfil nº 7) y llega incluso a hacerse arcillosa en suelos desarrollados sobre calizas blancas (perfil nº 4); aunque en este último caso, además del factor roca intervine también el microclima, ya que su orientación norte determina unas condiciones más húmedas que favorecen el proceso de alteración del material original.

Esta textura más o menos fina va a condicionar otras características de los suelos, como es la capacidad de cambio y reserva hídrica que a su vez van a influir en la calidad y cantidad de la vegetación que sobre ellos se desarrolle, así como en la posterior evolución de sus compuestos húmicos. De acuerdo con esto vemos como la menor reserva hídrica (12,9 mm) la presenta el suelo de textura más gruesa (perfil nº 5) que a su vez presenta la menor capacidad de cambio (7,20 meq./100 g.) y el menor grado de descomposición de su materia orgánica ( $C/N > 20$ ); mientras que el perfil nº 7, de textura más fina, presenta mejores condiciones físicas y químicas, como son una mayor reserva hídrica (23,6 mm), mayor capacidad de cambio (17,50 meq./100g.) y una mejor descomposición de su materia orgánica ( $C/N = 18,6$ ).

No obstante a pesar de sus diferencias físicas y químicas, la vegetación que se desarrolla sobre estos suelos viene condicio-

nada fundamentalmente por su escaso espesor (presencia de un contacto lítico a menos de 10 cms. de profundidad), de forma que sobre todos ellos se presenta un matorral serial de cobertura relativamente escasa y con algunas matizaciones en función de la altura, orientación, etc...; así pertenece a la serie 1-1 (mesomediterránea) en los lugares bajos y con exposiciones soleadas, y a la serie 1-2 (supramediterránea) en las orientaciones umbrias o a alturas elevadas. Es de destacar que sobre rocas duras y difícilmente alterables (dolomias del perfil nº 5), este matorral se asocia a especies típicas de pedregales.

El siguiente estadio evolutivo a los Litosoles lo constituyen los Regosoles, los cuales, dada la naturaleza carbonatada de la roca madre, pertenecen todos a la categoría de Regosoles calcareos. No obstante tenemos que tener en cuenta el carácter amplio que tiene la clasificación de la F.A.O., ideada para la configuración del mapa de suelos del mundo a escala 1:5.000.000, de forma que bajo la denominación de Regosoles calcareos se agrupan suelos con características morfológicas, físicas y químicas muy diferentes; incluso nosotros hemos considerado como tales aquellos suelos que presentan como únicos horizontes de diagnóstico un Útrico y un Cálxico, ante la imposibilidad de incluirlos dentro de otro grupo.

El carácter fundamental de todos ellos es el de presentar un estadio evolutivo incipiente, aunque como anteriormente mencionábamos, la morfología y propiedades pueden ser muy variadas en función de la naturaleza del material original, climatología, relieve, etc... Así podemos distinguir entre Regosoles calcareos formados sobre: derrubios calizos, dolomias kakiritizadas, margas y calizas.

En los Regosoles formados sobre derrubios podemos distinguir entre aquellos formados sobre derrubios gruesos o bien sobre derrubios constituidos por una mezcla de materiales finos y gruesos.



Los formados sobre derrubios gruesos estan representados por los perfiles n<sup>o</sup>s 10 y 15, siendo el caracter fundamental su gran permeabilidad y aireación. En ambos casos los derrubios son de naturaleza caliza, observandose un intenso lavado de carbonatos con la profundidad que se pone de manifiesto por la presencia de recubrimientos de caliza blanca y pulverulenta en las caras inferiores de los fragmentos rocosos. Morfológicamente presentan un epipedon Ocrico en superficie cuyo desarrollo, contenido en materia orgánica y grado de evolución de esta, vienen determinados por el microclima que a su vez determina el grado de alteración y por tanto el contenido en elementos finos, los cuales regulan las propiedades físicas y químicas del suelo y condicionan la vegetación. Así vemos como el perfil n<sup>o</sup> 10, caracterizado por un elevado contenido en elementos gruesos (>70 % de grava) y pocos elementos finos (18,3 % de limo + arcilla y esto solamente en el horizonte superficial ya que los horizontes subsuperficiales no contienen material fino), presenta una escasa reserva hídrica que hace que sea un suelo relativamente seco y pobre en elementos nutritivos, de ahí su vegetación típica de pedregal y de escasa cobertura (20 %) que origina un epipedon Ocrico poco profundo. Por otra parte el perfil n<sup>o</sup> 15, localizado en orientación algo más favorable (NO), presenta un mayor contenido en elementos finos (31 % de limo + arcilla en el hor. Ah y 18,4 % en el hor. Ck1) que hace que su reserva hídrica sea mayor (135,0 mm frente a 29,7 mm del perfil n<sup>o</sup> 10), al igual que su capacidad de cambio (40,5 meq./100g. frente a 26,4 del perfil n<sup>o</sup> 10); ambas características determinan la implantación de una vegetación más desarrollada, de tipo matorral serial-pastizal nitrificado, y de mayor cobertura (75 %) que condiciona un mayor aporte orgánico, que a su vez mejora las propiedades físicas y químicas del suelo y el desarrollo

de un epipedon Ocrico relativamente profundo (15 cms.). Por lo tanto la evolución de los suelos desarrollados sobre derrubios gruesos de naturaleza caliza va en el sentido de un mayor contenido en elementos finos, mayor desarrollo del epipedon Ocrico (15 cms. del perfil nº 15 frente a 6 cms. del perfil nº 10), mayor acumulación de materia orgánica (7,39 % de C.O. del perfil nº 15 frente a 3,01 % de C.O. del perfil nº 10), mayor capacidad de cambio (40,5 meq./100g. del perfil nº 15 frente a 26,4 meq./100g. del perfil nº 10) y por supuesto una mayor descarbonatación de los horizontes superficiales. De acuerdo con esto este Regosol evolucionaría a Rendzina cuando el espesor del horizonte superficial fuese igual o superior a 18 cms, con lo que constituiría un epipedon Móllico, dado que el espesor es la única condición que le falta al epipedon Ocrico del perfil nº 15 para ser Móllico. Este tipo de evolución caracteriza a parte de la unidad CA-8 y de hecho en ella se han observado, en zonas muy favorecidas, inclusiones de Rendzinas.

El perfil nº 1 y el sondeo nº 1 representa a los Regosoles formados sobre coluvios constituidos por una mezcla de materiales finos y gruesos. Su naturaleza viene condicionada fundamentalmente por el origen del coluvio; así el perfil nº 1 se ha formado sobre materiales procedentes de la erosión de antiguos suelos evolucionados, de ahí que actualmente el aspecto del perfil guarde características de los mismos, aunque el hecho de que estos materiales no hayan evolucionado en su posición actual nos ha hecho clasificarlo como Regosol. Sus propiedades están íntimamente relacionadas con la de los suelos de que proceden; así el color rojizo y riqueza en arcilla del perfil nº 1 parece indicarnos que se han formado por acumulación de materiales procedentes de suelos que, en su lugar de origen, alcanzaron un alto grado de desarrollo como Cambisoles o inclu

so Luvisoles sobre materiales calizos. Actualmente esta riqueza en materiales finos le proporciona una reserva hídrica relativamente elevada (72,8 mm), aunque en la práctica, su exposición soleada, le condiciona un microclima muy seco, por lo que la vegetación que se asienta sobre él es de escasa cobertura (40-50 %) y de tipo matorral serial con algo de pastizal nitrificado que da lugar a la formación de un epipedon Ocrico relativamente delgado ( 8 cms.) aunque rico en materia orgánica ( 2,92 % de C.O.), riqueza que debemos atribuir a sus condiciones de xericidad que limitan la actividad biológica encargada de la descomposición. El sondeo nº 1 presenta propiedades completamente distintas dado que los materiales a partir de los cuales se forma son diferentes; así la naturaleza más o menos dolomítica de estos hace que el suelo presente unos tintes grisáceos y una textura mucho más gruesa, lo que se traduce en un desarrollo más débil de la estructura, mayor permeabilidad y condiciones más secas.

Otro tipo de Regosoles es el que se desarrolla sobre dolomias kakiritizadas. En general son semejantes a los Litosoles formados sobre dolomias, con la diferencia de que, dado el carácter kakiritizado de la roca, no presentan un contacto lítico a menos de 10 cms. de profundidad, sino que el horizonte C supera con creces esta profundidad. Este tipo de suelos están representados por los perfiles nºs 6 y 14, y en ellos podemos observar como el carácter fundamental es su textura gruesa con bajo contenido en elementos finos, que tenemos que atribuir a la elevada resistencia que presenta la dolomia a la alteración, lo que hace que el suelo tenga una baja capacidad de cambio, pobreza en elementos nutritivos y ausencia de una estructura bien desarrollada; todo lo cual hace de ellos suelos pobres desde el punto de vista de su producción vegetal. Esta resistencia

cia que presenta la dolomia a la alteración hace que la evolución de estos suelos se produzca únicamente en el sentido de un mayor desarrollo del epipedon Ocrico cuando las condiciones climáticas ambientales permitan una mayor densidad de vegetación. Así podemos observar como el perfil nº 6, afectado por unas condiciones climáticas relativamente secas, soporta una vegetación de escasa cobertura ( $\approx 50\%$ ) y de tipo matorral serial-pedregal perteneciente a la serie 1-1, que condiciona la formación de un epipedon Ocrico muy debil (4 cms.), pobre en materia orgánica (0,66 % de C.O.), mal descompuesta (C/N=19,4) y con una capacidad de cambio muy baja (4,6 meq./100 g.); mientras que el perfil nº 14, desarrollado en unas condiciones climáticas mucho más favorables (más húmedas y frías), soporta una vegetación más densa (60 % de cobertura) perteneciente a la serie 1-2, que da lugar a un epipedon Ocrico mucho más potente (hasta 13 cms. de profundidad), más rico en materia orgánica (1,94 % de C.O.), aunque sigue presentándose mal descompuesta debido probablemente a sus deficientes propiedades químicas, y con una capacidad de cambio superior (14,3 meq./100g.). Conforme las condiciones climáticas se hacen más húmedas, el matorral alcanza mayor cobertura (hasta un 80 % en la subunidad CA-5a) con lo que se incrementa el aporte de materia orgánica y el horizonte superficial puede superar los 18 cms., dando lugar a un epipedon Móllico y por tanto el suelo sería una Rendzina que en nuestro estudio viene representada por el perfil nº 11 y en la que podemos ver, en comparación con los Regosoles anteriores, como el horizonte superficial además de su mayor potencia (20 cms.) presenta un contenido más elevado en materia orgánica (4,99 % de C.O.), mejor descompuesta (C/N= 11,5) y con una capacidad de cambio más elevada (29,4 meq./100g.). En todos estos casos la evolución, que como vemos viene determinada fundamental

mente por una mayor humedad ambiental, lleva consigo una descarbonatación más intensa del horizonte superficial. Esta Rendzina sería, al menos en nuestra zona de estudio, el suelo climácico desarrollado sobre este tipo de material, dado que su elevada resistencia a la alteración así como su relativa pobreza en elementos finos, inhiben la formación de un horizonte Cámbico.

Otro tipo de Regosoles muy escasamente representados en nuestra zona de estudio, son los que se desarrollan sobre materiales margosos (sondeo nº 2) y cuya principal característica, inducida por la naturaleza del material original muy rico en elementos finos, es su baja permeabilidad; lo que junto a su elevado contenido en  $CO_3Ca$  impiden toda posible evolución de este suelo a formas más desarrolladas. Por lo que esta, al igual que los suelos desarrollados sobre dolomias, aunque en este caso por causas completamente diferentes, se limita a un mayor desarrollo del horizonte superficial hasta llegar a formar una Rendzina. La vegetación que condiciona este tipo de suelo, dado que la humedad se concentra fundamentalmente en los primeros centímetros, es de tipo pastizal no muy denso y con un matorral muy aclarado.

Finalmente el último tipo de Regosoles observados sobre materiales calizos, son aquellos que presentan un horizonte Bw delgado que al tener su límite inferior dentro de los primeros 25 cms. hace que no se pueda catalogar como Cámbico, por lo que el Ocrico sería el único horizonte de diagnóstico y de ahí que lo clasifiquemos como Regosoles. Este tipo de suelo, representado por el sondeo nº 5, se presenta en zonas con una erosión mediana condicionada por fuertes pendientes cubiertas de vegetación o bien por pendientes más moderadas pero con una cobertura vegetal menos densa. Pueden provenir de una evolución progresiva de los Litosoles desarrollados sobre ca

lizas o calizas dolomíticas como consecuencia de un mayor desarrollo de la vegetación, bien protegiendo la vegetación natural o incluso introduciendo nuevas especies siempre que el clima y las demás condiciones ambientales lo permitan; o bien pueden proceder de una evolución regresiva de los Cambisoles, que es el caso más general en nuestra zona, debido a manipulaciones indebidas en la vegetación natural que aceleran el proceso erosivo. Este último caso es el que ha motivado la formación del suelo estudiado en el sondeo nº 5 y en el que el aclaramiento que se produce en la vegetación natural al introducir los pinos de repoblación ha sido el responsable del incremento de la erosión. Estos suelos, mediante un tratamiento adecuado de la vegetación, pueden seguir evolucionando hasta Cambisoles, los cuales constituirían el suelo climácico de estas formaciones calizas o calizodolomíticas y que en su estadio más evolucionado podrían llegar a presentar el horizonte Cámbico completamente descarbonatado. La vegetación que soporta este tipo de suelo es una mezcla de arbolado más o menos denso y con un sotobosque de tipo matorral serial perteneciente a la serie 1-1, aunque con influencia de la 1-2 en las partes más altas orientadas al norte; el arbolado suele estar representado por encinas en recuperación, aunque en la mayor parte de la zona se han introducido pinos de repoblación que en algunas áreas llegan a hacerse muy densos.

Las Rendzinas serían el siguiente paso en la evolución de algunos de los Regosoles como ya hemos visto con anterioridad. Pueden llegar a constituir el suelo climácico siempre que exista algún factor que impida una descarbonatación más o menos acertada y/o la formación de un horizonte Cámbico; como es el caso de las dolomías (debido a la resistencia a la alteración y pobreza en elementos silicatados finos), de las margas (debido a su impermeabilidad y

riqueza en  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) e incluso de los derrubios calizos gruesos (debido a la elevada permeabilidad que determina condiciones muy secas); aunque en este último caso la mayor alterabilidad del material y su mayor riqueza en impurezas silicatadas, hace que su evolución a Cambisoles sea mucho más factible con el tiempo siempre que se proteja o incluso se favorezca su vegetación natural. En general soportan el mismo tipo de vegetación que los Regosoles, con la única diferencia de que esta alcanza una mayor cobertura.

Un caso especial dentro de las Rendzinas lo constituye el perfil nº 13 que caracteriza a la unidad CA-6. Este suelo se ha formado sobre derrubios dolomíticos y su característica más destacable, además de su epipedon Móllico, es la presencia de un horizonte Cámbico, debido a que su posición de fondo de vaguada hace que este suelo se enriquezca en elementos finos procedentes del lavado lateral que afecta a las laderas circundantes, los cuales determinan una capacidad de cambio más elevada, mayor reserva hídrica que condiciona una mayor alteración y la formación de una estructura más desarrollada. No obstante la elevada resistencia a la alteración que presentan estos materiales dolomíticos, hace que su descarbonatación sea muy lenta, por lo que su contenido en carbonatos es superior al 50 % en todo el perfil, de ahí que tengamos que clasificarlo como Rendzina. La gran profundidad de estos suelos así como sus relativamente buenas condiciones físicas y químicas, han permitido el desarrollo de un pinar de repoblación de gran altura y cobertura que a su vez ha modificado fuertemente la vegetación natural, de forma que actualmente el sotobosque es extremadamente pobre, aunque conserva especies que nos recuerdan a la climax primitiva (encinar).

El perfil nº 12, que caracteriza a una pequeña zona del área de estudio, lo podemos considerar como otro caso especial dentro de las Rendzinas. Pensamos que se ha formado por acumulación de colu -

vios humíferos gruesos muy pobres en elementos finos y de naturaleza calizo-dolomítica; su carácter fundamental es el intenso color oscuro que presenta el horizonte Móllico y que creemos es debido a su orientación sur que condiciona largos periodos de intensa sequedad que a su vez favorecen la polimerización de los compuestos húmicos mediante una humificación abiológica, como nos lo pone de manifiesto su elevada relación  $AH/AF = 4$ . Esta elevada xericidad, junto a su pobreza en elementos finos, son probablemente las causas fundamentales que hacen que este suelo se mantenga en un estadio de Rendzina y quede como reducto de una época más húmeda que condicionó una vegetación más frondosa y un mayor aporte de materia orgánica al suelo. En la actualidad se presenta cubierto de una capa de material pardo más claro, más pobre en materia orgánica y menos descompuesta, y en general con un quimismo más acorde con las condiciones climáticas que rigen actualmente. La vegetación que soporta es un matorral serial (romeral-aulagar), perteneciente a la serie 1-1, de elevada cobertura (80 %) debido a la profundidad del suelo y asociado con numerosos pinos de repoblación.

Cuando no hay ningún factor litológico, topográfico, etc... que limite el desarrollo del suelo, estos evolucionan a Cambisoles. De ahí que se desarrollen fundamentalmente sobre materiales calizos o calizo-dolomíticos, en pendientes no muy elevadas, en zonas más o menos húmedas y con vegetación de cobertura relativamente alta. Cuanto más cerca del óptimo se presenten todas estas condiciones del medio más evolucionado será el Cambisol y tanto menos cuanto más se alejen de él.

El material original queda restringido a calizas o calizas dolomíticas, debido a que por una parte se alteran con relativa facilidad y por otra liberan suficiente cantidad de elementos finos co



mo para permitir el desarrollo del horizonte Cámbico. Dentro de este tipo de material podemos distinguir entre derrubios y roca " in situ".

Los perfiles nºs 2, 8 y 16 representan a los Cambisoles desarrollados sobre materiales de derrubios, diferenciándose fundamentalmente en la naturaleza de estos (caliza dolomítica en el perfil nº 2, caliza en el nº 8 y mezcla de calizas y calizas dolomíticas en el nº 16). Esta diferencia litológica, junto con las condiciones climáticas, son las que van a condicionar la mayor parte de sus propiedades; así, el perfil nº 2, desarrollado sobre material calizo dolomítico y por tanto más resistente que las calizas puras, presenta una textura más gruesa (franco arenosa en el perfil nº 2 y franco arcilloso en el perfil nº 8) que condiciona una estructura menos desarrollada y una menor capacidad de cambio (8-9 meq./100g. en el perfil nº 2 y de 17-22 meq./100g. en el nº 8). No obstante la exposición soleada que presentan ambos suelos determina unas condiciones de xericidad que limitan los movimientos de agua en su interior y establecen algunas analogías entre ellos, como es su escasa diferenciación macromorfológica que nos ha obligado a recurrir a los datos analíticos para poder establecer la presencia de un horizonte Cámbico. Por otra parte la fina textura del perfil nº 8 limita el drenaje vertical y hace que el agua se acumule fundamentalmente en los primeros centímetros, lo que permite la implantación de un prado de enraizamiento corto que aporta una mayor cantidad de restos orgánicos al suelo de lo que lo hace el matorral serial (serie 1-1) del perfil nº 2, y en el que su textura más gruesa le proporciona un mayor drenaje vertical con lo que el agua es eliminada rápidamente de los horizontes superficiales y se inhibe la implantación del prado (2,19 % de C.O. en el hor. Ah del perfil nº 8 y 0,96 % de C.O. en

el mismo horizonte del perfil nº 2); No obstante, en ambos casos, esta materia orgánica se presenta escasamente descompuesta ( $C/N > 17$ ), lo que creemos es debido a que su exposición soleada provoca largos periodos de sequedad en los que se limita o inhibe la actividad biológica. Por otra parte el perfil nº 16, al presentarse en una orientación norte, tiene unas condiciones climáticas mucho más húmedas, de ahí que el suelo presente una mayor diferenciación macromorfológica; aunque la característica más destacable es el gran desarrollo de su vegetación, con una cobertura que supera el 80 % y de una naturaleza mixta entre matorral seral y pastizal (ambos de la serie 1-2), que proporciona al suelo un aporte elevado de restos vegetales, con lo que el horizonte superficial alcanza gran potencia (24 cms.), alto contenido en materia orgánica (3,54 % de C.O.) y con elevado grado de descomposición ( $C/N = 10,5$ ) debido a la falta de largos periodos secos que interrumpen la actividad biológica, de forma que se encuentra muy próximo al Móllico aunque sin serlo debido a que su cromograma en seco es algo más elevado de lo que este requiere; así mismo su litología intermedia entre los perfiles nºs 2 y 8 le proporciona características intermedias en lo referente a textura y capacidad de cambio, excepto en el hor. Ah donde su riqueza en materia orgánica le confiere una elevada capacidad de cambio. Con respecto al contenido en carbonatos destacar únicamente la mayor descarbonatación de los horizontes superficiales de este perfil, siempre en comparación con los perfiles nºs 2 y 8, y que indiscutiblemente tenemos que atribuir a su orientación norte; no obstante el contenido relativamente elevado de carbonatos que aún tienen los horizontes superficiales de este suelo, lo podemos atribuir a varias causas, entre las que destacamos la relativa resistencia que presentan sus constituyentes dolomíticos a la alteración y su posición en la parte ba

ja de pendiente que hace que este suelo reciba un aporte continuo de carbonatos procedentes del lavado o erosión de las laderas.

El otro tipo de Cambisoles agrupa a todos aquellos que se desarrollan sobre material calizo o calizo-dolomítico " in situ" . Generalmente estos suelos están asociados a una vegetación muy densa, pendientes no excesivamente elevadas y clima relativamente húmedo. Todo esto hace que su vegetación sea de tipo: bosque subhúmedo, aunque actualmente se encuentra fuertemente modificado por las intensas repoblaciones de pinos efectuadas en la zona y que en ocasiones llegan a alterar de forma más o menos acusada la morfología y propiedades de sus suelos ( ver perfil nº 17). En términos generales presentan un epipedon Ocrico seguido de un horizonte Cámbico de unos 20 cms. de espesor, textura equilibrada , bien estructurado y de color pardo o rojo amarillento que lo diferencia fácilmente del horizonte C subyacente, el cual por otra parte suele ser más rico en fragmentos rocosos y en carbonatos. Además de esta mayor diferenciación morfológica que implica un mayor desarrollo o bien una menor perturbación, la elevada descarbonatación de sus horizontes Ah e incluso en ocasiones del Bw, es otra de las características que los diferencian de los Cambisoles desarrollados sobre derrubios. Constituyen el suelo climácico desarrollado sobre calizas o calizas dolomíticas, al que deben tender todos los demás tipos de suelos desarrollados sobre estos materiales siempre que se proteja la vegetación natural.

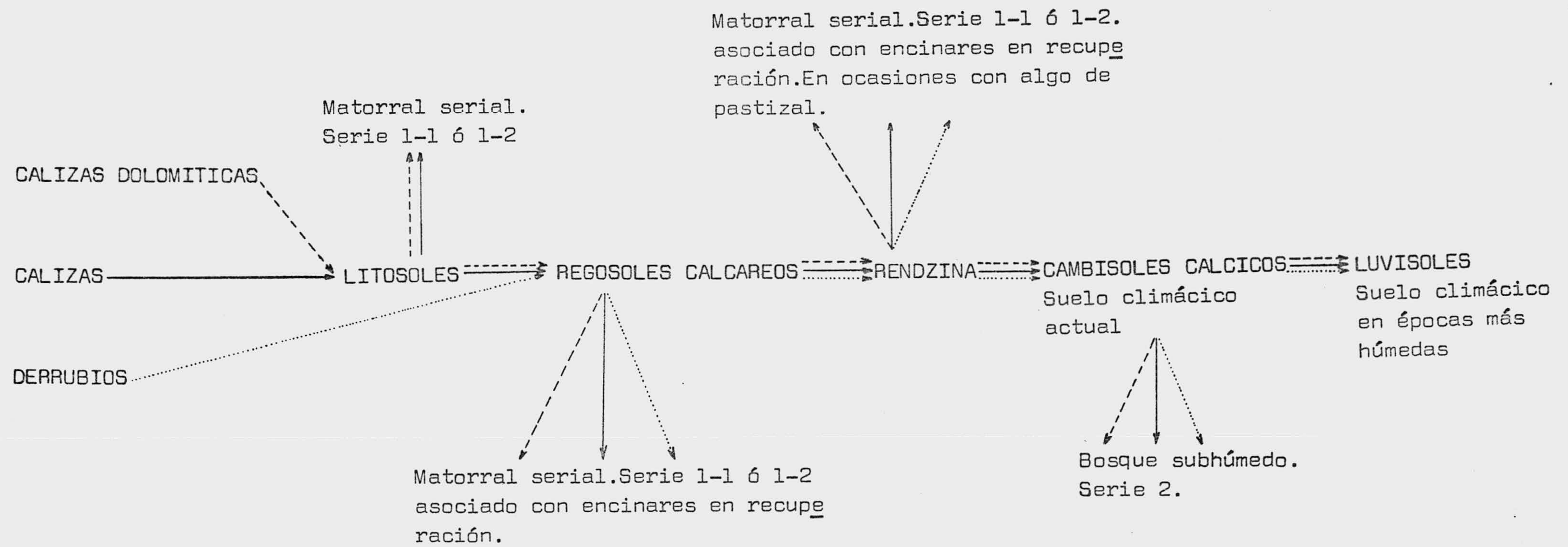
Los Luvisoles por su parte constituyen el último estadio de evolución de los suelos desarrollados sobre materiales calizos. El hecho de que estos suelos en su proceso de formación hayan tenido que pasar por una descarbonatación completa del solum seguida de una ilimerización de los materiales arcillosos, implica que tuvieron que formarse en una época mucho más húmeda que la actual, ya que en

las condiciones de xericidad que rigen hoy día es impensable que pueda formarse este tipo de suelo. El sondeo nº 3 representa a los Luvisoles crómicos que se localizan como como pequeños reductos en una meseta situada al norte de la zona de estudio y de los que se conserva únicamente parte del horizonte Bt cuyas características más destacables son su textura arcillosa, color rojo y completa descarbonatación; mientras que el perfil nº 9 representa a los Luvisoles cálcicos cuya característica más destacable es la presencia, además del horizonte argílico, de un horizonte cálcico formado por una acumulación de nódulos calizos blandos y de color blanco, que nos pone de manifiesto el intenso lavado de carbonatos que tuvo que sufrir este suelo, no obstante su posición en zona de vaguada hace que este suelo reciba continuos aportes de materiales calizos que están provocando una nueva edafización del horizonte argílico (terrificación) que le hace perder sus características propias y las aproxima a las de un horizonte Cámbico. En cuanto a la litología, estos suelos quedan restringidos a los materiales calizos puros que son los que más fácilmente sufren el proceso de alteración y disolución, paso previo imprescindible en su formación. Con respecto a la vegetación, la textura arcillosa de este tipo de suelo limita el drenaje vertical, con lo que el agua se acumula en los horizontes superficiales y determina, por lo general, la implantación de un prado.

Todo lo expuesto hasta ahora lo podemos ver resumido en los siguientes esquemas:



Serie 1-1: en orientaciones soleadas y/o baja altura  
 Serie 1-2: en orientaciones umbrias y/o altura elevada



Una vez vistas las distintas tipologías de suelos desarrollados sobre materiales calizos, así como sus relaciones con la vegetación y posible evolución en el tiempo, vamos a pasar a considerar algunos aspectos de los mismos que por estar implicados en la totalidad de los suelos hemos considerado más conveniente analizarlos en su conjunto. Entre estos tenemos la materia orgánica, ciclo biogeoquímico y minerales de la fracción arcilla.

Con respecto al contenido en materia orgánica, está íntimamente relacionado con el nivel de aporte de restos orgánicos por parte de la vegetación, la cual a su vez depende de las características climáticas y edáficas que son las que regulan la humedad, calidad y cantidad de nutrientes de que puede disponer la planta. En este sentido las orientaciones soleadas son las que condicionan un menor contenido en materia orgánica, por lo general inferior al 2%, superándose este valor únicamente en aquellos casos en que el suelo es relativamente profundo y de textura más o menos fina (perfil nº 1) en los que la reserva hídrica más elevada permite un mayor desarrollo de la vegetación; mientras que los suelos con exposiciones más o menos umbrias suelen presentar un contenido que por lo general supera el 3%, a excepción de los perfiles nºs 6 y 14 en los que la naturaleza de la roca (dolomías kakiritizadas) les condiciona una permeabilidad excesiva y pobreza en elementos nutritivos que hace que su vegetación se encuentre poco desarrollada y tanto más cuanto más secas sean las condiciones ambientales (0,66 % de C.O. en el perfil nº 6 y 1,94 % en el perfil nº 14).

No obstante en el contenido en materia orgánica influye también otro factor, como es la velocidad con que los restos vegetales se descomponen y mineralizan, la cual va a depender de las condiciones físico-químicas del medio que son las que a su vez van a

condicionar la población microbiana encargada de dicha descomposición. Este grado de descomposición lo podemos estimar a partir de la relación C/N, ya que cuanto más descompuestos se presentan los restos vegetales más ricos son en nitrógeno y más pobres en carbono; pero tenemos que tener en cuenta que esta relación varía enormemente en función de la naturaleza de la vegetación, de ahí que su utilización la tengamos que hacer con muchas precauciones y teniendo siempre presente la consideración anterior. En este sentido las exposiciones soleadas crean condiciones de fuerte sequedad que limitan la actividad biológica durante periodos más o menos largos, por lo que el grado de descomposición de la materia orgánica es relativamente bajo ( $C/N > 17$ ), a excepción también del perfil nº1 cuya mayor reserva hídrica hace que presente un valor de la relación C/N ligeramente inferior a 17; mientras que en las orientaciones más o menos umbrías el periodo de sequedad es mucho más corto, por lo que los microorganismos actúan durante más tiempo y provocan una mayor descomposición de los restos orgánicos ( $C/N < 17$ ). No obstante tenemos que tener en cuenta que los microorganismos no solamente necesitan humedad sino que además, para llevar a cabo su actividad biológica normal, precisan de toda una serie de elementos nutritivos, de ahí que las condiciones químicas del suelo jueguen así mismo un papel muy importante en la descomposición de los restos orgánicos que lleguen a él; en este sentido merece la pena destacar el comportamiento de los suelos desarrollados sobre dolomías (perfiles nºs 5, 6 y 14) en los que además de presentar un bajo contenido en materia orgánica, esta se presenta muy poco descompuesta ( $C/N \approx 20$ ).

En la línea de las consideraciones anteriores nos llama la atención las características de la materia orgánica de los perfiles nºs 12 y 15, que por un lado presentan un elevado contenido en mate



ria orgánica (7,39 % de C.O. en el hor.Ah del perfil nº 15 y 3,72 % de C.O. en el hor.Ah del perfil nº 12) y al mismo tiempo bien descompuesta (C/N = 12,5 en el perfil nº 15 y 14,9 en el perfil nº 12). Este hecho, junto al color casi negro de los horizontes Ah de ambos suelos, parece indicarnos que en ellos hay un divorcio entre la descomposición de los restos orgánicos y la posterior mineralización de los compuestos húmicos, debido probablemente a la actuación de la caliza pulverulenta que forma una película alrededor de dichos compuestos y los protege de su posterior biodegradación, tal y como parecen afirmar Toutain (120), Selmi (106) y otros; no obstante estos autores consideran que esta caliza pulverulenta no solo protege a los compuestos húmicos de su mineralización sino también de su posterior evolución, mientras que nosotros hemos podido comprobar que los compuestos húmicos de estos suelos son los que presentan el mayor grado de evolución como nos lo pone de manifiesto sus relaciones AH/AF que son las mayores de todos los suelos estudiados (2,51 en el perfil nº 15 y 4,00 en el perfil nº 12), por lo que pensamos que si bien podrían protegerlos de la humificación biológica o lo harían de la abiológica que probablemente sería la responsable del elevado contenido en ácidos húmicos de estos suelos. Esta humificación abiológica sería así mismo la responsable de que los suelos con orientaciones soleadas presenten una relación AH/AF superior a la de los suelos con orientaciones umbrias.

Un caso especial dentro de las consideraciones acerca de la materia orgánica lo constituyen aquellos suelos (perfiles nºs 13 y 17) en los que la vegetación natural ha sido sustituida por pinos de repoblación. Esta modificación de la vegetación provoca inexorablemente cambios en las características de los suelos; no obstante la importancia de estos está relacionada con las demás

propiedades del medio como humedad, características físicas y químicas del suelo, orientación, etc... Así, en principio, estos cambios vendrían inducidos por la naturaleza de los restos vegetales aportados por el pino, especialmente su pobreza en nitrógeno que como ya hemos mencionado es un elemento esencial para que los microorganismos lleven a cabo su metabolismo normal, de ahí que la escasez de este elemento pueda provocar una disminución tanto en la población microbiana como en su actividad metabólica, que provocaría una descomposición incompleta de los restos orgánicos acumulándose gran cantidad de ácidos orgánicos solubles cuya posterior evolución y agresividad va a depender en gran medida de las propiedades físicas y químicas del medio. Estas ideas las podemos comprobar en el estudio comparativo de la materia orgánica de tres suelos como son: Perfil nº11 (Rendzina sobre dolomias y desarrollada bajo vegetación natural), perfil nº13 (Rendzina sobre dolomias y bajo repoblación de pinos) y perfil nº 17 (Cambisol sobre calizas y bajo repoblación de pinos).

Con respecto al fraccionamiento por el método de DABIN modificado (fig. nº 27) podemos comprobar como los suelos bajo vegetación de pinos son los que presentan un mayor porcentaje de materia orgánica libre, lo que en cierto modo nos indica que son los que presentan un menor grado de descomposición, especialmente el perfil nº 17 desarrollado sobre calizas pero con la particularidad de presentar el hor. Ah prácticamente descarbonatado. Siguiendo este razonamiento, las huminas heredadas tenían que presentar el mismo comportamiento que la materia orgánica libre, lo que no es así ya que es el perfil nº 17 el que presenta el menor contenido en humina heredada; este hecho se podría explicar observando el ritmo de descomposición de los restos aportados por el pino en ambos suelos (ver tablas nºs 9 y 12) y en el que como vemos se establecen diferencias

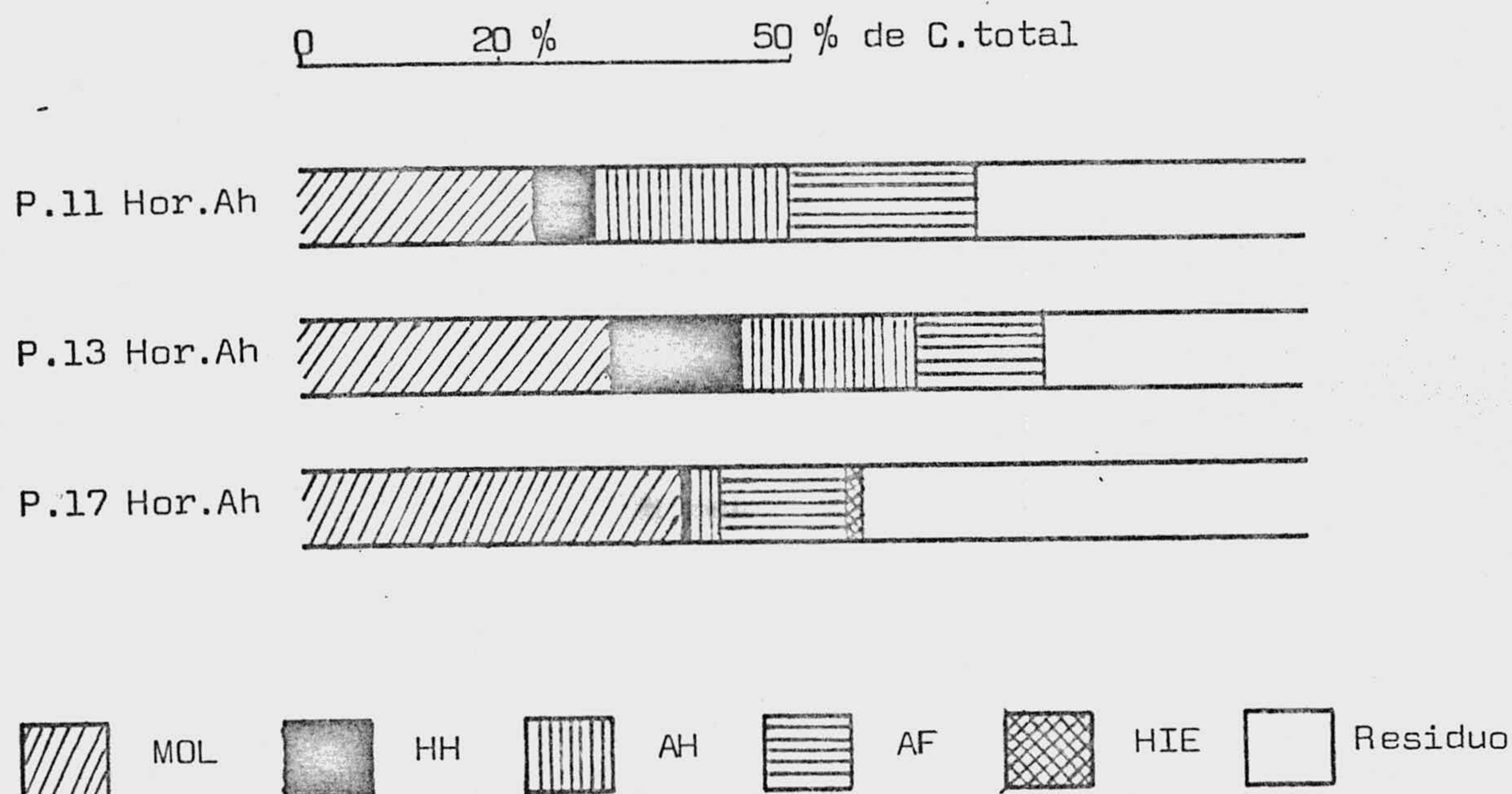


Fig.nº 27.- Representación gráfica del fraccionamiento detallado de la materia orgánica de los hor.Ah de los perfiles nºs 11,13 y 17.Método DABIN modificado.

marcadas, especialmente en la descomposición de las ligninas y hemicelulosas y celulosas. Así en el seno del hor.Ah del perfil nº 13 (ver tabla nº 9) las celulosas y hemicelulosas se descomponen mucho más rápidamente que las ligninas, por lo que estas últimas se concentran (proceso que se extiende a la casi totalidad de los suelos estudiados); mientras que en el seno del hor.Ah del perfil nº 17, es la lignina la que se descompone más rápidamente, de ahí que en este caso sean las celulosas y hemicelulosas las que se concentran. De acuerdo con esto y suponiéndole a la humina heredada una estructura de lignina ligeramente alterada, es lógico que donde esta lignina se descompone más intensamente la humina heredada sea minoritaria.

En cuanto a la fracción húmica, sería lógico pensar que los suelos desarrollados bajo vegetación natural, suponiéndole a esta un efecto mejorante, fuesen los que presentasen una mayor humificación

y mayor evolución de sus compuestos húmicos. Con respecto a la humificación, efectivamente el perfil nº 11 es el que presenta el mayor extracto húmico total (AH+AF) (39,48 % del perfil nº 11 frente al 31,44 % del perfil nº 13 y 15,33 % del perfil nº 17); mientras que la mayor evolución de los compuestos húmicos, estimándola a partir de la relación AH/AF, la presenta el perfil nº 13 (AH/AF= 1,34 en el perfil nº 13, frente a 1,03 del perfil nº 11 y 0,21 del perfil nº 17), lo que no es lógico de acuerdo con el razonamiento anterior. No obstante esta posible incongruencia nos puede venir explicada por la naturaleza de los ácidos húmicos de estos suelos. Así, mediante separación a través de Sephadex (figs. nºs 7, 9 y 13), observamos como los mayores tamaños moleculares se corresponden con los ácidos húmicos formados bajo vegetación de pino (el tamaño molecular 100.000 representa el 45,2 % en el perfil nº 13, el 34,4 % en el perfil nº 17 y el 26,4 % en el perfil nº 11), lo que en principio podría indicarnos una mayor evolución de los mismos; no obstante, mediante espectroscopia visible (fig. nº 14), pudimos comprobar que la mayor condensación del núcleo aromático de estos ácidos húmicos y por tanto el mayor grado de maduración de acuerdo con Kononova, lo presentaba el perfil nº 11, seguido del nº 13 y del nº 17, lo que en cierto modo está de acuerdo con el razonamiento primitivo de mayor evolución de los compuestos húmicos bajo vegetación natural y que parece venir confirmado por la espectroscopia de infrarrojos de estos ácidos húmicos (fig. nº 15) en los que podemos observar que son los ácidos húmicos del perfil nº 11 los que presentan una mayor relación núcleo/cadenas alifáticas (relación de las bandas a  $2.920$  y  $1.620 \text{ cm}^{-1}$ ) y un menor predominio en grupos COOH (relación de las bandas a  $1.720$  y  $1.620 \text{ cm}^{-1}$ ) y en grupos OH (relación de las bandas a  $3.400$  y  $1.620 \text{ cm}^{-1}$ ).

De acuerdo con todos estos resultados extraña fundamentalmente el hecho de que los ác.húmicos menos maduros (establecidos en función de la condensación del núcleo aromático, relación núcleo / cadenas alifáticas, etc...) sean los que presentan mayor tamaño molecular, ya que contrasta con la teoría de que estos se formen por polimerización de compuestos húmicos de bajo peso molecular; pues si esto fuese así, el mayor o menor tamaño molecular iría paralelo a la mayor o menor maduración. En este sentido y con objeto de encontrar una explicación al hecho anterior, hemos pensado en la posible existencia de más de una vía de humificación (ver esquema de la página nº 270); por una parte la vía primitiva de formación de sustancias húmicas a partir de la polimerización de compuestos orgánicos de bajo peso molecular, en la cual intervendría fundamentalmente la actividad biológica y las características físicas y químicas del medio y, por otra parte, una segunda vía de formación de sustancias húmicas a partir de la degradación de la lignina y en función de la cual dichas sustancias tendrían una estructura semejante a ella (como nos lo demuestra el espectro de infrarrojos de los ác.húmicos del perfil nº 17, fig. nº 15, fundamentalmente por sus bandas a 1.460, 1.420 y 1.380  $\text{cm}^{-1}$  correspondientes a las vibraciones de los grupos vanillil, siringil y pHB de ligninas) y su mayor maduración implicaría un menor tamaño molecular (mayor fraccionamiento de la molécula de lignina).

De hecho y en función de las características de los ác.húmicos de estos tres suelos, estas vías actuarían simultáneamente, estableciéndose las diferencias en función de la intensidad de actuación de cada una de ellas. Así, en el perfil nº 11 (bajo vegetación natural) se llevaría a cabo una descomposición relativamente intensa de los compuestos orgánicos, incluida lignina, como nos lo pone de

manifiesto el hecho de que sea este el suelo que presenta un menor porcentaje de materia orgánica libre al tiempo que un bajo contenido en humina heredada, y paralelamente también actuaría con cierta intensidad la polimerización de los compuestos orgánicos de bajo peso molecular liberados en el proceso de descomposición, como parece demostrarnos el carácter maduro de los ácidos húmicos de este suelo. En el caso del perfil nº 13, al reemplazarse la vegetación natural por una repoblación de pinos, se modifica la naturaleza de los restos vegetales aportados, los cuales parecen ser los responsables del cambio que se produce en el proceso de humificación ya que por una parte hay una menor descomposición de los restos vegetales, como nos lo pone de manifiesto su mayor contenido en materia orgánica libre y en humina heredada y, por otra, una menor maduración de sus compuestos húmicos, aunque eso sí de mayor tamaño molecular; esto lo podríamos interpretar como una disminución de la intensidad de actuación de la vía de descomposición fundamentalmente, ya que al descomponerse menos la lignina los compuestos húmicos procedentes de su degradación tendrían un mayor peso molecular, no obstante la vía de polimerización continuaría actuando y le daría a los ácidos húmicos un cierto grado de evolución y, por otra parte, el hecho de que existiesen ácidos húmicos procedentes tanto de la descomposición de la lignina como de la polimerización podría justificarnos su elevada relación  $AH/AF = 1,34$  que es superior a la del perfil nº 11. Finalmente, en el caso del perfil nº 17 se observa como el cambio de la vegetación natural por pinos de repoblación ha provocado un cambio o bien en la actividad metabólica o bien en la naturaleza de la población microbiana, de forma que se hacen fundamentalmente ligninolíticos y llevan a cabo una descomposición masiva de la lignina que da lugar a una gran cantidad de compuestos orgánicos de bajo peso mo

lecular, los cuales no sufren o lo sufren poco una posterior polimerización, de ahí la baja relación  $AH/AF = 0,21$  y el carácter semejante a la lignina de sus ácidos húmicos que nos indica su procedencia.

Ante estas consideraciones una pregunta que tenemos que hacernos es ¿por qué se produce la vía de polimerización en el perfil nº 13 y no en el nº 17? y la respuesta creemos que está en el contenido en cationes alcalinotérreos de la solución del suelo que probablemente actuarían como puente de unión de los compuestos orgánicos para dar otros de mayor tamaño molecular. En este sentido, en el perfil nº 13 al formarse sobre dolomias, estas irían liberando paulatinamente calcio y magnesio de forma que la solución del suelo siempre tendría un elevado contenido en estos cationes; mientras que el perfil nº 17, al formarse sobre calizas mucho menos resistentes a la alteración, ha sufrido, al menos el horizonte Ah, un proceso de descarbonatación casi completo, que a su vez ha estado favorecido por la elevada producción de ácidos orgánicos procedentes de la descomposición de la lignina (Le Tacon, 1976), que lo ha empobrecido en dichos cationes alcalinotérreos, de forma que al no existir este posible puente de unión la polimerización de dichos compuestos orgánicos no se lleva a cabo.

De acuerdo con esto, el efecto degradante en sentido químico que sobre el suelo tiene la modificación de la vegetación natural y su sustitución por pinos de repoblación es mucho menos acentuada en el caso de los suelos sobre dolomias que sobre los suelos desarrollados sobre calizas y que como hemos visto en el perfil nº 17 puede llegar incluso a provocar un cambio drástico en características como grado de saturación, acidez, actividad biológica, etc... que a su vez controlan la potencialidad del suelo desde el punto de vista de su producción vegetal. En definitiva podríamos decir que el ca

racter tamponador de la dolomia respecto a los ácidos orgánicos solubles producidos por la descomposición de la hojarasca del pino , actua durante periodos de tiempo mucho más largos que las calizas y que en cierto modo va a depender del clima y en especial de la precipitación, de ahí que en un clima xérico como el nuestro este efecto tamponador puede llegar a ser casi perenne.

Con respecto a la humina de insolubilización es de destacar el hecho de que no se presente sobre materiales dolomíticos, ver perfiles nºs 11 y 13, sea cual sea la naturaleza de la vegetación ; por lo que de acuerdo con Toutain ( 120) pensamos que en su formación interviene el hierro activo, de ahí que al ser las dolomias muy pobres en este constituyente, esta no se forme al menos en cantidad detectable por los métodos analíticos empleados.

Otro aspecto interesante a resaltar en los suelos es la actuación del ciclo biogeoquímico; indiscutiblemente este ciclo va paralelo a la cantidad y calidad de los restos vegetales que entran en él y a la velocidad de descomposición y mineralización de los mismos. En este sentido una modificación cuantitativa de la vegetación (desbroces, talas, etc...) o cualitativa (sustituciones de la vegetación natural por otra de menores requerimientos nutritivos) provoca una disminución de la intensidad de dicho ciclo, que al acortar menos elementos nutritivos al suelo condiciona su empobrecimiento; por otra parte cualquier actuación sobre el suelo que limite su actividad biológica cualitativa o cuantitativamente nos llevaria a los mismos resultados. En estos suelos desarrollados sobre materiales calizos, la actuación del ciclo biogeoquímico la hemos podido estimar a partir del incremento de potasio en los horizontes superficiales y como no de la relación C/N de su materia orgánica que es indicativa de su grado de descomposición; mientras que no hemos po-



dido utilizar a este fin el contenido en calcio y magnesio, dado que al ser estos materiales muy ricos en estos constituyentes y liberar los en su proceso de alteración, nos enmascara aquella parte de los mismos que se acumulan como consecuencia de la actuación de dicho ciclo. Por este motivo consideramos que será mucho más explicativo analizar este factor una vez hechas las consideraciones de los suelos desarrollados sobre materiales ácidos, en los que este efecto enmascarador no se produce.

El último aspecto a resaltar en el estudio de los suelos desarrollados sobre materiales calizos es referente a la naturaleza, origen y posible evolución de los minerales laminares de la fracción arcilla. Como consecuencia de la escasa agresividad de nuestro clima, el origen fundamental es la herencia y a ella debemos atribuir la presencia de Micas, Clorita y Caolinita, y de entre las que destacan por su extraordinaria abundancia las Micas; no obstante también nos aparecen, con una frecuencia y distribución variables, una serie de interestratificados que nos ponen de manifiesto la existencia de transformaciones dentro de estos minerales. Estas transformaciones son de tipo Illita  $\rightarrow$  Montmorillonita y parece ser, de acuerdo con numerosos autores como Mac Ewan (1954), Jackson (1952), Tardy (1969), Paquet (1969) etc..., que se lleva a cabo en presencia de soluciones concentradas de iones alcalinotérreos ( $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ ) y relativamente ricas en sílice y cuyo mecanismo podemos ver esquematizado en la fig. nº 28, se basa en una apertura de las hojas de la Illita con salida de los potasio interfoliares y entrada de iones hidratados de magnesio con el consiguiente aumento del espaciado basal; no obstante el escaso contenido en Montmorillonita (trazas) de la mayoría de los suelos estudiados, nos habla de la intensidad, relativamente escasa, con que esta se lleva a cabo, ya que raramente alcanza su estadio final.



Fig.nº 28.- Esquema de la transformación Illita-Montmorillonita.

Un caso especial dentro de la mineralogía de arcillas la presenta el perfil nº 17, en él observamos como la montmorillonita se incrementa con la profundidad mientras que los interestratificados disminuyen con la misma, al tiempo que los demás minerales como las Micas y Caolinita muestran una distribución uniforme. De acuerdo con esto y teniendo presente que el horizonte Ah de este suelo se presenta prácticamente descarbonatado y por tanto con una solución más pobre en bases, podríamos pensar que el incremento de montmorillonita con la profundidad se debe a la transformación Illita-Montmorillonita mencionada anteriormente, ya que la solución del suelo se concentra más en los horizontes profundos; no obstante creemos que si fuese este el origen, junto al incremento en montmorillonita se produciría un incremento en interestratificados, al ser estos los productos intermedios, lo que en realidad no ocurre, de ahí que pensemos en otra posibilidad que nos viene inducida por la gran cantidad de compuestos orgánicos solubles que se producen en este suelo. Según esta, los ácidos orgánicos solubles y agresivos podrían provocar una pérdida de cristalinidad por parte de la montmorillonita, mediante la extracción de determinados elementos de su estructura y con la consiguiente transformación en interestratificados; así mis

mo, esta teoría nos justificaría el hecho de que con la profundidad, dado que disminuye el porcentaje de estos compuestos orgánicos y su agresividad, lleguen a desaparecer estos interestratificados.

Con respecto al sector silicatado, los suelos de sus unidades se agrupan dentro de dos tipologías fundamentales como son Cambisoles y Regosoles, en base a la presencia o no de un horizonte Cámico. Dentro de ellos se desarrollan dos categorías en función de su grado de saturación, así son eútricos cuando  $V > 50\%$  y dístricos cuando  $V < 50\%$ . Su morfología, grado de evolución, propiedades, etc., se establecen como consecuencia de la actuación de una serie de factores entre los que cabrían destacar la litología, clima, vegetación, relieve y fundamentalmente el factor antropozoogeno como modificador de los demás.

Con respecto al factor litológico, en el sector se presentan dos tipos de materiales como son cuarcitas y filitas de características muy diferentes que van a imprimir a los suelos que sobre ellos se desarrollan unas propiedades diferenciales que a su vez se van a ver influidas por la actuación de los demás factores. El carácter fundamental de la filitas es su estructura laminar y fina textura que imprimen al suelo una débil permeabilidad que hace que el agua de lluvia se acumule en los primeros centímetros, lo que condiciona por un lado una escasa profundidad de alteración (la base del horizonte B no suele superar los 30 cms.) y por otro la implantación de un prado que proporciona al suelo un buen aporte de materia orgánica. Por otra parte, el elevado contenido de este material en minerales alterables, unido a su escasa permeabilidad, enriquece en bases la solución del suelo y determinan un grado de saturación, por el método del acetato amónico, del 100%. Todas estas características

hacen que sobre estos materiales se presente una asociación de Regosoles y Cambisoles eútricos cuya diferencia estriba en la profundidad a que llegue la alteración, la cual a su vez vendrá condicionada por la posición topográfica; de forma que los Cambisoles (perfil nº 25) se asocian a las posiciones llanas o deprimidas, donde no hay o es muy escasa la escorrentia lateral, permitiendo una mayor penetración del agua de lluvia y alcanzando la base del horizonte Bw una profundidad igual o superior a los 25 cms., de ahí que se pueda clasificar como Cámbico; mientras que los Regosoles se asocian a zonas de pendiente, donde la escorrentia lateral junto a la escasa permeabilidad del material hacen que el agua y por tanto la alteración no alcancen los 25 cms. de profundidad.

Las cuarcitas, por su parte, condicionan una textura mucho más gruesa, de forma que es su contenido en elementos finos el que en cierto modo determina sus propiedades, aunque no por exceso como ocurría en los suelos desarrollados sobre filitas, sino por defecto ya que son esenciales para que el suelo desarrolle una buena estructura sin cuyo concurso se degradarían sus propiedades físicas. En este sentido, al perfil nº 19 (Cambisol eútrico) lo podemos considerar como el representante climácico de los suelos desarrollados sobre cuarcitas y cuya principal característica es la presencia de un horizonte Cámbico de color pardo y bien estructurado que le proporciona al suelo unas buenas condiciones físicas, no tanto en cuanto a la permeabilidad (muy elevada en estos suelos debido a su gruesa textura) sino en cuanto a su capacidad de retención de agua que le proporciona una reserva hídrica elevada, que por una parte favorece el desarrollo de la vegetación y por otra la alteración y desarrollo del suelo hacia estadios más evolucionados; además de la presencia del horizonte Cámbico, otras propiedades a destacar en este suelo son

la descomposición relativamente buena de su materia orgánica ( $C/N=15,3$ ) y el grado de humificación medianamente alto de sus compuestos húmicos ( $AH/AF= 0,71$  en el hor. Ah y  $0,76$  en el Bw), así como la existencia de un ciclo biogeoquímico relativamente intenso que proporciona al suelo un grado de saturación superior al 50 % y le da la categoría de eútrico. En nuestra zona de estudio, este suelo climático se encuentra asociado a formaciones de vegetación natural de planifolios (robleales o encinares), estableciéndose un equilibrio suelo-vegetación cuya estabilidad pasa inexorablemente por la conservación y mantenimiento de dichas masas boscosas; no obstante en la actualidad estas formaciones se mantienen como pequeños reducidos debido a que la acción humana ha eliminado la mayor parte de las mismas mediante talas y posteriores repoblaciones de pinos que han provocado alteraciones en los suelos de intensidad paralela a la importancia de la modificación.

Así el perfil nº 20 podría representar un primer estadio de degradación, la presencia en el área de localización de este suelo de antiguas terrazas junto a las variaciones de vegetación en comparación con la del perfil nº 19, nos ponen de manifiesto la posible intervención humana en épocas más o menos pretéritas, las cuales pudieron provocar (ver discusión del perfil en pag. nº 245) un cambio progresivo de los robles y quejigos por especies más xéricas como la encina, que a su vez condicionaron modificaciones en el quimismo general del suelo; no obstante estas modificaciones no llevaron consigo una manifiesta alteración de su morfología, de forma que el suelo actual se encuentra bien desarrollado y al igual que el perfil nº 19 presenta un horizonte Cámbico bien estructurado y con un grado de saturación superior al 50 %, por lo que se mantiene dentro de la categoría de Cambisol eútrico. De ahí que las variaciones,

siempre en comparación con el perfil nº 19, se basen fundamentalmente en la evolución de su materia orgánica, destacando una menor descomposición de esta que se nos pone de manifiesto tanto por su mayor relación C/N = 22,0 como por el diferente ritmo de descomposición de los restos vegetales que podemos ver en la tabla nº15, hecho que podría ser atribuible a la composición de los restos orgánicos así como a una posible variación en la población microbiana encargada de dicha descomposición. Pero en cualquier caso la posible degradación de este perfil, en comparación con el nº 19, es mínima ya que en todo momento es debida a la sustitución de una vegetación natural por otra vegetación natural mejor adaptada a las nuevas condiciones climáticas.

Otro tipo de degradación, en este caso mucho más intensa, es la que se lleva a cabo actualmente mediante talas, desbroces, aterrazamientos y sustitución de la vegetación natural por otra introducida, que pueden provocar una intensa modificación de las propiedades del suelo como podemos observar en los perfiles nºs 21, 22 y 26. Esta destrucción de la vegetación natural provoca dos efectos inmediatos; por un lado una mayor erosión hídrica que origina un arrastre de los elementos finos (los tres suelos anteriormente mencionados muestran una disminución, tanto en limo como en arcilla, al ascender en el perfil) y por otro un incremento de la insolación, al destruirse el efecto protector de la vegetación, que origina unas condiciones microclimáticas más secas; ambos efectos desencadenan otros que van ligados a ellos como son disminución de la capacidad de cambio, empobrecimiento en bases, disminución de la reserva hídrica, etc... que desembocan en una disminución del potencial biológico del suelo y por tanto en una desertificación del medio. No obstante a esta degradación, que en principio podríamos considerar fí-

sica, se le añade otra degradación de tipo químico cuando sobre el suelo se implanta una vegetación de pinos y que puede ser incluso más perjudicial.

Esta degradación química la podemos apreciar analizando detalladamente tanto la materia orgánica como las características morfológicas, físicas y químicas de los perfiles nºs 19 (Cambisol eútrico bajo vegetación natural de robles y quejigos), 21 (Regosol dístico bajo vegetación natural en recuperación después de haber sido talados los pinos de repoblación) y 22 (Regosol dístico bajo vegetación de pinos).

De este estudio cabe destacar en primer lugar el contenido y buen grado de descomposición ( $C/N=15,3$ ) de la materia orgánica del perfil nº 19, decreciendo ambos parámetros cuando la vegetación natural es sustituida por el pino como es el caso del perfil nº 22 que presenta una relación  $C/N=22,5$ ; mientras que el perfil nº 21, si bien presenta el más alto contenido en materia orgánica, es la que se encuentra peor descompuesta ( $C/N=25,4$ ), lo que podríamos justificar por el hecho de que, al talar el bosque de pinos y antes de que la vegetación natural alcance una elevada cobertura, el suelo sufre una fuerte insolación que determina un microclima mucho más seco y condiciona una menor actividad biológica, de ahí la escasa descomposición de esta y su consiguiente acumulación; así mismo la existencia de mayores contrastes estacionales en este suelo, nos justificaría el mayor grado de humificación de su materia orgánica (estimada mediante la relación AH/AF) debido a la mayor intervención de la humificación abiológica.

Con respecto a la naturaleza de los distintos compuestos orgánicos, establecida mediante el método de Dabin modificado (fig. nº 29), se observa como los suelos en los que la vegetación natural

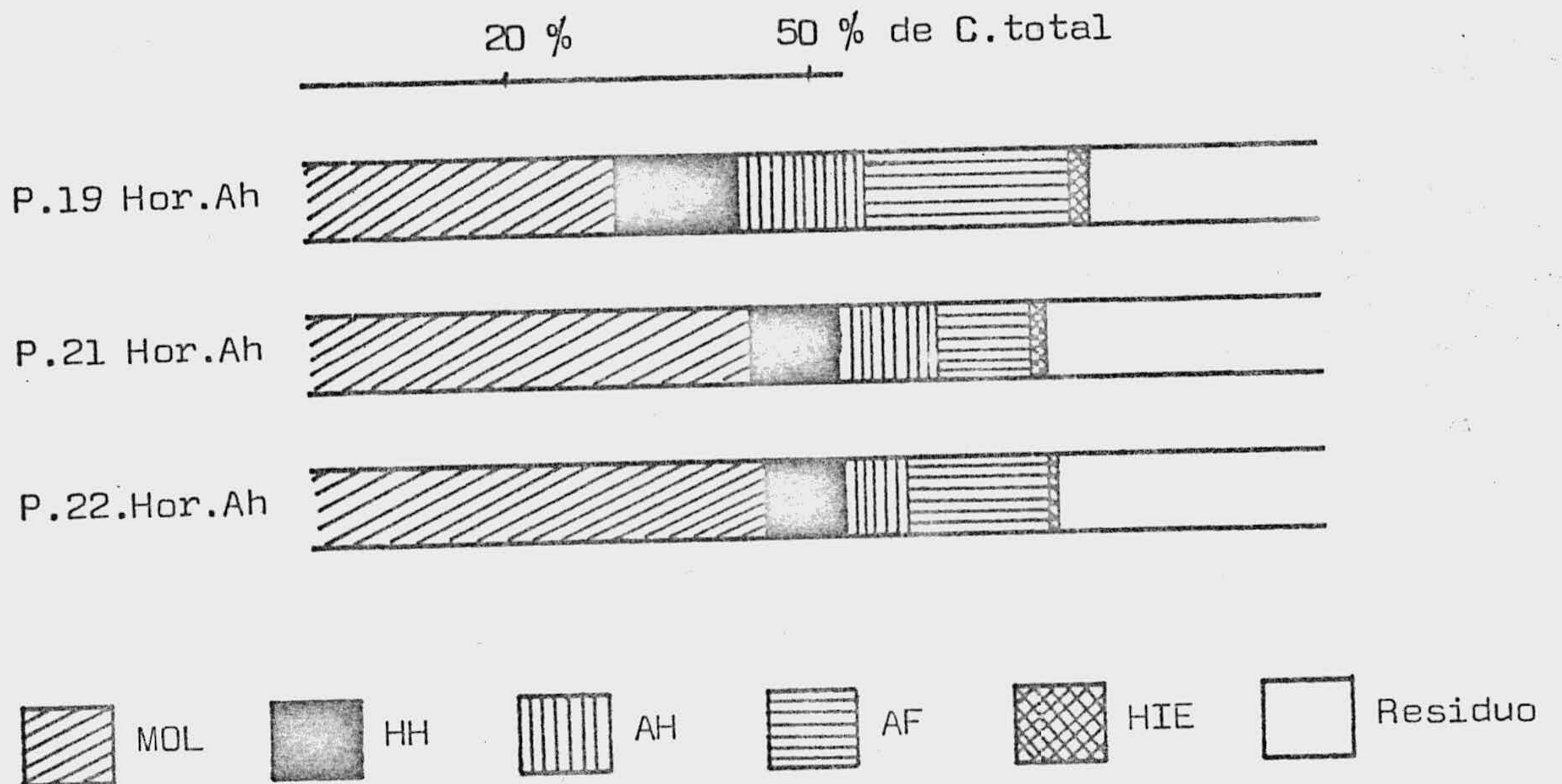


Fig.nº 29.- Representación gráfica del fraccionamiento detallado de la materia orgánica de los horizontes Ah de los perfiles n.ºs 19, 21 y 22. Método de CABIN modificado.

ha sido modificada (perfiles n.ºs 21 y 22) son los que presentan un mayor porcentaje de materia orgánica libre, lo que está de acuerdo con la menor descomposición de sus restos vegetales, al tiempo que su humina heredada (HH) es menor; hecho, este último, que podría interpretarse como consecuencia de una ralentización en el ritmo de descomposición de la lignina. Con respecto al extracto húmico total (AH + AF), este es muy superior en el suelo bajo vegetación natural, lo que en cierto modo nos indica su mayor humificación; no obstante si intentamos establecer esta a partir de la relación AH/AF nos encontramos que es el perfil n.º 21 el que presenta la relación más alta, lo que ya justificamos anteriormente partiendo de una mayor intervención de la humificación abiológica en este suelo. Esta mayor maduración de los compuestos húmicos formados bajo vegetación



natural la pudimos establecer así mismo mediante espectroscopia visible (fig.nº 18 ) y espectroscopia de infrarrojos (fig.nº 17), en las que se puede observar como son los ácidos húmicos del perfil nº 19 los que presentan una mayor condensación de su núcleo aromático, al tiempo que un mayor predominio del carácter aromático sobre el alifático (relación de las bandas a  $2.920$  y  $1.620 \text{ cm}^{-1}$ ) y un menor predominio en grupos COOH (relación de las bandas a  $1.720$  y  $1.620 \text{ cm}^{-1}$ ). De acuerdo con todo lo anteriormente expuesto, la mayor maduración de los compuestos húmicos corresponde al perfil nº 19 , seguido del nº 21, mientras que el perfil nº 22 es el que presenta la menor maduración; pero al igual que ocurría en los suelos desarrollados sobre material calizo, esta mayor maduración no se corresponde con un incremento del tamaño molecular de los ácidos húmicos, sino que por el contrario los ácidos húmicos más maduros son los que presentan un menor tamaño molecular (fig. nºs 19, 20 y 21). Esto nos vuelve a confirmar en la idea, ya expresada anteriormente, de la existencia de dos vías de humificación, siendo la vía de descomposición de la lignina la que da lugar a los ácidos húmicos de mayor tamaño molecular pero al mismo tiempo menos evolucionados (perfil nº 22), como nos lo demuestra el hecho de que sean estos los que presentan unas características más próximas a las de la lignina (mayor predominio de los grupos vanillil, siringil y pHB correspondientes a las bandas  $1.460$ ,  $1.420$  y  $1.380 \text{ cm}^{-1}$ ); mientras que conforme aumenta la fragmentación de la lignina (probablemente debido a una mayor actividad biológica), los ácidos húmicos disminuyen su tamaño molecular y sus características se alejan más de la lignina (menor predominio de los grupos vanillil, siringil y pHB) y toman un aspecto más evolucionado (mayor predominio del carácter aromático y mayor condensación del núcleo ) como ocurre en el caso del perfil nº 19, por lo que pen

samos que la via de polimerización podria tener en este suelo una mayor significación. No obstante el hecho de que los ácidos húmicos formados sobre materiales ácidos tengan todos ellos unas características más proximas a la lignina, sea cual sea el tipo de vegetación, que los que se forman sobre materiales calizos, parece confirmarnos que los cationes alcalinotérreos son elementos esenciales en la maduración de dichos ácidos húmicos (probablemente actuando como puente de unión y favoreciendo la via de polimerización). Un hecho que parece confirmarnos la afirmación anterior es que mientras que en los medios calizos la relación AH/AF aumenta con la profundidad, en los medios ácidos disminuye; lo que podria interpretarse como que en los medios calizos la evolución de la materia orgánica va en el sentido de una polimerización, con lo que se produce un incremento de los compuestos de mayor tamaño molecular, mientras que en los medios ácidos esta evolución va en el sentido de una mayor descomposición y fragmentación de la lignina, produciendose en este caso un incremento de los compuestos orgánicos de menor tamaño molecular; únicamente cuando la vegetación es mejorante ( robles o encinas) esta relación se mantiene o incrementa con la profundidad, lo que parece indicarnos que es la vegetación la que, condicionando un ciclo biogeoquímico más activo y una mayor actividad biológica, favorece la via de polimerización.

En cuanto a la humina de insolubilización, su porcentaje con respecto al carbono total va paralelo al contenido en hierro libre, por lo que de acuerdo con Toutain ( 120) seguimos pensando que es el hierro activo el que actua en su formación e impide que puedan ser extraidos por reactivos como el pirofosfato sódico e hidroxido sódico, por lo que es necesario un tratamiento previo con ditionito y  $ClH + FH$ .

De acuerdo con todo lo expuesto hasta ahora y correlacionando las características de los compuestos orgánicos de todos los suelos estudiados, tanto sobre materiales ácidos como básicos, parece ser que la vegetación natural condiciona una mayor actividad biológica que se traduce en una rápida descomposición de los restos vegetales aportados al suelo y en un aceptable grado de humificación de los compuestos húmicos. Mientras que cuando esta vegetación es sustituida por pinos de repoblación, se observa un cambio en la evolución de la materia orgánica con formación de gran cantidad de compuestos orgánicos cuya posterior evolución va a estar íntimamente relacionada con las características del medio. Así, sobre materiales dolomíticos, la acidez y agresividad de los compuestos orgánicos solubles se ve rápidamente neutralizada por la gran cantidad de carbonatos existentes en el medio, de ahí que su efecto perjudicial en las características físicas y químicas del suelo sean minoritarias; otro tanto ocurre en los suelos desarrollados sobre calizas, aunque en este caso cuando el suelo sufre un proceso de descarbonatación, los ácidos orgánicos solubles dejan de ser neutralizados y provocan una acidificación del medio que repercute en su actividad biológica y en su potencial biológico, teniendo lugar en definitiva una degradación y empobrecimiento del suelo. En los medios ácidos el efecto tamponador lo realiza fundamentalmente el hierro, de ahí que el equilibrio estribe en la cantidad de hierro presente (fundamentalmente hierro activo) y en la cantidad de compuestos orgánicos solubles que se formen; según esto y siempre refiriéndonos a nuestros suelos desarrollados sobre cuarcitas, parece ser que bajo vegetación natural de planifolios, bien porque se liberen menos compuestos orgánicos ácidos o bien porque estos sean menos agresivos, lo cierto es que el suelo presenta un color pardo con cromas elevados y una

estructura bien desarrollada que nos indica que estos compuestos orgánicos han sido neutralizados y flocculados "in situ" dando lugar a complejos organominerales constructores de la estructura, lo que nos viene confirmado por la acumulación de hierro libre en los horizontes superficiales (ver perfil nº 19); mientras que cuando esta vegetación natural se sustituye por el pino (ver perfil nº 22), el suelo adquiere un tona más grisáceo (menor cromá) y su estructura está menos desarrollada, lo que de alguna manera nos indica que esta vegetación produce una mayor cantidad de compuestos orgánicos ácidos o bien que son más agresivos, de forma que el hierro existente no es suficiente para neutralizarlos con lo que el medio se acidifica y el hierro se reduce y deja de actuar como puente en la formación de complejos organominerales con lo que la estructura comienza a degradarse, hecho que parece venir confirmado por la disminución de hierro libre en los horizontes superficiales el cual formaría complejos solubles con los ácidos orgánicos y sería extraído de dichos horizontes bien por lavado vertical o lateral.

Además de este tipo de degradación, la introducción del pino provoca una disminución de la cantidad de elementos nutritivos que circulan en el ciclo biogeoquímico, debido a que son especies de escasos requerimientos nutritivos, lo que lleva consigo una mayor pérdida, por lavado, de dichos elementos y empobrecimiento del suelo. Este punto lo hemos podido comprobar analizando la hojarasca procedente del roble, encina y de varios pinares desarrollados tanto sobre materiales ácidos como básicos (tabla nº 22). De acuerdo con estos resultados los planifolios almacenan en sus hojas más del doble de nitrógeno y calcio de lo que lo hacen las acículas de pino, algo más de magnesio, semejantes cantidades de fósforo y mucho más potasio en el caso específico del roble; con respecto a los mi-

cronutrientes se observan variaciones muy acusadas que no parecen estar relacionadas con la especie vegetal sino más bien con las características físicas y químicas del medio.

Perfil	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	ppm			
						Cu	Fe	Zn	Mn
19....	0,90	0,08	0,21	1,93	0,27	-	348	20	450
20....	1,05	0,06	0,07	1,57	0,27	7	1.330	72	220
22....	0,33	0,05	0,05	0,78	0,19	-	380	18	586
26....	0,41	0,06	0,11	0,85	0,19	-	167	18	284
27....	0,43	0,04	0,07	0,92	0,23	-	1.261	31	335
13....	0,40	0,07	0,09	0,77	0,21	-	289	18	17
17....	0,41	0,04	0,04	0,84	0,17	-	216	66	147

Tabla nº 22.- Análisis foliar de las hojarascas de robles (perfil nº 19), encinas (perfil nº 20) y diversos pinares (restantes perfiles).

En síntesis podemos decir que el pino provoca por una parte una acidificación del medio como consecuencia de la elevada cantidad de ácidos orgánicos que se producen en el proceso de descomposición de sus acículas y, por otra, una relentización del ciclo biogeoquímico y empobrecimiento del medio en bases como consecuencia de un mayor lavado de las mismas al no entrar en el juego de dicho ciclo, y ambas acciones intervienen a su vez en la actividad biológica del suelo, de forma que todos estos procesos constituyen un ciclo de mutuas interrelaciones. Por lo tanto, la intensidad de estos efectos degradantes estará estrechamente relacionada con las características del medio; así cuanto más favorables sean las condiciones (humedad fundamentalmente) se producirá una mayor descomposición de la hojarasca y una mayor producción de ácidos orgánicos ,

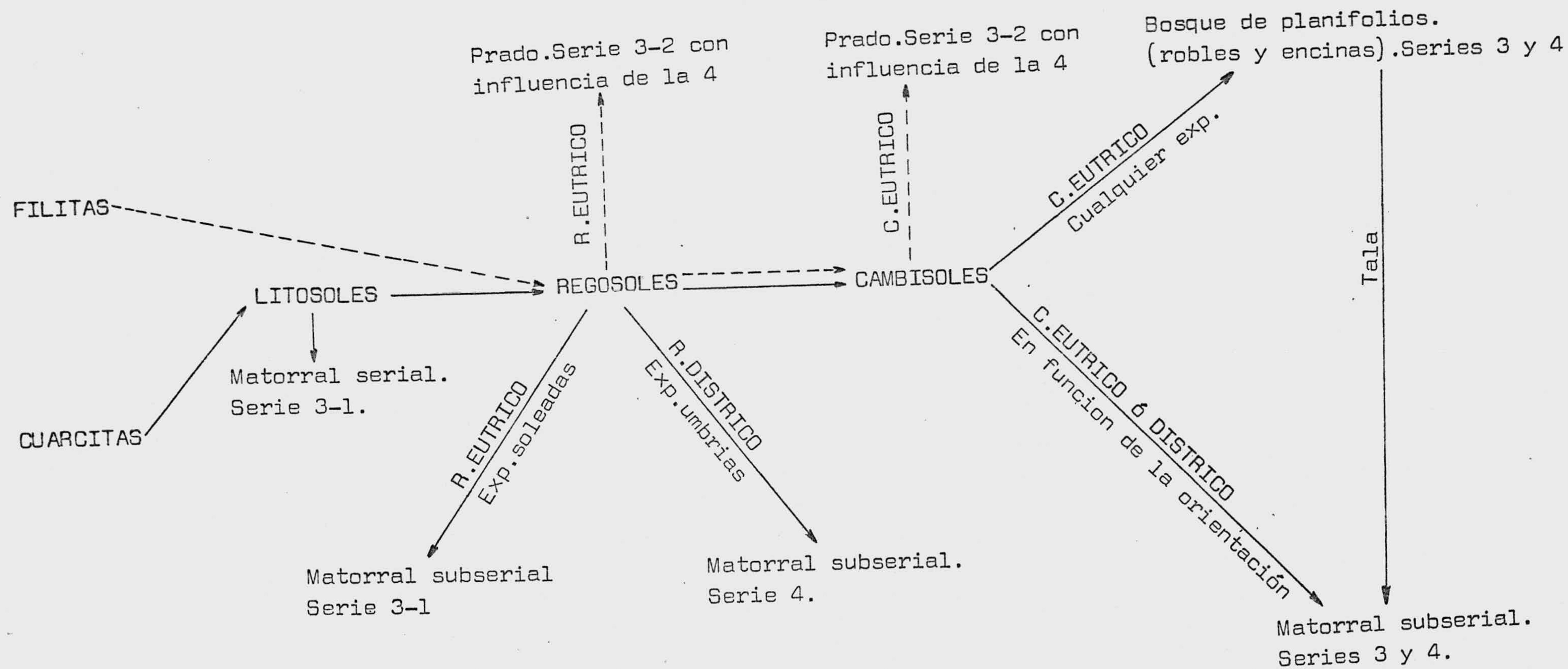
al tiempo que habrá un mayor lavado y pérdida de bases, de ahí que las exposiciones umbrias aceleren el efecto degradativo del pino mientras que las exposiciones soleadas lo retardan; por otra parte y como ya hemos mencionado anteriormente, los medios calizos neutralizan estos ácidos orgánicos con lo que protegen al suelo de su degradación. De acuerdo con estos razonamientos las zonas carbonatadas y con exposiciones soleadas serán las más resistentes a la degradación química por efecto de la repoblación de pinos, le seguirán las zonas calizas con orientaciones umbrias siempre que no exista el peligro de una descarbonatación más o menos rápida que se puede evaluar en función de la naturaleza de la roca y humedad ambiental, posteriormente las zonas ácidas con orientaciones soleadas y finalmente las ácidas y umbrias serán las más susceptibles de sufrir la degradación, aunque en el caso de estas zonas ácidas la velocidad de degradación estará relacionada con la cantidad de minerales alterables que contenga el material original. El perfil nº 27 constituye un ejemplo de lo anteriormente expuesto y así vemos como su exposición soleada determina unas condiciones xéricas que condicionan una menor actividad biológica como nos lo demuestra el escaso grado de descomposición de su materia orgánica ( $C/N = 25,3$ ) y la acumulación de esta en un horizonte superficial muy delgado que a su vez nos pone de manifiesto su escasa incorporación al medio mineral; pero además, esta escasa alteración de la materia orgánica, hace que se liberen pocos ácidos orgánicos que por otra parte, dada su exposición soleada, sufren una mayor humificación abiológica, traduciendo todo ello en una menor agresividad de dichos compuestos, con lo que el suelo alcanza valores de pH menos ácidos que junto a su mayor grado de saturación, como consecuencia del menor lavado, le proporcionan mejores características químicas y en definitiva unos menores niveles de degradación.

Otro tipo de modificación del medio es el que se lleva a cabo por el incendio, el cual y como de todos es sabido provoca en principio un incremento de los procesos erosivos al eliminarse del suelo la cubierta vegetal que lo protege y cuyas consecuencias pueden ser de extrema gravedad hasta el punto de hacer, en ocasiones, irrecuperable el paisaje primitivo, fundamentalmente si este era natural y las condiciones actuales no son muy favorables para su nueva implantación. En nuestra zona se observan restos de antiguos incendios en el sector ácido, como es el caso de los perfiles n<sup>o</sup>s 18 y 23, y en los que, además de procesos erosivos que se salen fuera del alcance de este trabajo, hemos podido detectar variaciones en la naturaleza de su materia orgánica. En términos generales se observa una fuerte acumulación de esta en los horizontes superficiales y con una relación C/N muy elevada (la más elevada de todos los suelos estudiados), lo que tenemos que atribuir a la acumulación de restos de carbón vegetal en dichos horizontes que a su vez les proporciona una elevada capacidad de cambio que hace que indirectamente su grado de saturación sea inferior al 50 %; por otra parte su grado de humificación es muy elevado, alcanzando la relación AH/AF valores superiores a 1. Con respecto a la naturaleza de sus compuestos húmicos también hemos observado intensas diferencias entre los ácidos húmicos del perfil n<sup>o</sup> 23 y los de los demás suelos de esta unidad y que tenemos que atribuir fundamentalmente a la actuación del fuego, dado que es el principal factor diferenciador entre ellos. Dentro de estos cambios podemos destacar una disminución del tamaño molecular (fig. n<sup>o</sup> 23), llegando a representar la fracción inferior a 1.000 un 56 %; una mayor condensación del núcleo aromático (fig. n<sup>o</sup> 22); una disminución relativa de los grupos funcionales oxigenados (bandas a  $3.400\text{ cm}^{-1}$  -vibraciones OH-,  $1720$  y  $1250\text{ cm}^{-1}$  -vibra

ciones C=O -); disminución del carácter alifático (banda a  $2.920 \text{ cm}^{-1}$ ) y aumento del carácter aromático (banda a  $1.620 \text{ cm}^{-1}$ ).

Con respecto al estudio mineralógico de la fracción arcilla es de destacar, al igual que ocurría sobre los materiales básicos, el dominio de las micas sobre todos los demás minerales laminares como clorita y caolinita que en la mayoría de los suelos se presentan únicamente como trazas; no obstante se dan algunas diferencias con respecto a los suelos calizos, de entre ellas podemos destacar la ausencia de montmorillonita y la diferente naturaleza de los minerales interstratificados como nos lo demuestra el hecho de que no aumenten su espaciado basal cuando son tratados con etilen-glicol. Este tipo de transformación, de acuerdo con autores como Bruckert ( 20 ) y Razzaghe ( 95 ) parece ser que se lleva a cabo a partir de una hidrólisis ácida en la cual se produce una pérdida de los iones K interfoliares de la Illita con apertura de las hojas y su consiguiente transformación en Vermiculitas abiertas; por otra parte estos huecos interfoliares pueden ser ocupados progresivamente por aluminio en forma de iones complejos dando lugar a Vermiculitas aluminosas. No obstante el hecho de que estas Vermiculitas no nos aparezcan como minerales más o menos puros dentro de la fracción arcilla, nos indica la escasa intensidad con que se lleva a cabo esta transformación, aunque esta varía según las condiciones del medio de forma que es tanto más activa cuanto más ácido y pobre en bases sea el medio, de ahí que aumente en los suelos más evolucionados con orientaciones umbrias y disminuya en los suelos con exposiciones soleadas que por otra parte suelen ser los menos evolucionados, llegando a desaparecer en los suelos desarrollados sobre filitas en los que el elevado contenido en minerales alterables y consiguiente riqueza en bases inhibe dicha transformación.





Finalmente no nos queda más que analizar las relaciones de los suelos de este sector y el paisaje que sobre ellos se desarrolla y que podemos ver en el esquema de la pág.nº 360 .De acuerdo con este, sobre filitas se desarrolla siempre una vegetación de prado sea cual sea el estado evolutivo del suelo, diferenciándose únicamente en la cobertura que es mayor en el suelo más evolucionado; por tanto sobre este tipo de material, el suelo climácico sería un Cambisol eútrico y la unidad paisajística un prado. Sobre cuarcitas el suelo climácico sería así mismo un Cambisol eútrico, aunque de características físicas y químicas muy diferentes, y su unidad paisajística el bosque de robles o encinas dependiendo del grado de humedad ambiental (aunque de hecho los robles actuales se pueden considerar como relictos de una época más húmeda) ; no obstante la intervención humana ha provocado grandes modificaciones del paisaje de forma que actualmente el matorral subserial o serial es la unidad paisajística más abundante, lo que ha llevado consigo una degradación de los suelos a formas menos evolucionadas, bien por un incremento de la erosión con formación de Cambisoles menos profundos o bien por desaparición del horizonte Cámbico con formación de Regosoles. Otro tipo de degradación se lleva a cabo actualmente mediante las repoblaciones de pinos y que como hemos visto provocan una acidificación del medio con su correspondiente empobrecimiento en bases y transformación de las formas eútricas en dístricas, pudiendo llegar incluso a provocar la degradación de Cambisoles eútricos a Regosoles dístricos como caso extremo.

Las consideraciones enunciadas anteriormente nos lleva al establecimiento de las siguientes conclusiones.

CONCLUSIONES

1ª.- Se han establecido 15 unidades de suelos; 11 en el sector carbonatado y 4 en el no carbonatado, atendiendo a la actuación de los factores formadores como auténticos responsables de la configuración del paisaje.

2ª.- Se ha observado una evolución en los suelos presentes en el area de estudio. Así, sobre material carbonatado los suelos evolucionan desde Litosoles a Luvisoles, pasando por Regosoles, Rendzinas y Cambisoles. La Rendzina constituye el suelo climácico actual sobre material dolomítico, mientras que sobre calizas o calizas dolomíticas lo es el Cambisol cálcico. Los Luvisoles, por su parte, constituyen un reducto del suelo climácico sobre calizas de épocas más húmedas.

Sobre material no carbonatado los suelos evolucionan desde Litosoles a Cambisoles, pasando por Regosoles; aunque en ocasiones, como es el caso de las filitas, estos últimos constituyen el punto inicial. El Cambisol eútrico es el suelo climácico actual tanto sobre cuarcitas como sobre filitas.

3ª.- Existe una correspondencia entre el grado de evolución del suelo y el desarrollo de la vegetación, estando marcada esta por las características de aquel y viceversa.

4ª.- Se ha comprobado una relación entre las propiedades de los suelos y los factores que intervienen en su formación. Así, la textura varia fundamentalmente en función de : la naturaleza del material original ( más gruesa en suelos sobre dolomias que sobre calizas o en suelos sobre cuarcitas que sobre filitas), del relieve (más gruesa en pendiente que en zona de vaguada) y del grado de evolución del suelo ( más fina cuanto mayor sea la alteración); mientras

que en la construcción de la estructura interviene tanto la textura como la naturaleza de su materia orgánica.

5ª.- Hemos comprobado que la calidad y cantidad de la materia orgánica de los suelos viene dada en función del grado de desarrollo y naturaleza de la cubierta vegetal, así como de las condiciones físicas y químicas del medio.

De forma que mientras que la vegetación natural (encinas, robles o los matorrales subseriales o seriales) aportan restos orgánicos de descomposición relativamente fácil y cuya humificación da lugar a compuestos orgánicos más o menos polimerizados y en general poco agresivos; el pino aporta restos vegetales de más difícil descomposición y productores de ácidos orgánicos solubles y agresivos cuya posterior evolución depende de las condiciones del medio, siendo rápidamente neutralizados en medios carbonatados ricos en bases, mientras que no lo son en medios ácidos donde pueden llegar a modificar fuertemente las propiedades del suelo.

6ª.- Hemos comprobado que con respecto a la vegetación natural, el pino almacena en sus acículas menores cantidades de elementos nutritivos, fundamentalmente nitrógeno y calcio, lo que provoca una disminución cuantitativa del ciclo biogeoquímico y un empobrecimiento paulatino del suelo.

7ª.- Hemos podido establecer que el efecto degradante que el pino tiene sobre las propiedades del suelo depende, además de las características físicas y químicas del propio suelo, de las condiciones climáticas; siendo más acentuado en orientaciones umbrias con humedad más o menos elevada, que en orientaciones soleadas y relativamente secas.

8ª.- En función de la evolución de la materia orgánica de los distintos suelos estudiados hemos establecido la posible existencia de dos vías de humificación:

a) Formación de compuestos húmicos directamente a partir de la descomposición de la lignina y b) Formación de compuestos húmicos por polimerización de sustancias orgánicas de bajo peso molecular.

Esta última tiene lugar fundamentalmente en medios carbonatados y ricos en cationes alcalino-térreos, por lo que pensamos que estos tienen un papel primordial en dicha polimerización.

9ª.- Hemos podido comprobar que el incendio, además de afectar a la erosión, provoca importantes cambios en las características de la materia orgánica de los suelos y dá lugar a sustancias húmicas de menor tamaño molecular, mayor condensación del núcleo aromático, disminución relativa de grupos funcionales oxigenados e incremento del carácter aromático.

10ª.- Se ha comprobado que las Micas son con mucho los minerales laminares más abundantes dentro de la fracción arcilla de los suelos, lo que por otra parte es norma general en nuestra región; acompañadas de pequeñas cantidades de Caolinita, Clorita y Montmorillonita, esta última únicamente en medios calizos; y se presentan dos tipos fundamentales de transformaciones: una, la transformación Ilita → Montmorillonita que se dá en suelos básicos ricos en cationes alcalino-térreos y otra, la transformación Ilita → Vermiculita que tiene lugar en medios ácidos pobres en bases.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AGUILAR, J; BULLOCK, P; ORTEGA, M. y SIMON, M. (1981).- Paleosuelos Mixtos (Rojos y Pardos) en la depresión de Granada. An. de Edaf. y Agrobiol. T.XL, nºs 5-6.
- (2) ALEXANDER, M. (1976).- Introduction to soil microbiology. John Wiley & sons. New York.
- (3) ALMENDROS, G; POLO, A. y DORADO, E. (1979).- Caracterización de las sustancias húmicas en la fracción húmica de los suelos. An. de Edaf. y Agrobiol. T.XXXVIII, nºs 11-12.
- (4) ALMENDROS, G; POLO, A. y IBAÑEZ, J.J. (1979).- Evolución de la materia orgánica en diversos hayedos y robledales del macizo de Ayllón. Bol. de la Estación Central de Ecología. Vol. 8, nº 15. ICONA.
- (5) ALMENDROS, G. y POLO, A. (1980).- Contribución al estudio de los compuestos húmicos de los restos vegetales y de la materia orgánica en diversos suelos bajo encina. Agrochimica. Vol. XXIV. nºs 5-6.
- (6) ALMENDROS, G. (1981).- Composición y propiedades de la materia orgánica de las principales turberas españolas. Tesis Doctoral. Univ. Complutense. Madrid.
- (7) ANDREUX, F. et METCHE, M. (1975).- In C.R. 1ª Coll. Intern. "Biodégradation et Humification". Nancy, Pierron, éd., 479-490.
- (8) ANUARIO CLIMATOLOGICO del Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA). Granada.
- (9) ALLISON, L.E. (1960).- Wet-combustion apparatus and procedure for organic and inorganic carbon in soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24, 36-40.



- (10) BENNET, D. y HUMPHRIES, D. (1974). - Introducción a la Ecología de Campo. H. Blume ediciones. Madrid.
- (11) BIRKELAND, P. W. (1974). - Pedology, Weathering, and Geomorphological Research. Oxford University Press. London.
- (12) BLUMENTHAL, M. y Fallot, P. (1935). - Observaciones geológicas sobre la Sierra de Arana entre Granada y Guadix. Mem. Soc. Esp. Hist. Nat. nº XVII, 5-74.
- (13) BOLETINES CLIMATOLOGICOS de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Granada.
- (14) BOLETINES MENSUALES CLIMATOLOGICOS. Servicio Meteorológico Nacional. Secc. Climatol. Minist. Aire. Madrid.
- (15) BONNEAU, M. et SOUCHIER, B. (1979). - Constituants et Propriétés du Sol. Masson. S. A. Paris.
- (16) BOUAT, A. et CROUZET (1965). - Notes techniques sur un appareil semi-automatique de dosage de l'azote et des certains composés volatils. Ann. Agron. 16 (1) 107-18.
- (17) BRINDLEY, G. W. (1951). - X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society. London.
- (18) BROWN, G. (1961). - The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society (Clay Minerals Group) London.
- (19) BRUCKERT, F. et al. (1967). - Contribution à l'étude des acides phenols présents dans les sols. Bull. E. N. S. A. N., 2, 73.
- (20) BRUCKERT, S. (1970). - Influence des composés organiques solubles sur la pédogenèse en milieu acide. Thèse Doc. Etat, Univ. Nancy I. Ann. Agron., 21(4), 421 et 21(6), 725.

- (21) BURGES, A. & RAW, F. (1971).- *Biología del Suelo*. Ed. Omeba. Barcelona.
- (22) CASTILLO MARTIN, A. (1980).- *Estudio Hidrogeológico del macizo de la Yedra-Alfacar-Viznar*. Dept. Hidrogeología. Univ. Granada. Trabajo monográfico. 133 p.
- (23) COMITE INTERINSTITUTOS para el estudio de técnicas analíticas de diagnóstico foliar. (1969).- *Anales de Edafología y Agrobiol.* T. XXVIII n<sup>o</sup>s 5-6, 409.
- (24) DABIN, B. (1971).- *Etude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol*. *Sci. du Sol*, 1, 47-63.
- (25) DABRIO, C. J. et al. (1978).- *Rasgos sedimentarios de los conglomerados miocénicos del borde noreste de la depresión de Granada*. *Est. Geol.* 34, 89-97.
- (26) DELL'AGNOLA, G. e FERRARI, G. (1969).- *Gel filtrazione dell'humus*. *Agrochimica*. 328.
- (27) DEPUIS, T. et JAMBU, P. (1969).- *Etude par spectrographie infrarouge des produits de l'humification en milieu hidromorphe calcique*. *Sci. du Sol*. 1, 23.
- (28) DICKINSON, C. H. and PUGH, G. J. (1974).- *Biology of plant litter decomposition*. Academic Press. London and N-York.
- (29) DIXON, J. B. and Weed, S. B. (editores) (1977).- *Minerals in soil environments*. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin USA.
- (30) DORADO, E. (1969).- *Estudio de ácidos húmicos*. *An. Edaf. Agrobiol.* 27, 3-4. 269.

- (31) DORADO, E.; POLO, A. y DEL RIO, J. (1972). - Caracterización de los ácidos húmicos por electroforesis y gel-filtración. *An. de Edaf. y Agrobiol.*, 31, 693-718.
- (32) DORADO, E.; ALMENDROS, G. y POLO, A. (1979). - Extracción y caracterización de las sustancias húmicas en las fracciones físicas del suelo. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 77:5-28.
- (33) DUCHAUFOUR, Ph. (1963). - *Precis de Pedologie*. Masson et Cie. Paris.
- (34) DUCHAUFOUR, Ph. (1968). - *L'evolutions des sols. Essai sur la dynamique des profils*, p. 40 Masson et Cie. Paris.
- (35) DUCHAUFOUR, Ph. (1973). - Action des cations sur les processus d'humification. *Bull. A. F. E. S.*, 3, 151-163.
- (36) DUCHAUFOUR, Ph. (1975). - *Manual de Edafologia*. Toray-Masson. S. A. Barcelona.
- (37) DUCHAUFOUR, Ph. (1977). - *Pedogenese et Classification*. Masson S. A. Paris.
- (38) DUCHAUFOUR, Ph. and JACQUIN, F. (1975). - Comparaison des processus d'humification dans les principaux types d'humus forestiers. *Bull. A. F. E. S.*, 1, 29-36.
- (39) DURAN-DELGA, M. et MAGNE, J. (1961). - Présence d'Oligocène supérieur sous le front des Nappes alpujarrides au nord-est de Grenade (Andalousie). *C. R. Ac. Sc.*, Paris, t. 252, p. 559-61.
- (40) DURAN-DELGA, M. et al. (1967). - La dorsale Betique, nouvelle élément paléogeographique et structurale des Cordillères Betiques, au bord sud de la Sierra Arana (prov. de Grenade, Espagne). *Bull. Soc. Geol. France* (7), 9, 723-728.

- (41) ELIAS CASTILLO, F. y GIMENEZ, R. (1965). - Evapotranspiraciones potenciales y balance hídrico en España. Dirección General de Agricultura. 298 pp. Madrid.
- (42) FALLOT, P. (1961). - Estudio sobre las series de Sierra Nevada y de la llamada Mischungszone. Boletín del Inst. Geol. y Minero de España. T. LXXI, 345-557. Madrid.
- (43) F.A.O.-U.N.E.S.C.O. (1974). - Soil Map of the World. 1:5.000.000 Vol. 1, Legend. Paris, pp. 59
- (44) F.A.O. (1977). - Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma.
- (45) FELBECK, G.T. (1965). - Structural chemistry of soil humic substances. Advan. Agron. 17, 327.
- (46) FELBECK, G.T. (1971). - In: A.D. McLaren and J. Skujins (ed.). Soil Biochemistry, vol. 2. Dekker, New York. pp 36-59.
- (47) FERNANDEZ RUBIO, R. (1964). - Contribución al estudio del Karst de la Alfaguara (Alpujarrides septentrionales). Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat. (Secc. Geología). T. LXII, 309-341.
- (48) FONTBOTE, J.M. (1970). - Sobre la historia preorogénica de las Cordilleras Béticas. Cuad. Geol. Univ. de Granada, I, 71-78.
- (49) FOUCAULT, A. et PAQUET, J. (1970). - La structure de l'Ouest de la Sierra de Arana (prov. de Grenade, Espagne). C.R. Ac. Sc., Paris T. 271, p. 16-19.
- (50) FOUCAULT, A. (1976). - Compléments sur la géologie de l'Ouest de la Sierra de Arana et de ses environs (prov. de Grenade, Espagne). Bull. Soc. Geol. France, t. XVIII, n° 3, p. 649-658.

- (51) GALAN MARQUEZ, R. (1981). - Ensayo ecológico y sociológico de las comunidades de Macromycetes desarrolladas en los encinares de la provincia de Granada. Memoria de Licenciatura de la Fac. de Ciencias. Secc. Biológicas. Granada.
- (52) GALLEGOS, J. A. (1971). - Los Alpujarrides al NW de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas). Cuad. Geol. 2. 3-14.
- (53) GARCIA DUEÑAS, V. (1967). - Unidades paleogeográficas en el sector central de la zona Subbética. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España, 101-102, p. 73-100.
- (54) GARCIA DUEÑAS, V. (1968). - Hipótesis sobre la posición tectónica de la Sierra Arana (Granada). Acta Geol. Hisp., t. III, nº 2.
- (55) GARCIA DUEÑAS, V. et NAVARRO VILA, F. (1976). - Alpujarrides, Malaguides et autres unités allochtones au Nord de la Sierra Nevada (Cordillères Bétiques, Andalousie). Bull. Soc. Geol. France, t. XVIII, nº 3. p. 641-648.
- (56) GEISEKING, J. E. (1975). - Soil components: Vol. I Organic components; Vol. II Inorganic components. Springer-Verlag. (Berlin).
- (57) GHILAROV, M. S. (1968). - Soil Stratum of Terrestrial Biocenosis. Pedobiologia, vol. 8, 82-96.
- (58) GONZALEZ BERNALDEZ, F. (1981). - Ecología y Paisaje. Editorial Blume. Madrid.
- (59) GONZALEZ, S. y BRUCKERT, S. (1978). - II. Distribución de los ácidos húmicos en las diferentes fracciones físicas. An. Adaf. y Agrobiol. Madrid.
- (60) GRIM, R. E. (1953). - Clay mineralogy. McGraw-Hill. New-York.

- (61) HAWORTH, R.D. (1971). - The chemical nature of humic acids. *Soil Sci.*, 111, 71.
- (62) HENIN, S.; GRAS, R. y MONNIER, G. (1972). - El perfil cultural. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- (63) HOLMGREN, GEORGE, G.S. (1976). - A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. *Soil Sci. Soc. Ameri. Proc.* 31:210-211
- (64) JACKSON, M.L. et al. (1952). - Weathering of clay-size minerals in soils and sediments. II. Chemical weathering of layer silicates. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 16:3-6.
- (65) JACQUIN, F. (1963). - Contribution à l'étude des processus de formation et d'évolution des composés humiques. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Nancy I, 141 p.
- (66) JACQUIN, F. et MANGENOT, F. (1966). - Formation des composés de types humiques à partir d'extraits foliaires. *Inst. Soc. Soil. Sci. Aberdeen.*
- (67) JENNY, H. (1941). - Factor of soil formation. McGraw-Hill. New-York.
- (68) KONONOVA, M. (1937). - The effect of exchangeable bases on the decomposition of organic matter. In the soil. *Trudy Pochr. Dokuchaeva*, 14, 167.
- (69) KONONOVA, M.M. and BELCHIKOVA, N.P. (1950). - Experiencia sobre la caracterización de la naturaleza de los ácidos húmicos con espectroscopia. *Dokl. An. SSSR*, vol. LXXII, núm. 1.
- (70) KONONOVA, M.M. ZILL BERBRAND (1958). - Infrared absorptior spectra of humus substances. *DKi Akad. Nevk. SSSR*. 1119. núm. 2

- (71) KONONOVA, M.M. and BEL'CHIKOVA, N.P. (1960). - Investigations of the nature of soil humic substances. *Soviet soil Sc.*, 11, 1149-1155.
- (72) KONONOVA, M.M. (1961). - *Soil Organic Matter*. Pergamon Press. London. 450 pp.
- (73) KUMADA, K. and AIZAWA, K. (1958). - The infrared spectra of humic acids. *Soil and Plant. Food*, 3, 152.
- (74) LAMOTTE, M. et BOURLIERE, F. (Direc.) (1978). - *Problemes d'écologie: écosistèmes terrestres*. Masson. Paris.
- (75) LE TACON, F. (1976). - La présence de calcaire dans le sol: influence sur le comportement de l'épicéa et du pin noir d'Autriche. Thèse Doc. d'Etat. Univ. Nancy I, 214 pages.
- (76) LOPEZ GOMEZ, J. (1959). - El clima en España según la clasificación de Köppen. *Rev. Est. Geograf.*, t. 20, 167-188.
- (77) LOUGHNAN, F.C. (1969). - *Chemical weathering of the silicate minerals*. Elsevier. New York.
- (78) MANGENOT, F. (1974). - Rapport Premier Coll. Intern. Univ. Nancy I: Biodegradation et Humification, 1-14.
- (79) MANGENOT, F. (1975). - Propos liminaires sur l'humification. *Biodegradation et Humification*, 1.
- (80) MARGALEF, R. (1974). - *Ecologia*. Edit. Omega, S.A. Barcelona.
- (81) MARTIN, J.P. and HAIDER, K. (1971). - Microbial activity in relation to soil humus formation. *Soil Sci.*, 111, 54.
- (83) MARTIN, J.P.; HAIDER, K. et BONDIETTI, E. (1974). - Proc. Intern. Meet. "Humic substances", 1972. Provedo, (D) et Golterman, H.L. ed. Pudoc, Wageningen, 171-186.

- (84) MILLOT, G. (1964). - Geologie des Argiles. Masson et Cie. edit. Paris, 500 pages.
- (85) MILNE, G. (1935). - Some suggested units of classification and mapping, particularly for East African Soils. Soil Research IV-3: 183-198.
- (86) MUNSELL COLOR COMPANY (1954). - Munsell Soil Color Charts. Baltimore, Maryland, USA.
- (87) NAVARRO-VILA, F. (1976). - Los Mantos Alpujarrides y Malíguides al N de Sierra Nevada. Tesis Universidad de Bilbao.
- (88) NICOLAS y GANDULLO (1969). - Ecologia de los pinares españoles. Ministerio de Agricultura. Inst. Nac. de Invest. Agrarias.
- (89) ODUM, E. P. (1971). - Fundamentals of Ecology, W. B. Saunders Philadelphia, USA.
- (90) PAQUET, H. (1969). - Evolution géochimique des minéraux argileux dans les altérations et les sols des climats méditerranées à saisons contrastées. Thèse Strasbourg.
- (91) PESSON, P. (1974). - Ecologie Forestière. Gauthier-Villars. Paris.
- (92) PIPER, T. S. and POSNER, A. M. (1968). - On the aminoacids founds in humic acids. Soil Sci. 106, 189.
- (93) POLO, A. (1973). - Naturaleza y estructura de las sustancias húmicas en suelos semiáridos españoles. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- (94) POLO, A.; DORADO, E.; VELASCO, F. y VILLARACO, A. (1978). - Fraccionamiento de los ácidos húmicos de diversos ecosistemas forestales de la meseta castellana. Su estructura. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.), 76 : 159-169.



- (95) RAZZAGHE-KARIMI, M. (1974). - Evolution géochimique et minéralogique des micas et phyllosilicates en présence d'acides organiques. Thèse Spéc., Univ. Paris VI, 96 pages.
- (96) RICHARDS, L. A. and WEAVER, L. R. (1944). - Moisture retention by some irrigated soils-moisture tension. Jour. Agr. Res. 69 : 215-35.
- (97) RICHARDS, L. A. (1947). - Pressure-Membrana apparatus construction and use. Agr. Engin. 28:451-54.
- (98) RIVAS MARTINEZ, S. (1964). - Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos de la España peninsular. Anal. Inst. Bot. Cav. 22, 341-405. Madrid.
- (99) RIVAS MARTINEZ, S. (1971). - Bases ecológicas para la conservación de la vegetación. Las Ciencias. 36(2), 125-30. Madrid.
- (100) RIVAS MARTINEZ, S. (1972). - Relaciones entre los suelos y la vegetación. Algunas consideraciones sobre su fundamento. Anal. R. Acad. Farm., 38(1). Madrid.
- (101) RIVAS MARTINEZ, S. (1981). - Les étages bioclimatiques de la végétation de la péninsule IBERIQUE. Actas III. Congr. OPTIMA. An. Jard. Bot. Madrid 37(2).
- (102) ROBINSON, G. W. (1922). - A new method for mechanical analysis of soil and other dispersion. J. Agr. Ac. 12, 306-21.
- (103) SCHNITZER, M. and KHAN, S. U. (1972). - Humic substances in the environment. Ed. Marcel Dekker. New York, 327 p.
- (104) SCHNITZER, M. (1978). - Some observations on the chemistry of humic substances. Agrochimica, 22. 216.
- (105) SCHNITZER, M. and KHAN, S. U. (1978). - Soil Organic Matter. Elsevier. New York.

- (106) SELMI, M. (1975). - Contribution à l'étude de l'humification des litières de Hêtre dans l'Est de la France. Thèse Spéc. Univ. Nancy I, 65 pages.
- (107) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. - Ministerio del Aire. Boletines mensuales climatológicos.
- (108) SHAPIRO, L. and BRANNOCK, W. (1956). - Rapid analysis of silicate rocks. U.S. Geol. Survey Bull. 1036.C:19-56.
- (109) SIERRA, C.; SIMON, M. y HOYOS, R. (1980). - Influencia de la vegetación en la génesis de algunos suelos de Sierra Nevada. An. Edaf. y Agrobiol. XXXIX, nºs 11-12.
- (110) SOIL SURVEY STAFF (1975). - Agric. Handbook nº 436. USDA. Washington.
- (111) SOIL TAXONOMY (1975). - Agriculture Handbook nº 346. U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C.
- (112) STEVENSON and col. (1958). - Carbon nitrogen relationships in soil. Soil Sci. 88: 201-208.
- (113) STEVENSON, F. J. (1965). - Gross chemical fractionation of organic matter. Methods of soil analysis. Par. 2. Chemical and microbiological properties 1409-1421 nº 9. in the series Agronomy. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin.
- (114) SWIFT, R. S.; THORNTON, B. K. and POSNER, A. M. (1970). - Spectral characteristics of a humic acid fractionated with respect to molecular weight using an agar gel. Soil Sci. 110, 93.
- (115) TAN, K. H. (1976). - Infrared spectroscopy of pyrolyzantes of soil humic and fulvic acids. Soil Sci. 122, 52.

- (116) TANSLEY, A.G. (1935). - The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16: 284-307
- (117) TARDY, Y. (1969). - Géochimie des alterations. Etude des arènes et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique. Thèse Strasbourg.
- (118) THENG, B.K.; Wake, J.R. and POSNER, A.M. (1966). - The infrared spectrum of humic acid. *Soil Sci.* 102, 70.
- (119) TYURIN, I.V. (1951). - Analytical procedure for a comparative study of soil humus. *Trudy. pochr. Inst. Dokuchaeva*, 38, 5.
- (120) TOUTAIN, F. (1974). - Etude écologique de l'humification dans les hêtraies acidiphiles. Thèse Doct. Etat, Univ. Nancy I, 114p.
- (121) TURENNE, J.C. (1975). - Modes d'humification et différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaises. Thèse Doc. Etat, Univ. Nancy I, 116 pages.
- (122) VALLE TENDERO, F. (1980). - Aportaciones a la flora de Granada. *Lagascalia* 10(1): 81-93
- (123) VALLE TENDERO, F. (1981). - FLORA y vegetación de las Sierras de Alfacar, Viznar, La Yedra y Huétor. Tesis Doctoral de la Universidad de Granada.
- (124) VALLE TENDERO, F. (1981). - Contribución al estudio fitosociológico de las Sierras de Alfacar y Huétor (Granada). *Act. III Congr. OPTIMA. An. Jard. Bot. Madrid* 37(2)
- (125) WATSON, J.R. and PARSON, J.W. (1974). - II. Extraction and characterization of organic nitrogen compounds. *Soil Sci.* 25: 9-15.