

# MORFOGENESIS DE UN SISTEMA NIVAL DE SIERRA NEVADA: LAGUNA SECA (PROVINCIA DE GRANADA)

SANCHEZ, S.\*; SIMON, M.\*; GARCIA, I.\*; GOMEZ ORTIZ, A.\*\*

\*Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada.

\*\*Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Barcelona.

---

## RESUMEN

Laguna Seca es una pequeña cuenca endorreica instalada en la línea de cumbres de Sierra Nevada, tramo Chullo-cerro del Almirez. Su origen es estructural y se encuentra labrada en los micaesquistos del núcleo metamórfico de la Sierra.

En base a estudios geofísicos, edafológicos y geomorfológicos se llega a la conclusión de que el modelado de la cubeta se realizó a lo largo del Pleistoceno respondiendo a diferentes paleoambientes. La dinámica nival o periglaciaria, coetánea al glaciario de Veleta-Mulhacén, generaría formas erosivas y deposiciones que se han ido manteniendo hasta el Holoceno. En las facies derivadas de las fluctuaciones del nivel del agua.

**Palabras clave:** endorreismo, nival, sondeos eléctricos, fluctuación de aguas, niveles edáficos.

## ABSTRACT: Morphogenesis of a nival system in Sierra Nevada: Laguna Seca (Granada Province)

Laguna Seca is a little basin installed on the limit of the top of Sierra Nevada, between Chullo and Cerro del Almirez. Its genesis is structural. It was excavated in the micaesquists of Sierra metamorphic nucleus. On the basis of geophysical, pedological and geomorphological studies we arrive at the conclusion that the rock-basin lake modelation was made during the Pleistocene as response to different paleoenvironments. At the same time that Veleta-Mulhacén glaciary, erosive and depositional forms that subsist up to the Holocene, was elaborated by the nival or periglaciary dynamics. In the lacustrine facies we distinguish several episodes, observing two tendencies derivated of the water level fluctuations.

**Key words:** endoreism, electric sounding, water level fluctuations, soil level.

---

## INTRODUCCION

Laguna Seca constituye un sector endorreico perteneciente a la cuenca del río Huéneja. Se sitúa en la vertiente septentrional del macizo montañoso de Sierra Nevada y más concretamente entre las elevaciones del Chullo y Almirez. Está limitada por las coordenadas UTM: 41 (05-07) y (02-05) de la hoja 1028 Aldeire, publicada por el I.G.N. a escala 1/50000. El acceso a la misma se realiza a través de la pista forestal que parte de la CC331, a la altura del puerto de la Ragua (fig. 1)

## METODOLOGIA

Para abordar el presente estudio hemos realizado una

cartografía geomorfológica de la cuenca a escala 1/18000, acompañada de una prospección geofísica de su fondo y del análisis de la dinámica de las propiedades de sus suelos. La primera, para determinar su estructura tectónica y los segundos a fin de conocer su historia más reciente.

La cartografía geomorfológica se ha realizado utilizando la base fotogramétrica a escala 1/18000 y para su descripción se ha seguido la leyenda para el mapa geomorfológico de Francia a escala 1/50000 (CNRS, 1970).

El perfil geoelectrico es el resultado de tres sondeos eléctricos verticales (SEV) en los que para la disposición de los electrodos se ha seguido el método de Schumber-

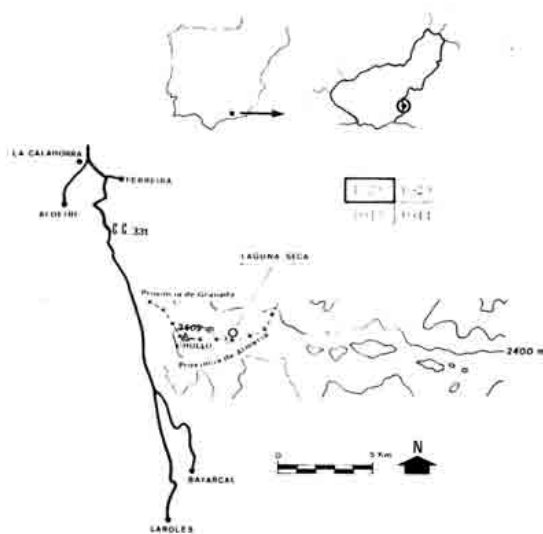


Fig. 1. Situación geográfica

ger Simétrico. La AB/2 utilizada ha sido de 80 m y la orientación E-W.

El análisis edafológico se ha llevado a cabo sobre tres suelos situados a diferentes distancias del depocentro actual de la laguna. La génesis de los mismos ha sido ya establecida por GIL DE CARRASCO *et al.* (1988), por lo que nos centraremos en la dinámica de las propiedades de dichos suelos en función a la posición que ocupen dentro del paisaje de la parte baja de la cuenca, al tiempo que hemos ampliado los parámetros medios ponderados de los primeros 50 cm de cada perfil, de un total de 16 parámetros medidos con las siguientes técnicas:

- . análisis mecánico (método de la pipeta de Robinson)
- . bases y capacidad de cambio (método del acetato amónico -1N, pH7- y acetato sódico -1N, pH8.2-)
- . hierro y aluminio total (Fet, Alt) (método de Shapiro & Brannock)
- . hierro y aluminio libre (Fed, Ald) (método de Holmgren)
- . carbono orgánico (método de Tyurin)
- . ácidos húmicos y fúlvicos (AH, AF) (método de Kononova & Bel'chikova).

## RESULTADOS

### Cartografía geomorfológica

El análisis geomorfológico de la cuenca (fig. 3) pone de relieve la existencia de tres niveles de nivación diferentes en su extremo occidental y de un umbral en su extremo oriental, al tiempo que la evolución de sus vertientes es diferente.

La vertiente orientada al norte es la de mayor pendiente y su aspecto geomorfológico más destacado es la inestabilidad gravitacional ocasionada por el escarpe de falla que la delimita, creando un medio idóneo para la formación de lóbulos de gelifractos sobre los que se encaja la red de drenaje actual; mientras que la vertiente orientada al sur es de menor pendiente y se caracteriza por la formación de una vertiente reglada o de Richter, en el sentido de Birot.

Es de destacar, asimismo, la existencia de dos límites diferentes para los depósitos de facies lacustres con sus respectivos depocentros, progradando el depocentro más antiguo (D1) en dirección este hasta la posición actual (D2). El área ocupada por la superficie inicial de sedimentación lacustre se presenta parcialmente cubierta por una colada de geliflucción cuya génesis es posterior al último nivel de nivación y cuya huella llega a borrar parcialmente.

### Prospección geofísica

En la fig. 4 se representa, en un corte N-S, el perfil geocléctrico a escala de Laguna Seca. En él se detalla la profundidad en metros a la que se presenta el sustrato y las diferentes capas con sus respectivas resistividades aparentes (Ohm/m).

Siempre se han obtenido curvas homogéneas. En los SEV 2 y 3 estas curvas son de tres capas, tipo H; mientras que el SEV 1 es de cuatro capas, tipo HA.

En base a las resistividades es de destacar la existencia de una capa superficial de aproximadamente 2 m de espesor con tendencia a acunarse hacia los bordes de la Laguna. Una capa de espesor variable y resistividades comprendidas entre 200 y 500 (Ohm/m) que tienden a disminuir hacia el centro y una última capa de resistividades entre 2400 y 6000 (Ohm/m). En el SEV 1, en su segunda capa, aparece interdigitada otra de mayor resistividad (1000 Ohm /m).

### Análisis edafológico

La situación de los perfiles estudiados se puede ver en la fig. 5. El perfil se sitúa en la zona alta de la colada de geliflucción que entierra el límite inicial de sedimentación lacustre. El perfil 2, se localiza en la parte media-baja de la referida colada y el perfil 3 se ha tomado en el depocentro actual de la Laguna. Los valores medios ponderados de los 16 parámetros analizados están recogidos en las figs. 6, 7, 8 y 9.

## INTERPRETACION

Mediante la prospección geofísica hemos podido establecer el perfil primitivo a partir del cual se desarrolló

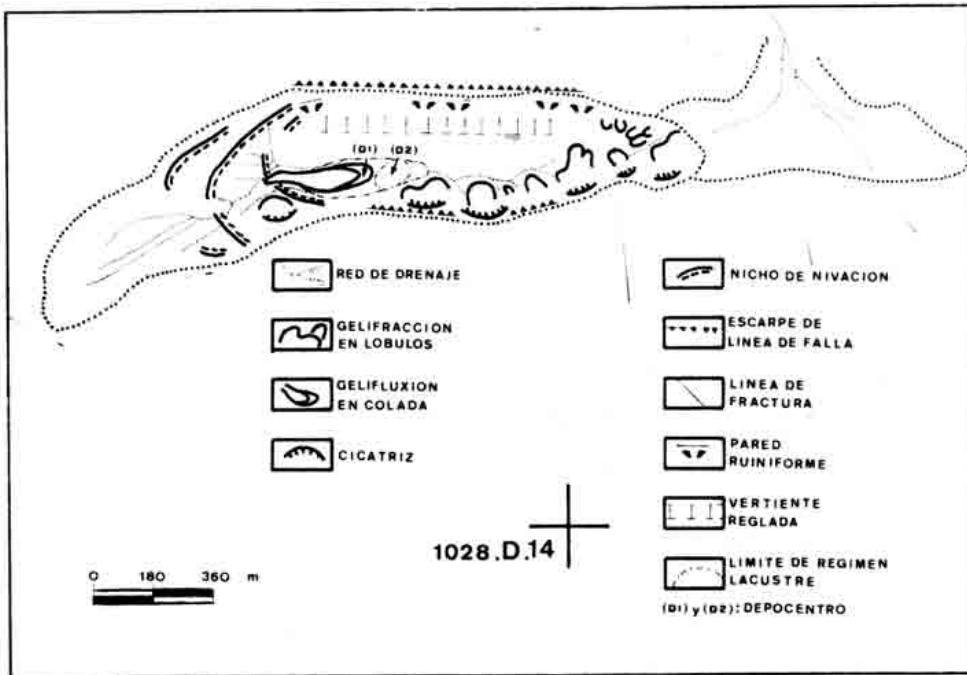


Fig. 3. Esquema geomorfológico.

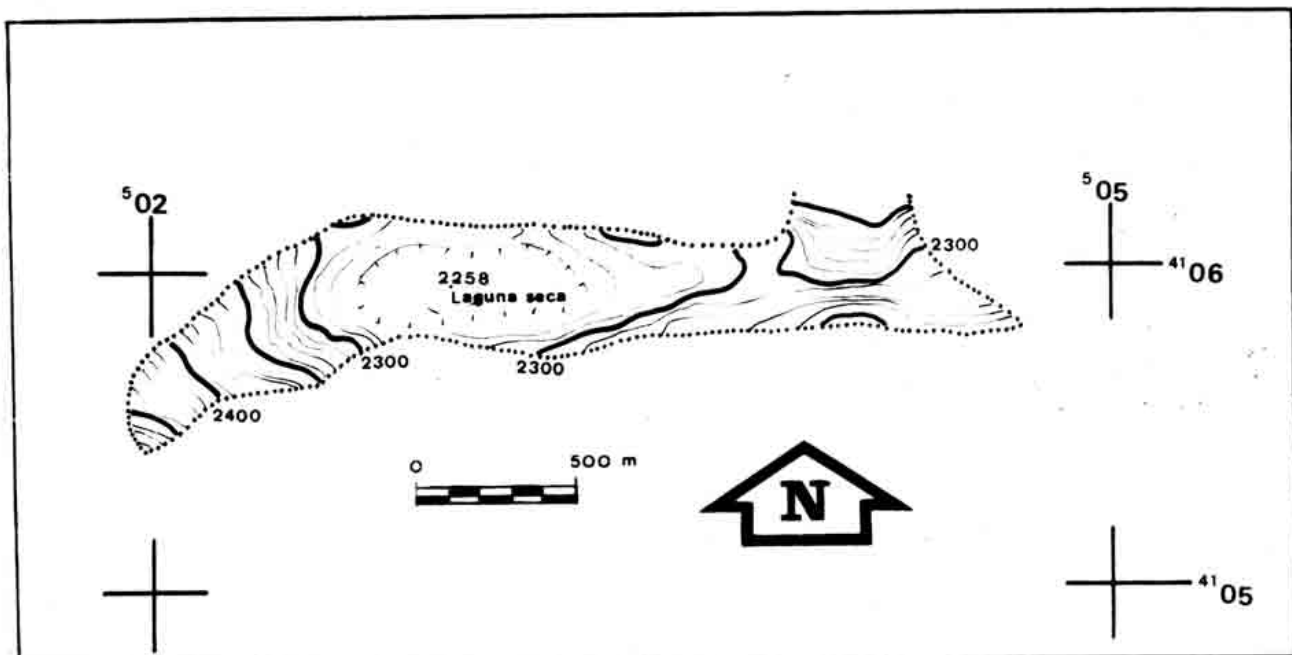
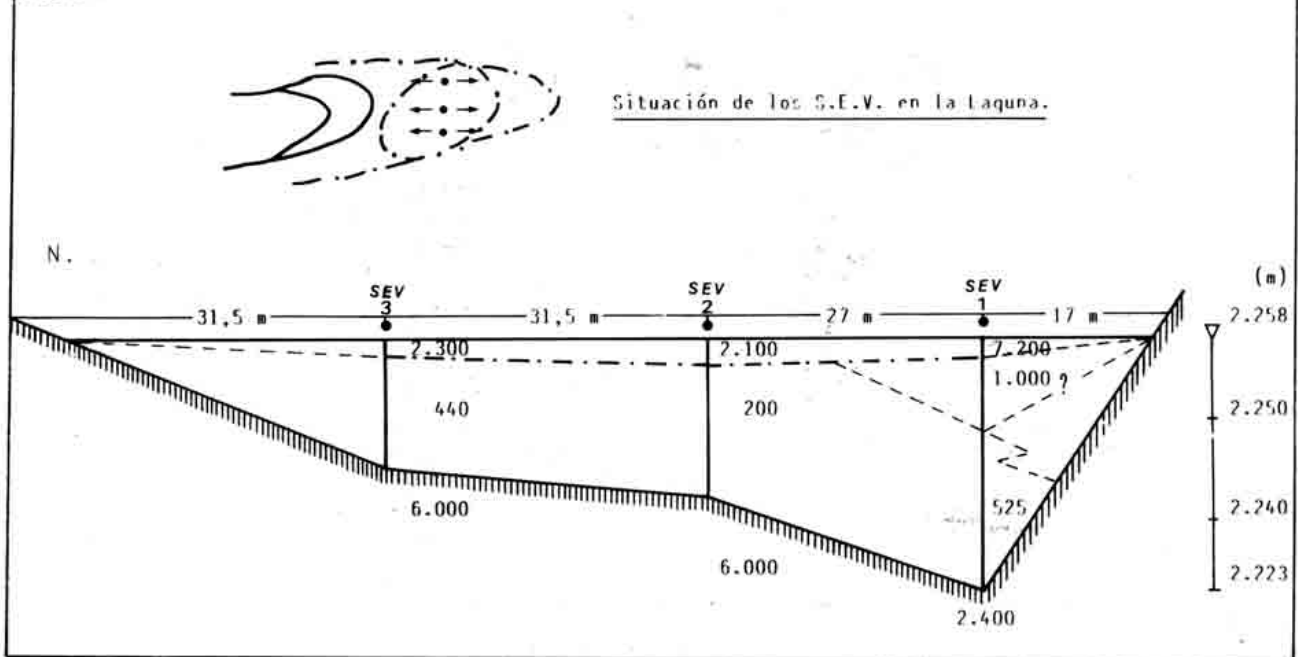


Fig. 2. Topografía.

**FIG. 4.** PERFIL GEOELECTRICO Y SITUACION DE LOS S.E.V. 1,2,3. RESISTIVIDADES ( $\Omega / m$ ), PROFUNDIDAD (m)



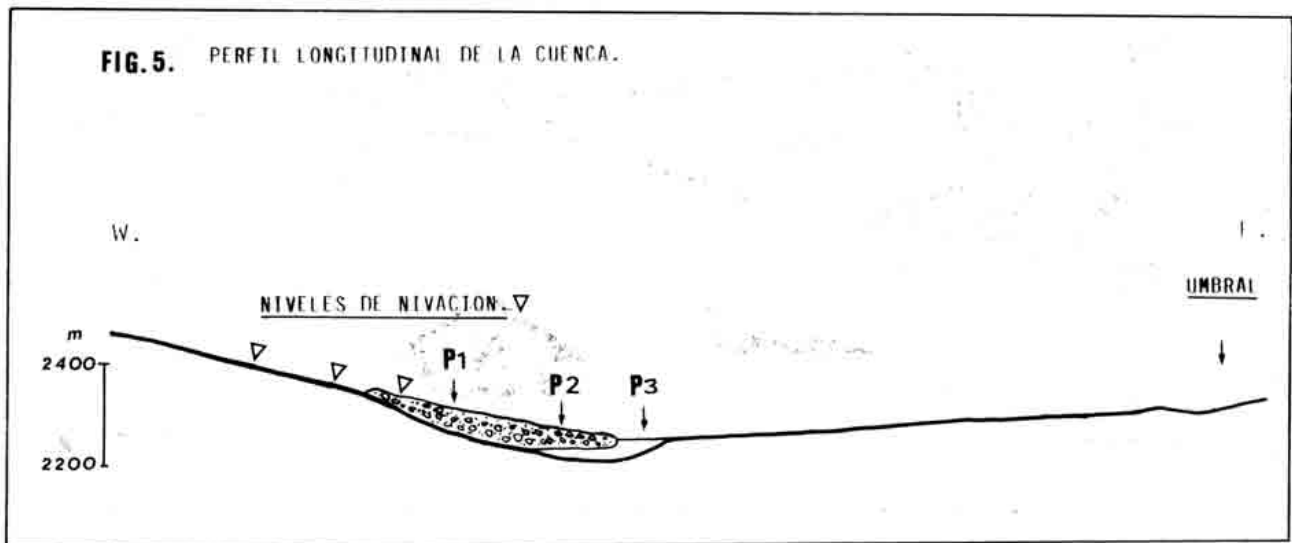
la cuenca. Se trata de un perfil en V, asimétrico que tectónicamente responde a una estructura de bloques basculados en dirección N90E y anteriores al Cuaternario (RODRIGUEZ FERNANDEZ, 1982).

Esta estructura de base es la que ha favorecido, durante la historia climática pleistocena, sucesivas acumulaciones de nieve que han dejado tanto formas erosivas como deposicionales, coetáneas al glaciario del área Veleta-Mulhacén (GOMEZ ORTIZ, 1987). Entre las primeras destacan tres superficies de nivación a diferentes cotas que implican una disminución de la intensidad nival, las formas deposicionales constituyen el umbral y

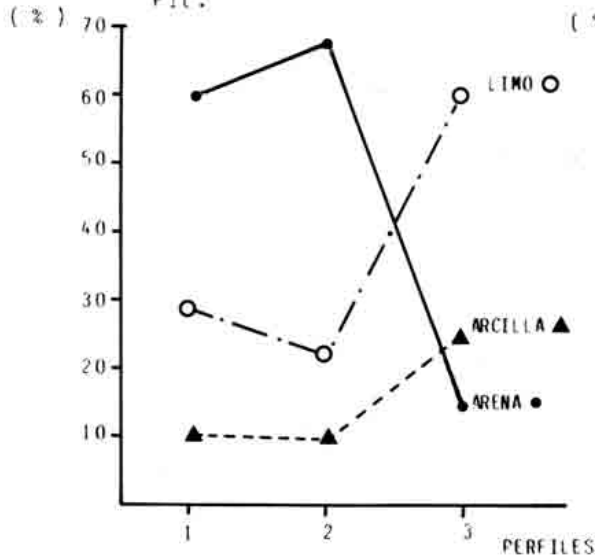
responden a una acumulación indiferenciada que bloquea el drenaje y reduce los límites iniciales de dicha cuenca.

En este ámbito endorreico las facies lacustres han desarrollado varios episodios, pudiéndose observar dos tendencias. La primera, es una reducción de sus límites y por tanto de la intensidad de dichas facies, y la segunda es la progradación del depocentro hacia el este. La disminución de la intensidad respondería a causas climáticas, mientras que la migración del depocentro ha podido tener su origen en la activación de un juego de fracturas que dieran lugar a un basculamiento hacia el este.

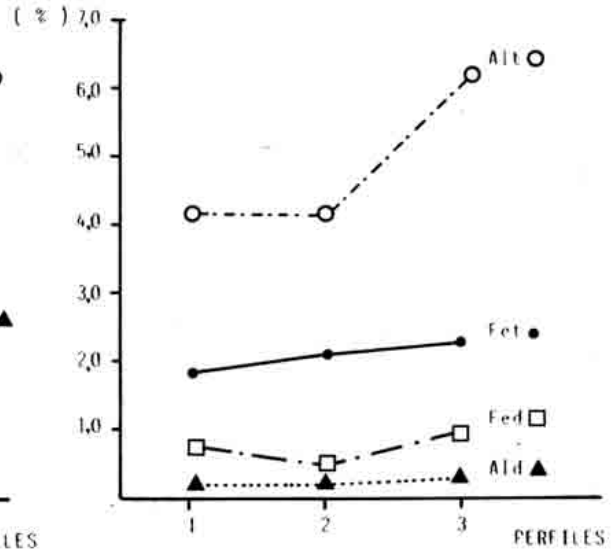
**FIG. 5.** PERFIL LONGITUDINAL DE LA CUENCA.



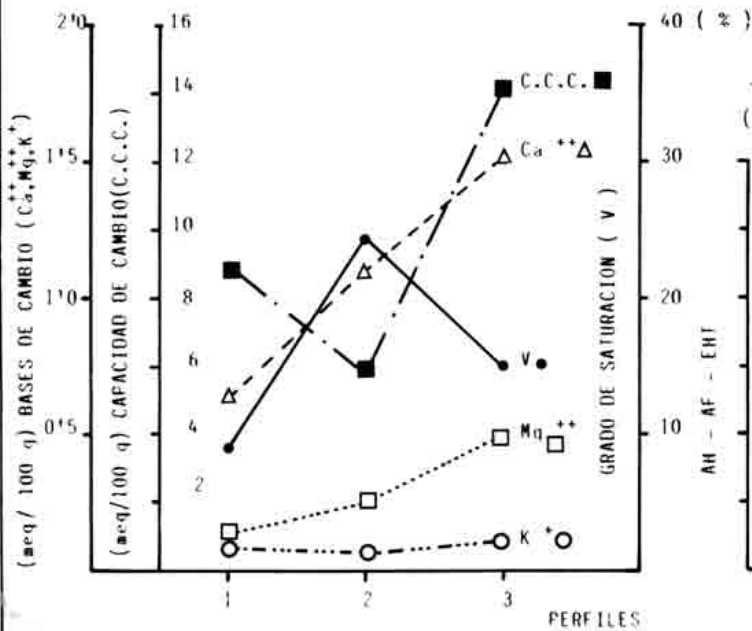
**FIG. 6.** VALORES MEDIOS PONDERADOS DE LA TEXTURA DE LOS PRIMEROS 50 cm DE CADA PERFIL.



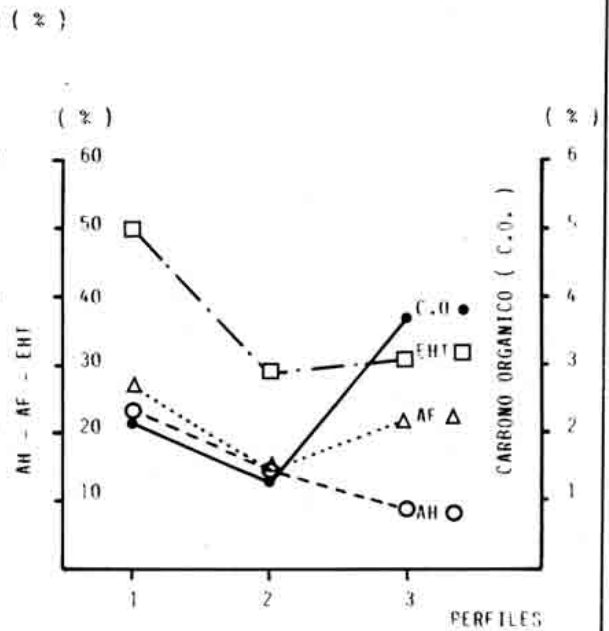
**FIG. 7.** VALORES MEDIOS PONDERADOS DE LAS FORMAS DE HIERRO (Fet, Fed) E ALUMINIO (Alt, Aid) DE LOS PRIMEROS 50 cm DE CADA PERFIL.



**FIG. 8.** VALORES MEDIOS PONDERADOS DEL COMPLEJO DE CAMBIO DE LOS PRIMEROS 50 cm DE CADA PERFIL.



**FIG. 9.** VALORES MEDIOS PONDERADOS DEL COMPONENTE ORGANICO DE LOS PRIMEROS 20 cm DE CADA PERFIL.



El perfil asimétrico en el que se configura la cuenca es el que ha generado la diferente evolución de sus dos vertientes. La ladera orientada al sur desarrolla una superficie reglada a partir del dismantelamiento de los resaltes rocosos, la cual ha permanecido más o menos estable desde su formación con el consiguiente desarrollo de suelos y vegetación que contribuyen a su fijación. Por el contrario, la ladera orientada al norte, de mayor pendiente, está lejos de alcanzar la estabilidad dado que los procesos de gelifración condicionan una mayor actividad de las mismas, limitando el desarrollo de suelos y la colonización vegetal. Esta mayor actividad se refleja, asimismo, en la interdigitación de una capa de resistividad más elevada en el SEV 1 (fig. 3).

En el sector occidental, las huellas dejadas por cada período nival conforman superficies relictas que en parte han sido dismanteladas en los sucesivos períodos intranivales. El material procedente del último dismantelamiento forma una colada de geliflujión.

Desde la formación de esta colada hasta la actualidad, el nivel de agua de la laguna ha sufrido varias alternancias que se ponen de manifiesto por las propiedades de sus suelos. A este fin hemos seleccionado tres suelos cuya ubicación se puede apreciar en el perfil longitudinal de la fig. 5.

De los resultados obtenidos destacan una disminución en el contenido de elementos finos, carbono orgánico, capacidad de cambio catiónico (CCC) y hierro libre (Fed) del perfil 2 en relación con el 1 y el 3. Variaciones cuya ubicación se puede apreciar en el perfil longitudinal de la fig. 5.

Cuando el nivel del agua alcanza el área del perfil 2, en él se establecen condiciones de hidromorfía que reducen el  $Fe^{3+}$  a  $Fe^{2+}$  lo que provoca su solubilización y el consiguiente arrastre hacia el centro de la laguna durante la regresión del nivel; regresión que a su vez conlleva el transporte de parte del material fino, especialmente el limo, que es el menos formador de estructura. El aluminio libre (Ald) no sigue esta dinámica dado que no se ve influenciado por los procesos de hidromorfía (figs. 6 y 7).

El estar esta zona sometida a periódicos procesos de encharcamiento impide su colonización por el "piornal" típico de los sectores aireados en estas cotas de Sierra Nevada y que caracteriza tanto al perfil 1 como a la vertiente reglada y umbral, lo que explica el bajo contenido en carbono orgánico (CO) del perfil 2, que únicamente pudo ser colonizado por un pastizal una vez que se retiró el nivel del agua hasta, más o menos, los niveles actuales en que apenas se alcanzan los 2 cm y esto en los meses más favorables. La relativa juventud de la materia orgánica de este perfil 2, se pone también de relieve por los bajos valores de su extracto húmico total (EHT) en relación con el perfil 1 (fig. 9).

La escorrentía en las laderas provoca un lavado del calcio y el magnesio de cambio ( $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ) que se incrementan gradualmente hacia el fondo de la cuenca, lo que no ocurre al potasio ( $K^+$ ) ya que su dinámica está más íntimamente relacionada con el ciclo biogeoquímico y de ahí que disminuya en el perfil 3, se produce un fuerte incremento en el contenido de elementos finos (limo y arcilla) que a su vez tienden a incrementarse hacia el centro, como pone de manifiesto el descenso de las resistividades del SEV 2 en esta dirección.

## CONSIDERACIONES FINALES

De todo lo expuesto caben extraer una serie de hechos significativos:

- Implantación de un sistema morfogénico nival (COTTON, 1958) representado por tres episodios cuyas intensidades respectivas decrecen en el tiempo.
- Entre dichos episodios se implanta un régimen pluvial que pone en funcionamiento las facies lacustres, observándose, asimismo, una disminución en intensidad de dicho régimen.
- Abandono del sistema morfogénico anterior y dismantelamiento de sus estructuras con la puesta en funcionamiento de procesos de geliflujión.
- Fluctuaciones del nivel de agua de la laguna con fuerte tendencia a la reducción del mismo hasta su estado actual.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a D.J. Angel Gonzalez Tapia por su inestimable colaboración en la realización de la prospección geofísica.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, J; SIMON, M; FERNANDEZ, J; GIL DE CARRASCO, C; y MARAÑES, A (1986). *Mapa de suelos de Aldeire (1/100000)*. Proyecto LUCDEME. MAPA
- BIROT, P. (1981). *Les processus d'érosion à la surface des continents*. Masson. París, 605 p.
- C.N.R.S. (1970) *Legende pour la Carte geomorphologique de la France au 1/50000*. Memoires et Documents, 12.
- COTTON, C.A. (1958). Alternating Pleistocene Morphogenetic Systems. *Geol. Mag.*, 95, 125-136.
- GIL DE CARRASCO, C; IRIARTE, A; y SIMON, M. (1988). Génesis de los suelos de una cuenca endorreica de alta montaña. *II<sup>o</sup> Congr. Nac. de la Ciencia del Suelo*. Sevilla, 408-413

- GOMEZ ORTIZ, A. (1987). Morfología glacial en la vertiente meridional de Sierra Nevada (Area Veleta-Mulhacén). *Estudios Geográficos*, 188, 279-407
- HOLMGREN, G. (1967). A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. *Soil Sci. Am. Proc.*, 31, 210-211
- KONONOVA, M.M. (1961). *Soil Organic Matter*. Pergamon Press. London, 450 p.
- RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1982). *El mioceno del sector central de las Cordilleras Béticas*. Tesis. Universidad de Granada, 224 p.
- SHAPIRO, L. and BRANNOCK, W. (1956). Rapid analysis of silicate rocks. *U.S. Geol. Survey Bull.*, 1036 C, 19-56
- TURYN, I.V. (1951). Analytical procedure for a comparative study of soil humus. *Trudy Prochr. Inst. Dokuchaeva*, 38,5.