

**PALEOSUELOS DE LA PROVINCIA DE ALMERIA
(S.E. DE ESPAÑA): PRIMEROS DATOS SOBRE LOS
PALEOSUELOS DEL NEOGENO DEL BORDE
MERIDIONAL DE LA SIERRA DE GADOR**

Por

* Luis Delgado Castilla

A Aurora, mi mujer

RESUMEN

Se estudia por primera vez un paleosuelo en la provincia de Almería, localizado en la parte basal de la Formación Vicar, una secuencia marina de calcarenitas y calizas bioclásticas de edad Mioceno superior, que descansa en discordancia con las filitas y cuarcitas «alpujárrides» de edad Permo-wefeniense.

Morfológicamente el paleoperfil estudiado se caracteriza por una secuencia de horizontes IIB21ca - IIB22t - IIB23 - R.

La mineralogía de la fracción arcilla está constituida por ilita y en menor proporción esmectita, clorita, caolinita, paragonita, cuarzo y goethita, que son fundamentalmente «heredados» del material original, excepto la esmectita y la caolinita (en parte) que proceden de la transformación de la clorita.

La historia edafogénica comprendería una etapa de deposición (aportes de tipo abanico aluvial), vinculada con una tectónica postorogénica; edaficación en condiciones de lexicación importante (clima cálido y húmedo muy contrastado) y erosión y sedimentación marina en el Mioceno superior con abundante incorporación de sales.

En cuanto a la cronología del paleosuelo, se estima, en principio, una edad Mioceno superior sin más precisiones.

Este paleoperfil se clasifica como un Haplustalfs Típico (Soil Taxonomy) y como un Luvisol según la clasificación FAO.

* Est. Exp. de Zonas Áridas CSIC - ALMERIA
Miembro del I.E.A.

INTRODUCCION

Muchos suelos deben sus características a una evolución antigua, que se ha realizado en condiciones de clima y de vegetación diferentes de la que existen actualmente, son los paleo-suelos (Duchaufour, 1963).

Las plantas terrestres existen desde el Silurico. A partir de este momento tenemos la posibilidad, de que la parte superior del estrato litológico sometido a meteorización, haya contenido materia orgánica y microorganismos, esto es, se haya formado un suelo.

Sin embargo, la posibilidad de encontrar estas formaciones edáficas en el registro geológico se hace tanto más difícil cuanto más retrocedamos en el tiempo. Frecuentemente estos suelos han resistido a la erosión y aún continúan aflorando.

Las especiales características geomorgológicas de la provincia de Almería hacen de ésta un excepcional escenario para la investigación de paleosuelos. Estudios, que adquieren un especial interés, dado que estos constituyen, entre otros aspectos, excelentes índices paleoclimáticos y paleobotánicos.

En el presente trabajo se estudia por primera vez un paleosuelo de la provincia de Almería. Se presentan los resultados obtenidos hasta la fecha, dándose a conocer sus características morfológicas y tipológicas, y circunstancias de edafogénesis, que sirven de base a hipótesis sobre la paleoecología y cronología de este paleosuelo.

Las referencias bibliográficas son muy escasas. Jacquin (1970) cita el paleosuelo objeto de estudio en sus Tesis Doctoral. Y en una comunicación a la 1.^a Bienal de la Real Sociedad de Ciencias Naturales (L. Delgado, 1973) se dio a conocer en relación con otros paleosuelos de la misma zona.

LOCALIZACION Y SITUACION GEOLOGICA

Los materiales que interpretamos como un paleosuelo y cuyo estudio constituye este trabajo, se hallan expuestos en varios puntos de la parte basal de la secuencia Miocena situada al Sur de la Sierra de Gádor, en la provincia de Almería (fig. 1), siendo el mejor afloramiento el que se localiza al Este de Vúcar, en la carretera local de Vúcar a Felix aproximadamente a 1,3 kilómetros del primero, y en el que se han centrado las investigaciones. El área queda comprendida entre la parte inferior de la Hoja 1.044 (Alhama de Almería) y la superior de la Hoja 1.058 (Roquetas de Mar) del Mapa Militar de España a escala 1:50.000.

La secuencia Miocénica corresponde a la Formación Vúcar (Addicott et al., 1979) y está constituida esencialmente por calcarenitas y calizas bioclásticas de edad Mioceno superior (Tortonense y Andaluciense). Estos depósitos tienen ca-

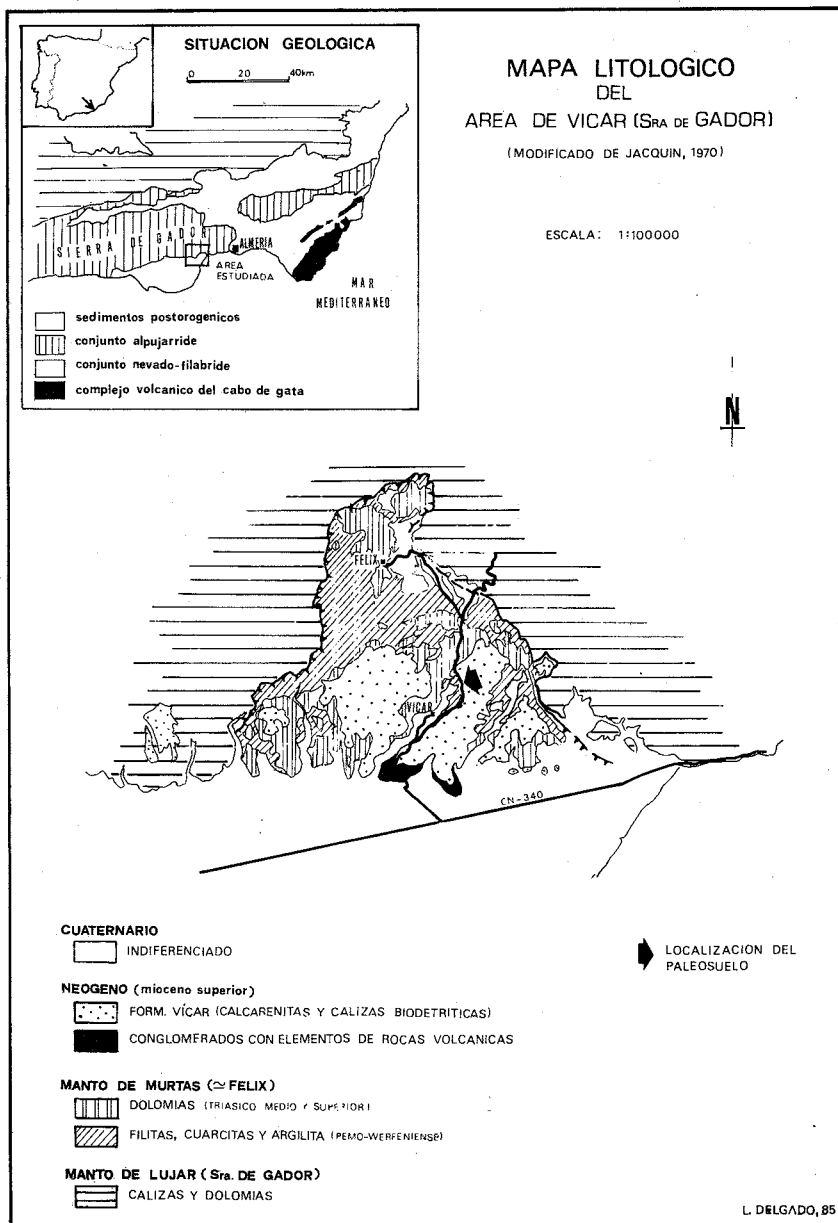


Fig. 1

rácter infralitoral o litoral y representan una facies postorogénica de margen de cuenca.

La Formación Vúcar yace discordante sobre un paleorrelieve excavado en los materiales «alpujárrides» (1) de la Sierra de Gádor. Estos materiales pertenecen al Manto de Murtas (Felix, según Jacquin, 1970) de acuerdo con Aldaya y Ewert (Hoja de Ugíjar), que incluyen micasquistos (no expuestos en el área investigada) y filitas y cuarcitas, en su parte inferior, y dolomías y calizas en la parte alta.

Las filitas presentan una típica tonalidad azulada, morada y a veces verduzca. Presentan intercalaciones de cuarzo, y están muy microplegadas. Contienen los siguientes minerales: cuarzo, albita, calcita, clorita, mica blanca, paragonita, limonita, rutilo, turmalina, circón y micas minerales. Estas rocas han sufrido un metamorfismo muy débil y son atribuidas al Permo-Werfeniense.

En cuanto a la serie carbonatada consisten en dolomías muy brechificadas y en menor proporción calizas con tonalidades marrones, negras y amarillas. Desde el punto de vista petrográfico son muy semejantes a las que constituyen el Manto de Lújar (Unidad de Gádor de Jacquin). A estas rocas se le asigna una edad Triásico medio-superior.

Una discordancia regional separa la Formación Vúcar de las rocas más antiguas pre-Terciarias, lo que puede indicar que un importante evento orogénico precedió al depósito de los sedimentos de la transgresión del Mioceno superior. Un amplio espacio de tiempo del que actualmente se carece de datos, pero durante el cual se elaboraría presumiblemente el paleorrelieve que invadió la transgresión del Mioceno superior.

EL PAELOSUELO

El paleosuelo está representado por un nivel de unos 2 metros de espesor de arcillas y conglomerados, incluido, como ya se ha visto, entre las calcarenitas de la Formación Vúcar y las filitas alpujárrides.

Un perfil vertical levantado en el afloramiento de la carretera local de Vúcar a Felix (fig. 2b), muestra la siguiente secuencia de horizontes de arriba a abajo:

TECHO.— Formación Vúcar: arenisca de cemento calcáreo con intercalaciones de conglomerados finos; intensa bioturbación que ha originado una complicada red de gruesos tubos cilíndricos (burrow). Aproximadamente los últimos 20 centímetros están constituidos por una arenisca de grano muy fino, de color pardo amarillento vivo (10YR7/6), calcárea y laminación fina. Límite inferior abrupto, muy ligeramente ondulado. Está señalado por una delgada banda (1 - 2 cm) continua de enriquecimiento en sesquióxidos de hierro, de color rojo oscuro (10YR3/6).

«PALEOSUELOS DE LA PROVINCIA DE ALMERIA»

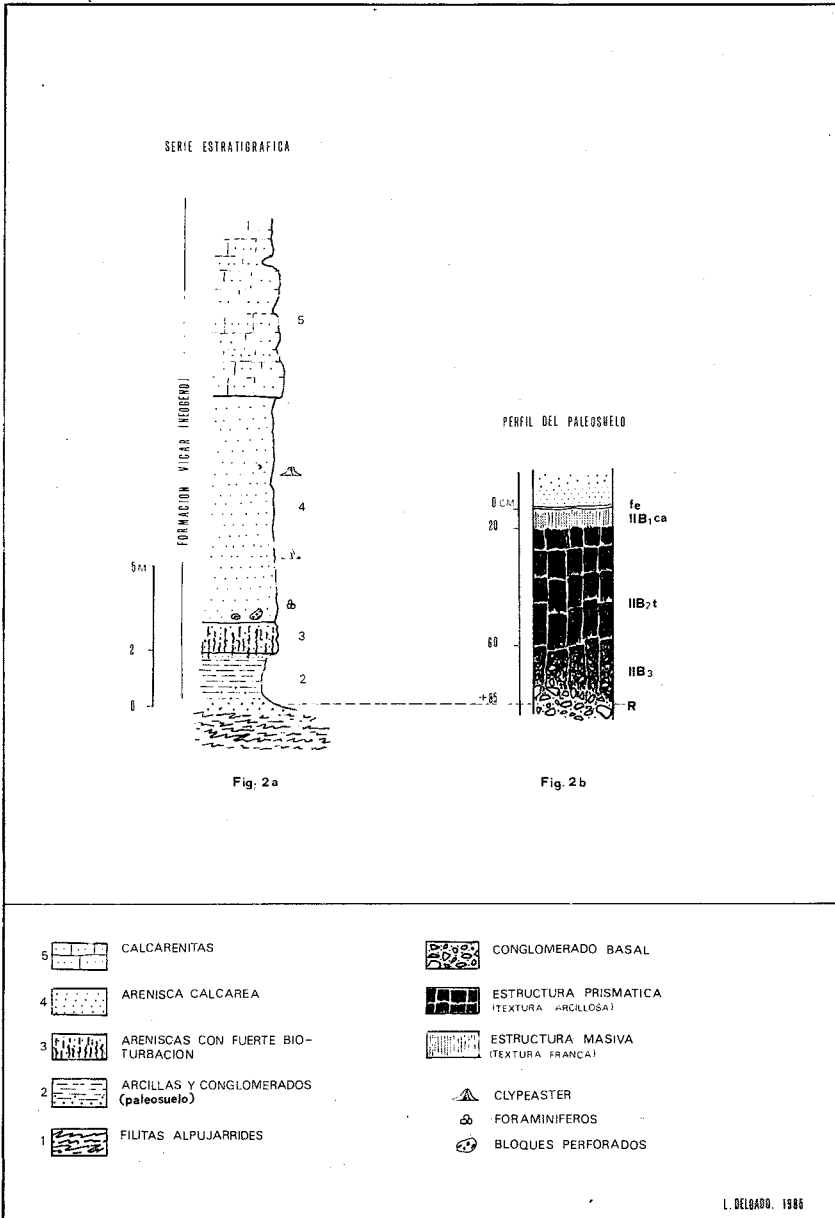


Fig. 2

0 - 20 cm.— (Horiz. IIB21ca). Color naranja (5YR6/6) que hacia el contacto superior pasa a (7,5YR6/8); textura franca; sin estructura (aspecto masivo); duro, calcáreo; frecuentes estructuras de raíces limonitizadas finas y medianas, predominantemente verticales; algunas perforaciones (burrow). Límite inferior gradual.

20 - 60 cm.— (Horiz. IIB22t). Color pardo rojizo vivo (5YR5/6); textura arcillosa; estructura prismática gruesa con grado de desarrollo fuerte; abundantes manchas negras de óxido de Mn en las caras de los agregados; frecuentes estructuras de raíces limonitizadas, principalmente finas (3 mm); no calcáreo; muy duro. Límite inferior gradual (viene señalado por la aparición y progresivo aumento en profundidad de fragmentos rocosos).

60 - 85 cm.— (Horiz. IIB23). Color pardo rojizo oscuro (5YR5/4) con abundantes manchas de color negro y amarillentas de óxidos de Mn y Fe respectivamente, hacia la parte inferior del horizonte; textura franca-arcillosa; estructura masiva (aglomerada) que rompe tendiendo a bloques subangulares de finos a medianos; duro; no calcáreo; abundantes (40-50%) fragmentos subangulares de cuarcitas y dolomías, y en menor proporción filitas y cuarzo, de tamaño grava media, en general con recubrimientos negros de óxido de Mn. Muchas cuarcitas están alteradas («arenización»). Hacia el límite, algunas piedras con estructuras de raíces limonitizadas adheridas a sus caras. Límite inferior gradual.

85 cm.— (R). Conglomerado en bancos delgados (20 - 30 cm) e irregulares. Los tramos conglomeráticos están constituidos por cantos de tamaño pequeño (entre 1 - 5 cm de eje mayor) subredondeados, de cuarcitas y dolomías y en menor proporción filitas y cuarzo. La matriz es areno-arcillosa. Estos conglomerados presentan una granoclasificación positiva, observable, sobre todo, en las estructuras de canal (figs. 9 y 10).

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados Analíticos (2)

ANALISIS MECANICO

Horiz.	Ar. Gruesa 2 - 0,2	Ar. Fina 0,2 - 0,05	Ar. Total 2 - 0,005	Limo 0,05 - 0,02	Arcilla <0,002
IIB21ca	5	26	31	35	34
IIB22t	3	25	28	26	46
IIB23	18	18	36	24	40

«PALEOSUELOS DE LA PROVINCIA DE ALMERIA»

Horiz.	pH		Carbonatos %	C E 25 C m. mhos/cm
	H ₂ O	KCl		
IIB21ca	7,9	7,8	23,4	11,00
IIB22t	7,4	7,8	—	66,00
IIB23	7,1	6,7	—	29,00

CAPACIDAD DE CAMBIO Y CATIONES EXTRAIBLES

Horiz.	Cap. total (meq./100 g)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺
IIB21ca	23,0	3,5	37,52	19,40	1,08
IIB22t	19,5	1,0	26,21	17,60	0,99
IIB23	20,0	1,0	13,88	18,80	0,77

CONTENIDO EN HIERRO

Horiz.	Libre Fe ₂ O ₃ %	Total Fe ₂ O ₃ %	Libre Total 100
IIB21ca	1,93	3,72	52
IIB22t	3,36	4,50	75
IIB23	1,79	4,00	45

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA

Horiz.	Es	I	Cl	K	Pa	Goe	Q
IIB21ca	7	83	4	3	2	1	—
IIB22t	2	93	t	5	t	—	—
IIB23	—	67	13	t	6	—	14

Es = Esmeclita. I = Illita. Cl = Clorita. K = Caolinita. Pa = Paragonita. Goe = Goethita.
Q = Cuarzo. t = Mineral no cuantificable.

DISCUSION

El perfil tiene unos rasgos morfológicos muy acusados destacando la presencia de un horizonte textural cuyo límite oscila entre los 20-40 centímetros pudiendo alcanzar hasta los 60 centímetros de profundidad, y que presenta una estructura prismática fuertemente desarrollada. La secuencia de horizontes correspondería al tipo A-Bt-R, habiendo desaparecido el horizonte A.

Los resultados del análisis mecánico indican que los mayores porcentajes, en cuanto a la fracción menor de 2 mm sobre el resto de los componentes detríticos, corresponden a la fracción más fina, esto es a los materiales de tamaño limo y arcilla, y dentro de ésta, los valores más importantes corresponden a la arcilla que alcanza el 46 por ciento en el horizonte IIB22t, dato en concordancia con la basicidad y escaso tamaño de grano del material original y así mismo con una alteración importante de éste.

Destacan los altos porcentajes de limo, ello podría deberse a la formación de microagregados del hierro con la arcilla como consecuencia del contenido alto de hierro libre en el perfil.

Los valores del pH son moderadamente básicos; siendo los medidos en suspensión de ClK ligeramente menores que los obtenidos en H₂O, lo que da idea del alto grado de saturación que debe caracterizar a este perfil.

El perfil a excepción del horizonte superior, aparece completamente descarbonatado.

La capacidad de cambio es media, con valores comprendidos entre 20-30 meq/100 grs.

En cuanto a los cationes extraíbles, el catión dominante es el magnesio seguido por el sodio, mientras que el calcio y el potasio entran en proporción muy inferior. Los valores altos del magnesio pueden deberse a la alteración de filosilicatos (clorita principalmente). El catión sodio se debe a los aportes considerables de sales, consecuencia de la sedimentación marina miocena.

La relación de hierro libre a hierro total presenta valores altos, destacando sensiblemente el valor en el horizonte textural, que revelan una fuerte liberación de óxidos de hierro como consecuencia de una alteración química acentuada.

El estudio mineralógico de la fracción arcilla mediante difracción de rayos X, muestra que el componente principal es la ilita. El resto de los componentes se presenta en pequeñas proporciones, estando el conjunto formado por esmectita, clorita, caolinita, paragonita, cuarzo (sólo en el horizonte inferior) y goethita (en el horizonte superior).

La ilita aparece en todos los horizontes mostrando un apreciable incremento en el horizonte IIB22t y desciende con la profundidad. En dicho horizonte su tamaño presenta los valores más bajos del perfil. Está muy degradada dando la impresión de que sean ilitas de iluviación.

La clorita, reducida a trazas en el horizonte IIB22t, muestra un notable incremento en la parte inferior del perfil, lo que puede indicar una alteración de estas ya sugerido anteriormente.

La caolinita aparece prácticamente sólo en los horizontes superiores con un ligero incremento en el IIB22t.

En cuanto a la esmectita, prácticamente sólo identificada en los horizontes superiores, presenta un tamaño muy pequeño. Probablemente proceda de la transformación de materiales cloríticos.

El estudio mediante microscopía electrónica confirma los datos obtenidos por difracción de rayos X respecto a la naturaleza de los materiales arcillosos presentes (figs. 3, 4, 5 y 6), precisando la existencia de paligorskita en el horizonte superior (fig. 3) y consecuentemente el carácter químico básico de estos materiales debido a la sedimentación marina. Asimismo se destaca la presencia de cuarzo en el horizonte IIB23 y su ausencia en el resto del perfil.

Un esquema genético posible de las transformaciones de los minerales de la arcilla en el perfil, sería el siguiente:

El componente principal de los materiales originarios del paleosuelo serían sin duda las filitas y cuarcitas alpujárrides, cuya composición mineralógica estaría constituida esencialmente por mica blanca, paragonita, clorita, y en menor proporción cuarzo y caolinita (González Martínez, et al. 1970; y Voermans, et al. 1983).

Estos materiales son edafizados, destruyéndose la clorita y la paragonita y formándose esmectita y caolinita. La illita quedaría poco afectada, prácticamente se «hereda» del material litológico original (3).

Posteriormente tiene lugar la sedimentación marina del mioceno. Se incorporan sales, sobre todo sodio. El medio, que hasta este momento tendría características ácidas, se hace básico. Aparece la paligorskita.

CONCLUSIONES

Los datos morfológicos y los resultados analíticos obtenidos así como las consideraciones hechas anteriormente, permiten establecer varias conclusiones, las más importantes se refieren a la génesis, implicaciones paleoecológicas y cronológicas, conclusiones, que por otra parte, habrán de ser forzosamente esquemáticas y estarán sujetas a algunas imprecisiones.

La historia edafogénica de este paleosuelo así como sus implicaciones paleoecológicas se puede resumir en las siguientes etapas:

En una primera etapa, la presencia de un conglomerado en la base del perfil, interpretado como depósito de abanico aluvial en su zona proximal, sugiere la

existencia de un enérgico relieve diferencial, elaborado probablemente en una etapa distensiva postmantos, con depresiones donde estarían expuestas las filitas y cuarcitas, y áreas elevadas constituidas por las dolomías y calizas no erosionadas, posibles áreas fuente de un sistema de abanicos aluviales que descenderían hacia las partes más deprimidas.

En una etapa siguiente, de presumibles perspectivas biotásticas, cierta estabilidad morfodinámica y la interacción de un clima de carácter más bien cálido y húmedo muy contrastado, condicionarían la edafización de estos materiales. El proceso edafogenético ha ido vinculado a una alteración química relativamente importante, cuyo resultado ha sido la herencia de arcilla a partir del material original y las transformaciones de dicha arcilla.

Posteriormente tiene lugar la transgresión miocena. De acuerdo con Jacquin, el dominio marino invade el área continental. Esta invasión presenta el aspecto de una lenta inundación que alcanza primeramente las depresiones para finalmente anegar también los relieves de dolomías. Los «suelos» son en su mayor parte respetados, si bien más o menos afectados por un dominio marino litoral con características de llanura de inundación.

En cuanto a la edad de este paleosuelo por el momento se carece de precisiones, dado que faltan datos paleontológicos así como de determinaciones absolutas. No obstante una estimación indirecta puede intentarse, tratando de establecer una posible «acotación» dentro del inmenso espacio de tiempo que media entre los materiales alpujárrides de edad Permo-triásico y los sedimentos terciarios correspondientes al Mioceno superior.

Sin embargo, y si bien el techo está evidentemente definido por los términos inferiores de la secuencia marina que suprayace al perfil, de edad Mioceno superior (Tortoniense) no ocurre lo mismo con respecto al muro, que por el momento no es posible precisar. En este sentido todo cuanto se puede decir es que con anterioridad al Mioceno superior, verosíblemente existían ya «suelos» en los relieves béticos emergidos.

La existencia de estos «suelos» podría estar evidenciada por los depósitos de conglomerados de matriz arcillosa y color rojo que aparecen, fuera del área estudiada, expuestos al Norte de la Sierra Alhamilla, en la Serrata del Pueblo, o los que aparecen al Sur del extremo oriental de Sierra Nevada. Los rasgos sedimentológicos de estos conglomerados sugieren se trata de depósitos continentales, probablemente de pie de monte, originados por el desmantelamiento de los «suelos» existentes, por la erosión de fuertes relieves emergidos rápidamente como consecuencia de una fase orogénica intratortoniense (Kampschuur, et al. 1975).

Finalmente, en cuanto al aspecto tipológico, la presencia de un horizonte argílico (4) desde los 20 a los 60 centímetros, de color rojo (con matiz no más rojo que 5YR), alta saturación de bases, y un régimen de humedad estimado como

údicó, permiten, según la sistemática de la Soil Taxonomy, clasificar el perfil del paleosuelo como Haplustalfs Típico, y como un Luvisol de acuerdo con la clasificación FAO.

NOTAS

- (1) Las Alpujárrides corresponden a una de las unidades más altas de las cuatro unidades tectónicas que se distinguen actualmente en la zona interna (Zona Bética) de las Cordilleras Béticas (Egeler y Simon, 1969).
- (2) Las determinaciones analíticas se han realizado en el Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid, según las técnicas adoptadas por este centro.
- (3) Probablemente estos materiales han debido con anterioridad sufrir una premeteorización.
- (4) Se considera el horizonte IIB22t como argílico a pesar de que no cumple con la condición de que la relación entre los contenidos de arcilla de los horizontes iluvial y eluvial sea $\geq 1,2$, pero esta condición no puede aplicarse aquí ya que el horizonte IIB21ca no es el eluvial pues el suelo sufrió probablemente un truncamiento permaneciendo parte del horizonte IIB22t a partir del cual se formaría el horizonte IIB21ca.

AGRADECIMIENTO: El autor agradece al Prof. Dr. D. Carlos Roquero de Laburu, al Dr. D. José Linares González y al Dr. D. Alfredo Polo y al Dr. D. Jesús Galván, su inestimable colaboración.

Asimismo al Dr. Ing. D. Antonio Pallarés Navarro de la Sección de Actuación Forestal del IARA, por la colaboración prestada en la realización del trabajo de campo.

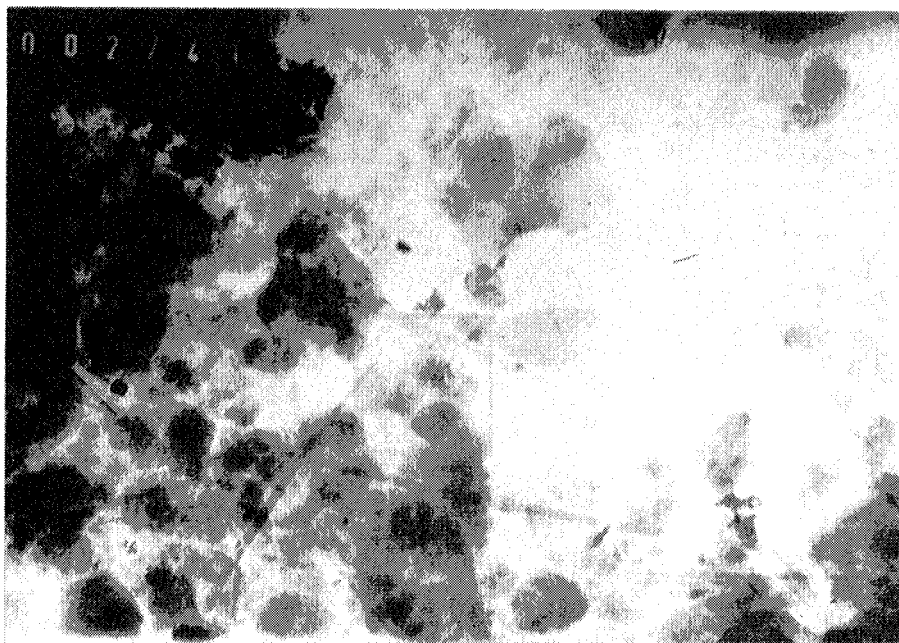


Fig. 3.— Microfotografía de la fracción arcilla, Hor. IIB21ca. Presencia de paligorskita o sepiolita (hacia el ángulo izquierdo de la foto). Contiene abundante mica y presencia de caolinita; se aprecia también indicios de goethita. La sepiolita o paligorskita posee fibras de 1 a 4 micras. (x 22.500). (Foto J. Galvan.)

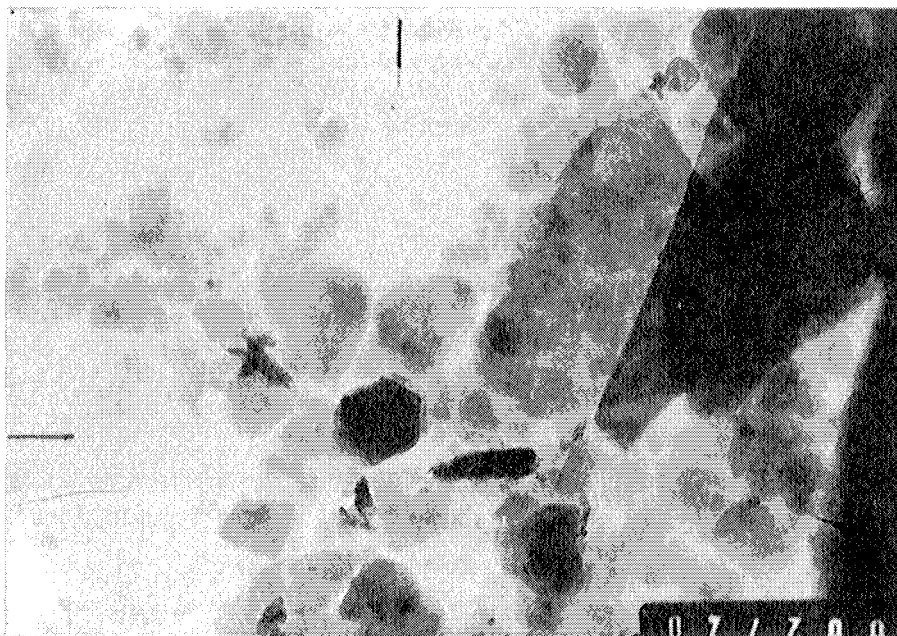


Fig. 4.— Microfotografía de la fracción arcilla, Hor. IIBt22. Muestra con frecuentes micas y caolinita. La caolinita está bien cristalizada con tamaño de cristales de 0,1 micra y 0,7 micras (x 35.000). (Foto J. Galvan.)



Fig. 5.— Microfotografía de la fracción arcilla. Hor. IIBt22. Similar a la anterior. (x 14.000). (Foto J. Galvan.)



Fig. 6.— Microfotografía de la fracción arcilla. Hor. IIB23. Muestra muy micácea con caolinita, (x 9.000). (Foto J. Galvan.)

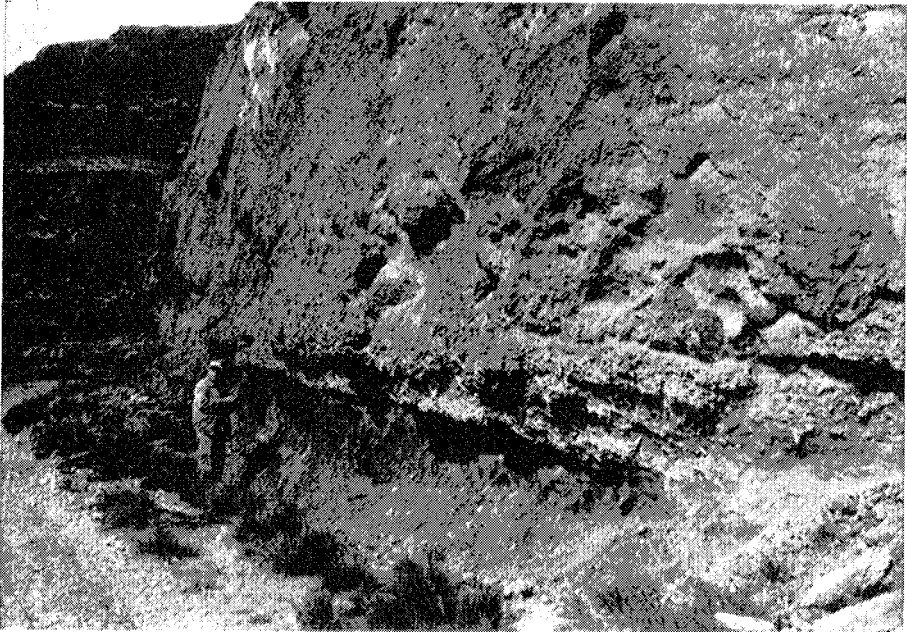


Fig. 7.— Afloramiento de la carretera local de Vúcar a Felix. Parte basal de la Formación Vúcar; areniscas con *Heterosteginas* y grandes *Clypeaster*, y bloques de dolomías perforados (←). El límite con el paleosuelo está señalado por un nivel de bioturbación. (Foto L. Delgado.)

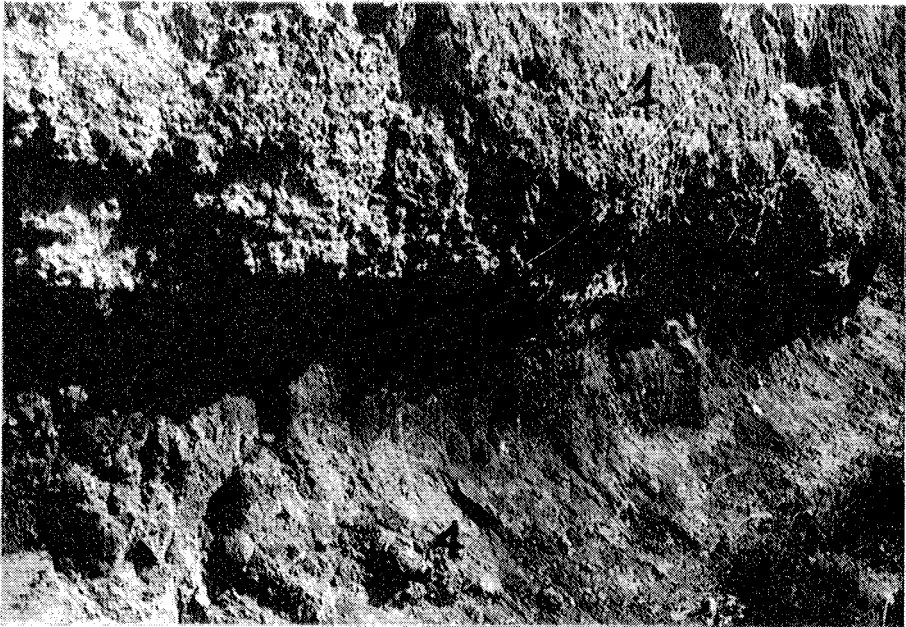


Fig. 8.— Detalle de la Fig. 5. Aspecto del paleosuelo: 1) nivel bioturbado. 2) horizonte IIB21ca. 3) horizonte textural de color rojizo y estructura prismática muy desarrollada (horizonte IIBt22). 4) conglomerado basal. (Foto L. Delgado.)



Fig. 9.— Detalle del nivel de bioturbación con su densa y complicada red de gruesos tubos cilíndricos («burrow»), y del contacto superior del paleosuelo; se aprecia una fina banda de óxido de hierro, roja (*) que señala dicho límite; debajo (zona clara) el horizonte. (Foto L. Delgado.)



Fig. 10.— Detalle del horizonte IIBt22 mostrando grietas de retracción que delinear bloques de hábito prismático. (Foto L. Delgado.)

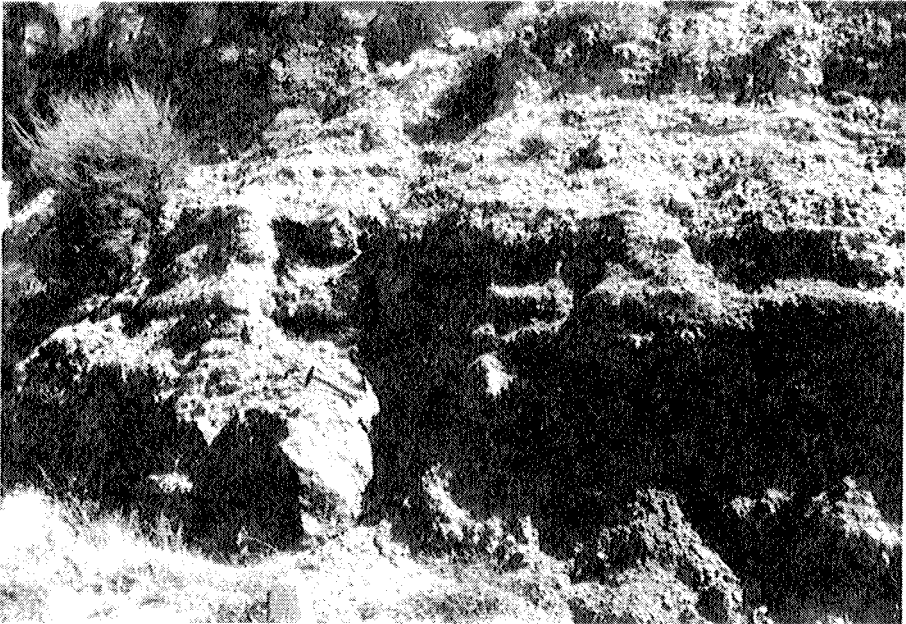


Fig. 11.— Aspecto del conglomerado basal (depósitos de abanico aluvial) tal como están expuestos en la Ctra. local de Vicar a Felix. Se aprecia la alternancia de lechos de conglomerados y lutitas. El martillo señala un gran bloque dolomítico (± 1 metro de eje mayor). (Foto L. Delgado.)

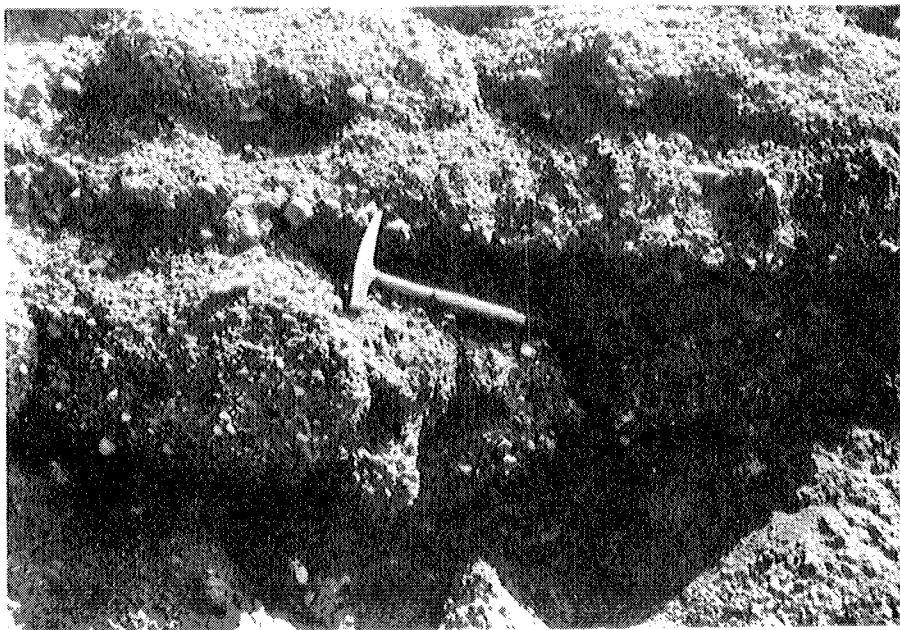


Fig. 12.— Detalle de la Fig. 9. Canales con secuencias de energía decreciente (marcadas en la granulometría por una disminución del tamaño de abajo arriba). (Foto L. Delgado.)

BIBLIOGRAFIA

ADDICOTT, W. O., SNAVELY, P. D., POORE, R. Z. y BUKRY, D. (1979). La secuencia Neógena marina de los Campos de Dalías y de Níjar (Almería). *Est. Geol.*, 35, 609-631.

ALDAYA, F., BAENA, J. y EWERT, K. Memoria y Hoja Geológica nº 1.043 (Ugíjar). Mapa Geológico de España 1:50.000 (Segunda Serie). IGME. Madrid.

DUCHAUFOR, Ph. (1963). El papel de la vegetación en la evolución de los suelos. *An. Edaf.*, t. XXII, números 3 y 4. Madrid.

DELGADO CASTILLA, L. (1973). Paleosuelos en la formación Vicar, provincia de Almería (S.E. de España) R. Soc. Esp. Hist. Nat. 1.^a Reunión Bienal. SANTANDER (no publicado).

FAO. (1977). Guías para la descripción de perfiles de suelos. FAO. Roma.

FAO-UNESCO. (1974). Soil Map of the World 1:5.000.000 vol. 1. Legend. París.

GONZALEZ MARTINEZ, J., FENOLL HACH-ALI, P. y MARTIN VIVALDI, J. L. (1970). Estudio mineralógico de niveles arcillosos del triás alpujárride. Bol. Geol. y Min., 81-VI, 620-629.

JACQUIN, J. P. (1970). Contribution a l'étude géologique et minière de la Sierra de Gádor (Almería, Espagne). Thesis Nantes.

SOIL SURVEY STAFF. (1975). Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agriculture Handbook n° 436. U.S. Government Printing Office. Washington, DC.

VOERMANS, F., BAENA, J. y EWERT, K. (1983). Memoria y Hoja Geológica n° 1.044 (Alhama de Almería). Mapa Geológico de España. 1:50.000 (Segunda Serie). IGME. Madrid.