

Actas I Reunión sobre la Geología
de la Cuenca del Duero. (1)
Salamanca. 1979. 211-223

44

RELACIONES ENTRE PROCESOS EDAFICOS Y SU-
PERFICIES MORFOLOGICAS
(Vertiente Noroeste de la Sierra de Francia)

Por: J.F. Gallardo* y E. Molina**

* Centro de Edafología y Biología Aplicada C.S.I.C. Salamanca

** Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca

RELACIONES ENTRE PROCESOS EDAFICOS Y SUPERFICIES MORFOLOGICAS
(Vertiente Noroeste de la Sierra de Francia)

Por: J.F. Gallardo* y E. Molina**

* Centro de Edafología y Biología Aplicada C.S.I.C. Salamanca

** Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca

RESUMEN

Se hace un estudio de la relación existente en las unidades morfológicas localizadas en la zona y los diferentes perfiles edáficos desarrollados en estas unidades. A partir de este estudio se han podido deducir:

- a) La existencia de dos niveles de Raña cuyas superficies se inclinan hacia el Norte.
- b) La sucesión de varios tipos de suelos cuya evolución y madurez está condicionada, por una parte, por la dificultad de drenaje general desde la misma formación de la raña, y, por otra parte, por la edad relativa de éstas.
- c) La dificultad de drenaje se ha mantenido hasta nuestros días, como se comprueba en los suelos desarrollados en formaciones aluviales netamente Cuaternarias.

SUMMARY

In this work, a study about the morphological units and edaphic profiles of the NW slope of the "Sierra de Francia" Mountains is made; the principal conclusions are:

- a) The existence of two "Raña" levels, with Northward inclination.
- b) The presence of soil catena with very poor drainage, which is characteristic of this system.

1. INTRODUCCION

La zona de estudio se extiende al Noroeste de la Sierra de Francia, entre dicha Sierra, el Sinclinal de Tamames y la cuenca del río Agueda; en general forma pendiente en esa dirección hacia el río Duero, y ofrece gran interés, ya que en pocos kms. se evidencia una neta diversidad geológica y edáfica; esto ha movido a realizar estudios meramente edáficos por GALLARDO y EGIDO (1977, 1979), EGIDO (1978), y LEDESMA y otros (1979), aparte de otros de índole más general (GARCIA RODRIGUEZ y colaboradores, 1964, 1974, 1977).

1.1.— ESQUEMA GEOLOGICO REGIONAL

La región donde se localizan los perfiles estudiados corresponde a la zona de contacto entre el basamento hercínico, al Sur, y la depresión de Ciudad Rodrigo, al Norte (Fig. 1).

El basamento Premesozoico está constituido por el complejo esquistograwáquico y las series paleozoicas del Cámbrico, Ordovícico y Silúrico, sin haberse podido establecer con exactitud el límite precámbrico—cámbrico (GARCIA DE FIGUEROLA et al, 1972; ARRIBAS et al., 1978). Litológicamente dicho basamento está constituido principalmente por grawacas, pizarras y cuarcitas con intercalaciones de calizas y niveles volcánicos, pudiendo pertenecer los tramos más superficiales al Devónico (SAAVEDRA et al., 1973; ARRIBAS, et al., 1978). Posteriormente la orogenia hercínica originó: a) por un lado la inversión de granitos (en *sensu lato*) y granodioritas, con el correspondiente metamorfismo de la serie anteriores, dando aureolas de cornubianitas y pizarras mosqueadas de anchuras muy variables y b) una serie de sinformas y antiformas con dirección dominante NW—SE. Precisamente en el núcleo de las antiformas es donde aparecen las rocas intrusivas. Según los diferentes autores, la fracturación principal del basamento es de edad tardihercínica (PARGA, 1969), siendo las fallas más importantes de dirección dominante NE—SW, con un sistema conjuga-

do de dirección NW—SE (UBANELL, 1977). Muy recientemente SANZ DONAIRE (1979) hizo un estudio muy detallado de la tectónica de esta zona, destacando las direcciones de fracturación NE—SW y E—W, de gran importancia a nivel local.

La depresión de Ciudad Rodrigo es consecuencia de la reactivación durante la orogenia alpina de las antiguas fracturas tardihercínicas y presenta una dirección general marcadamente NE—SW. Dicha depresión se encuentra rellena por depósitos terciarios y cuaternarios esencialmente detríticos, aunque localmente se pueden encontrar niveles carbonatados, dando auténticos bancos calizos (proximidades de San Muñoz y La Sagrada; ARRIBAS et al., 1971). En la zona estudiada por nosotros, los depósitos pliocuaternarios de la raña constituyen la cobertera más superior, quedando las formaciones claramente cuaternarias dentro de los valles fluviales, pero ocupando a veces grandes extensiones (v.g.: caso de Yeltes), aunque SANZ (1979) supone un único nivel de rañas.

1.2.— MORFOLOGIA REGIONAL

En la zona estudiada debemos distinguir tres entidades morfológicas fundamentales: los frentes de sierra, el piedemonte y la morfología fluvial encajada en las anteriores. a) Frentes de sierra. Esta entidad está constituida geológicamente por el complejo esquisto—grawáquico y las series paleozoicas, quedando las cuarcitas armoricanas en las zonas más elevadas. La zona de crestas se localizan entre los 1.450 m. y los 1.730, con una orientación dominante E—W, aunque con frecuentes desplazamientos debido a un sistema de fracturas de dirección NE—SW y su conjugado NW—SE; los picos más elevados son la Peña de Francia (1.723 m.) y el Cerro Hastiala (1.730 m.). La base del frente de sierra está orientado en dirección NE—SW y se sitúa entre los 1.050 y 1.080 m., altura que corresponde a la cabecera de piedemonte. Por tanto, el frente de Sierra general presenta una orientación NE—SW y una pendiente media del 20 por ciento, aunque localmente puede ser mayor.

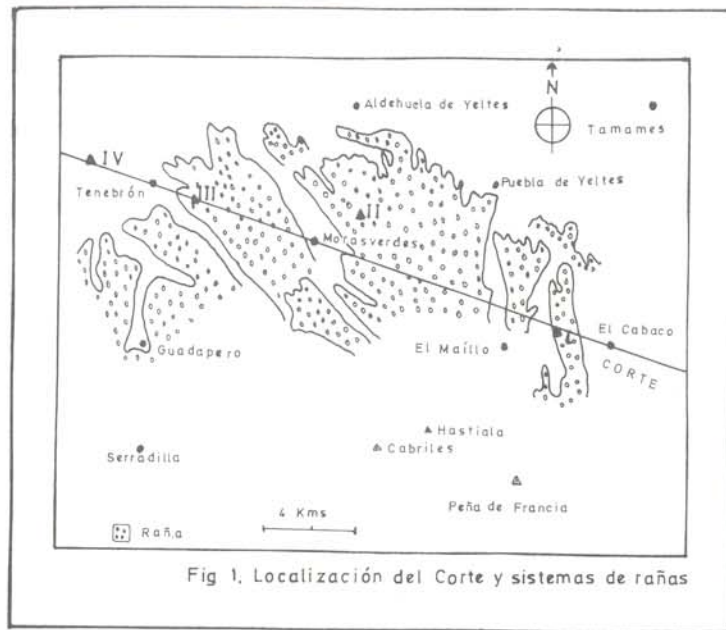


Fig 1. Localización del Corte y sistemas de rañas

b) El piedemonte. En su conjunto está constituido por un sistema complejo de glacis que desciende desde los 1.050–1.080 m. hasta los 830–840 m., con una pendiente media general del 1–3 por ciento, y un recorrido en sentido longitudinal de más de 16 kms. Dicho sistema complejo está formado por dos niveles de rañas, las cuales no ha sido posible separar en su base (los 830–840 m.), aunque sí en sus cabeceras. El nivel de raña más antiguo comienza hacia los 1.070 m. formando un “knick” o rodilla con el frente de sierra que suele estar roto por encañamientos fluviales, y una dirección de descenso dominante S/N, con una pendiente del 2 por ciento. Este primer nivel de raña se localiza justamente al N del macizo de la Peña de Francia. El segundo nivel de raña se localiza a ambos lados de la anterior, presentando sus cabeceras entre los 980 y 1.000 m., y una dirección de descenso dominante SE/NW, con una

pendiente del 1 por ciento: son las rañas del sinclinal de Tamames y del río Morasverdes. Merece señalarse que este sistema de rañas presenta en conjunto pendientes mayores que las rañas de la fosa del Tajo.

c) Morfología fluvial. En esta zona del sistema fluvial se encuentra orientado de SE a NW, y está constituido por el Yeltes y sus afluentes de su margen izquierda: ríos Morasverdes y Gavilanes. La cabecera del Yeltes es de tipo dentrítico y se encuentra encajado unos 25/30 m. debajo de la cabecera del primer nivel de rañas. En el extremo N de la raña, y ya fuera de la zona de estudio, este encajamiento es ya de unos 50 m. Saliendo de la zona de piedemonte, la morfología fluvial se localiza por debajo de los 840 m., y es un hecho importante a destacar que el Yeltes en su encajamiento ha sufrido un desplazamiento hacia el N durante el Cuaternario. Las primeras formaciones fluviales posteriores a la raña más reciente las hemos encontrado bien conservadas en las proximidades del pueblo de Tenebrón, a unos 820 m. de altura.

d) Suelos. En general las formaciones de rañas están compuestas de cantos subredondeados, principalmente cuarcíticos, que al fracturarse evidencian una fuerte alteración, siendo frecuente la presencia de gravas fuertemente teñidas de óxidos de hierro y/o manganeso; la matriz suele tener carácter gredocarcilloso. La impermeabilidad de esta formación origina fenómenos de gleización de diversa intensidad, lo que se evidencia por los colores abigarrados de los perfiles edáficos (GARCIA et al. 1977); la edad de los sedimentos y los fenómenos “redox” aludidos origina fuerte liberación de hierro (del orden de un 3 por ciento en hierro libre, por lo general), incluso de aluminio, lo que ha contribuido a la acidez de estos suelos, que sólo es compensada por la dificultad en el lavado de bases. Así, cabe mencionar que las arenas minerales alterables representan menos del 10 por ciento (GARCIA RODRIGUEZ y col., 1974) en la cabecera de las rañas, así como que alrededor del 50 por ciento de la tierra fina de los horizontes aluviales sea fracción arcilla. LEDESMA et al., (1979) señalan que mientras las cuarcitas solamente liberan algo de ilita,

los esquistos subyacentes, muy alterados durante el Cenozoico y Cuaternario, poseen cantidades apreciables de caolinita, y también, de ilita.

2.— MATERIAL DE ESTUDIO Y PARTE EXPERIMENTAL

2.1.— CORTE GEOMORFOLOGICO

El corte que representamos en las figuras A y B es un resumen geológico y geomorfológico de lo indicado *at supra*. Precedentemente se habían estudiado varios perfiles edáficos de los cuales se han elegido los que se sitúan a diferentes niveles morfológicos, con objeto de relacionar la evolución morfológica y edáfica de esta Región. La localización de los perfiles elegidos presenta una marcada alineación WNW/ESE, por lo que el corte geológico se ha realizado en esa dirección. Tres de los suelos elegidos (perfiles I, III y IV) se sitúan en la línea del corte; el suelo restante (perfil II), se localiza fuera de él, unos dos km. al N, pero sobre la misma superficie de raña más antigua.

En este corte se pone de manifiesto claramente los dos niveles de rañas postulados (R_1 y R_2), donde han sido tomados los perfiles I y II (en R_1) y III (en R_2); el perfil IV (GARCIA et al. 1977) corresponde a las formaciones aluviales del río Gavilanes, de edad claramente cuaternaria, ya que como se muestra, está localizado por debajo de la primera terraza (T) encontrada para este río.

2.2.— DESCRIPCION DE SUELOS

A continuación se describen los perfiles seleccionados:

Perfil I.— El Maíllo (Salamanca).

Clasificación: Suelo lixiviado pseudogleizado (Acrisol órtico)

Altitud: 1.000 m; topografía: Llano.

Vegetación: Monte de *Quercus pyrenaica*.

Geología: Pudingas metacuarcíticas (raña plioleistocena)


Drenaje: externo, lento; interno, lento.

WNW

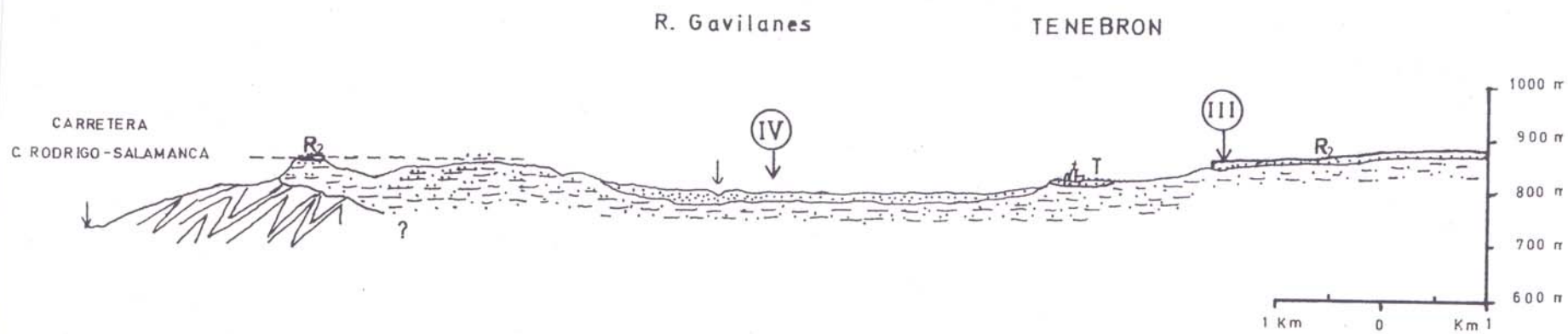
ESE

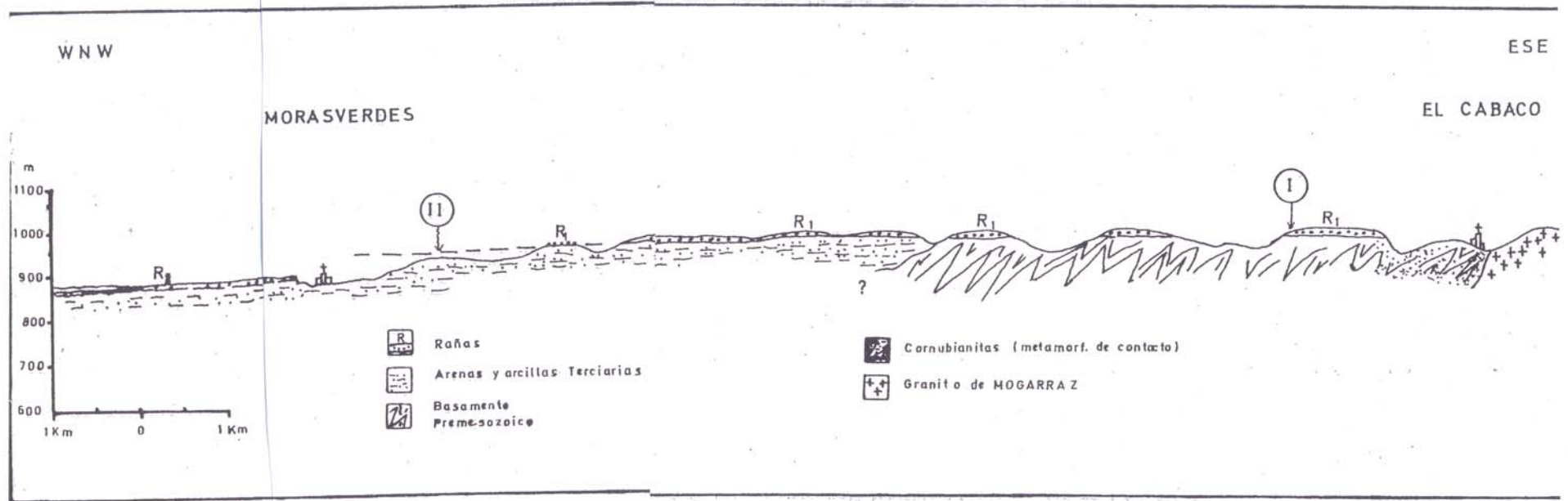
 Terrazas y formaciones aluviales cuaternarias

 Rañas

 Arenas y arcillas terciarias

 Basamento Premesozoico





Horizonte	Prf. cm.	Morfología
A	0/20	5YR 5/4, pardo rojizo semihúmedo; franco; grumoso, poroso, abundantes gravas y piedras subangulares meteorizadas, abundantes raíces, transición plana y neta.
B ₂₁	20/50	7.5YR 5/8, pardo fuerte semihúmedo; con manchas rojas; arcilloso; subangular; cutanes; poroso; abundantes piedras y gravas cuarcíticas; frecuentes raíces; transición plana y difusa a
B ₂₂	50/80	10YR 6/8, amarillo parduzco; semihúmedo; manchas 10R 4/8 rojas; arcilloso; subangular; cutanes; poco poroso; pocas raíces; transición plana y difusa a
B _{23g}	+ 80	Abigarrado de 10R 4/8, rojo y 10R 6/8, amarillo parduzco, húmedo; arcilloso; subangular; algo plástico; cutanes; gravas y piedras cuarcíticas.

Perfil II.— Morasverdes (Salamanca)

Clasificación: Suelo pardo lixiviado gleizado (Luvisol gleico).

Altitud: 890 m.; topografía: llano.

Vegetación: Monte abierto de *Quercus ilex*, con *Cistus ladaniferus*.

Geología: gravas y arcillas pliocenas.

Drenaje: externo, malo; interno, malo.

Horizonte	Prf. cm.	Morfología
A _p	0/20	7.5YR pardo oscuro, húmedo; finoarenolimoso; abundantes grava y gravilla ferruginosa; grumoso; abundantes raíces; transición plana a
B _{wg}	20/40	Abigarrado de 10YR 4/2, pardo grisáceo y tonalidades amarillo rojizas; húmedo; arcillo limoso; algo plástico; subpoliédrico; frecuentes gravas; frecuentes raíces; transición neta y plana a
B _g	40/60	Abigarrado de 10YR 7/6, amarillo y 10YR 4/6, rojo; arcilloso, frecuente gravilla cuarcítica; alguna concreción de hierro; subangular; transición neta a
2C _{1g}	60/100	Abigarrado de rojo y blancoamarillento, húmedo; arcilloso; poliédrico; abundantes piedras; pocas gravas; transición plana a
C _{2g}	+ 100	Aumentan las piedras cuarcíticas.

Perfil III.— El Tenebrón (Salamanca)

Clasificación: Suelo pardo lixiviado (Luvisol gleico).

Altitud: 850 m.; topografía: ladera suave, 2 por ciento.

Geología: Pudingas arcillosamíticas metacuarcíticas plioleptocenas.
Vegetación: Monte abierto de *Quercus pyrenaica* con *Cistus ladaniferus*.

Drenaje: externo, lento; interno, malo.

Horizonte	Prf. cm.	Morfología
A _p	0/20	5YR 4/4, pardo rojizo, húmedo; arenolimoso; abundante grava; granular; poco poroso; abundantes raíces; transición neta a
B _w	20/35	10YR 7/6, amarillo, húmedo; franco; abundantes piedras cuarcíticas; subangular; frecuentes poros; abundantes raíces; transición difusa a
B _t	35/70	10YR 6/8 amarillo rojizo, húmedo; con manchas rojas; abundante grava meteorizada; arcilloso; subangular; algo plástico; cutanes; pocas raíces; transición difusa e irregular a
B _g	70/95	Abigarrado de 5YR 6/8 amarillo rojizo y 10R 4/8 rojo y 10YR 8/2 blanco; semihúmedo; arcilloso; pocas piedras y gravas; subangular; plástico; cutanes; poroso; pocas raíces; transición difusa a
C _g	95/150	Abigarrado de 2.5Y 8/2 blanco y 10R 3/4 rojo, semihúmedo; arcilloso; pocas gravas; subangular; plástico; cutanes; frecuentes poros; pocas raíces.

Perfil IV.— El Tenebrón (Salamanca)

Clasificación: Glej (gleisol eútrico).

Altitud: 820 m.; topografía: llano.

Vegetación: Pradera con *Fraxinus oxycarpa* y *Quercus pyrenaica*.

Geología: Aluvial.

Drenaje: externo, malo; interno, malo.

Horizonte	Prf. cm.	Morfología
A	0/25	10YR 4/4, pardoamarillento oscuro, semihúmedo; arenolimoso; granular; abundantes raíces; transición neta a
B _g	25/60	10YR 6/3, pardo pálido, seco; arenoarcilloso; subangular; abundantes piedras y gravas cuarcíticas subangulares cementadas con óxidos de hierro; algo plástico; abundantes raíces; transición difusa y plana a

Horizonte	Prf. cm.	Morfología
B _{gcs}	60/120	7.5YR 4/2 pardo oscuro, seco; arenoarcilloso; gravas y piedras cuarcíticas cementadas con óxidos de hierro; concreciones ferruginosas; abundantes raíces; transición neta y plana a
C _{gcs}	+ 120	5Y6/2 gris oliva claro; muy húmedo; arenoarcilloso; abundantes piedras y gravas; concreciones ferruginosas; pocas raíces.

2.3.— DATOS EXPERIMENTALES

A continuación, en las tablas I y II, se exponen los datos experimentales de los cuatro perfiles seleccionados: análisis granulométrico, propiedades fisicoquímicas y mineralogía de la fracción arcilla.

3.— DISCUSION

Los datos experimentales permiten la confirmación de la hipótesis de trabajo señalada, esto es, la existencia de dos sistemas de rañas separadas, una más antigua (R₁) que otra (R₂), tal y como se observa en las figuras adjuntas.

No obstante, antes de señalar las diferencias entre los grados de evolución de los suelos afectados, convendría insistir en sus semejanzas. Ya se dijo que son suelos de muy ácidos hasta moderadamente ácidos, estando el pH en función, fundamentalmente, del drenaje interno; por ello, la saturación en bases suele aumentar en profundidad; la capacidad total de cambio es baja, lo que ya es un indicio de la existencia de minerales caoliníticos (e ilíticos). En la granulometría hay que señalar el alto porcentaje de gravas y piedras, distribuidas desigualmente a lo largo del perfil, lo que señala la existencia de diferentes fases de aportes; dentro de la fracción fina (< 2 mm.), predominan la arena fina y, en los horizontes subsuperficiales, la arcilla, con signos de iluviación (cutanes). Esta granulometría impide el drenaje interno a partir de los horizontes iluviales, que en el caso del perfil IV se suma a la existencia de una capa

TABLA I.— Datos analíticos de perfiles de suelos

Perfil	Hor.	pH	T	S	Ca ²⁺	V ⁰ %	Sg ⁰ %	Sf ⁰ %	L ⁰ %	A ⁰ %	MO ⁰ %	C/N
I	A	4.9	12.7	2.9	1.8	22.8	5.5	43.5	28.9	19.2	2.87	13.6
	B ₂₁	4.7	12.7	7.0	4.5	55.1	6.5	29.0	22.4	41.8	1.05	9.1
	B ₂₂	4.5	16.4	4.0	2.3	24.4	5.0	22.0	20.4	52.5	0.84	7.8
	B ₂₃	4.9	16.4	4.8	2.5	29.3	5.5	25.0	21.4	47.1	0.77	7.8
II	A _p	5.4	7.5	5.1	2.8	66.6	7.0	48.5	23.8	12.0	4.08	13.9
	B _{wg}	5.2	7.9	8.3	5.1	93.6	4.0	46.5	25.0	23.3	0.90	10.4
	B _g	5.2	8.7	7.9	4.9	91.9	2.5	44.5	22.7	28.5	0.46	8.4
	2C _{1g}	5.1	10.0	9.7	5.8	96.0	3.0	44.0	15.9	37.0	0.22	7.2
	2C _{2g}	5.0	10.0	9.7	5.5	91.0	5.5	35.5	10.0	48.0	0.17	3.4
III	A _p	5.5	4.5	3.7	2.0	75.5	12.5	51.0	17.4	14.2	1.14	11.1
	B _w	5.5	5.3	4.8	2.8	88.6	9.5	46.5	19.2	21.7	0.44	7.2
	B _t	5.3	11.2	6.9	4.3	58.0	6.5	32.5	13.0	50.0	0.44	6.8
	B _g	5.3	14.1	7.0	3.6	51.1	5.5	29.0	10.8	52.6	0.34	5.5
	C _g	4.5	25.2	9.6	4.2	35.3	5.5	30.0	9.0	54.4	0.21	4.8
IV	A	6.1	6.1	5.1	3.4	83.6	11.5	51.0	22.3	10.6	2.68	13.9
	B _g	6.1	5.5	5.3	3.3	96.3	17.5	43.5	20.5	16.3	1.03	10.0
	B _{gc}	6.0	5.5	4.8	3.1	87.2	25.0	40.0	15.5	17.8	0.93	8.1
	C _{gc}	6.0	4.1	3.8	2.5	92.6	21.5	52.0	9.2	15.8	0.96	10.3

Clave:

Hor.: horizonte

V⁰ %: % de Saturación

Sg: arena gruesa, %

MO %: materia orgánica, %

T: Capacidad total de cambio.

S: Suma de bases, meq/100 g

L: limo, %

C/N: razón entre C y N

Ca²⁺: Calcio de

cambio, meq/100 g

A: arcilla, %

TABLA II.— Mineralogía de la fracción arcilla

Perfil	Hor.	Caolinita	Ilita	Clorita	Intergrados	Accesorios
I	A	+++	++	+		gt.
	B ₂₁	++++	+	+		gt.
	B ₂₂	+++	++	+		gt.
	B _{23g}	++++	++	t		gt.
II	A _p	++	+++	+++		gt.
	B _{wg}	++	++++	++		gt.
	B _g	++	++++	++		gt.
	2C _{1g}	+++	++++			gt.
	2C _{2g}	+++	++++			gt.
III	A _p	++	+++	++	I-Cl	Q./gt./gb.
	B _w	++	+++	++	I-Cl	Q./gt./gb.
	B _t	++	+++	++	I-Cl	Q./gt./gb.
	B _g	++	+++	++	I-Cl	Q./gt./gb.
IV	C _g	++	++++		Cl-M	
	A	++	++++	++	I-M/I-Cl	Q.
	B _g	++	++++	++	I-M/I-Cl	Q.
	B _{gc}	++	++++	++	I-Cl	Q.
	C _{gc}	++	++++	++	I-Cl	Q.

Clave: I: ilita Cl: clorita M: montmorillonita
 Q.: cuarzo gt.: goetita gb: gibbsita
 t: indicios +: 5-15% ++: 15-30%
 +++: 30-50% ++++: 50-70% +++++: > 70%

freática, originándose formas concrecionadas de hierro en este suelo ("anfiglei").

Cuando se comparan los cuatro perfiles, se observa que las analogías se continúan en los perfiles I y II, pero existen evidentes diferencias entre éstos y los III y IV. Así, en los primeros la presencia de caolinita es importante o dominante, significando una fuerte alteración; en los últimos, la caolinita se hace minoritaria, haciendo aparición, por el contrario, intergrados a montmorillonita; además, mientras que en el perfil III se detecta la presencia de gibbsita, en el IV, aparecen características típicas de un suelo sobre aluviones, con gleización profunda y numerosas concreciones férricas.

Por último, hay que señalar que las escasas diferencias entre los perfiles I y II, son debidas a los distintos materiales de arrasamiento (Paleozóico y Cenozoico, respectivamente).

4.- CONCLUSIONES

A partir, fundamentalmente, de consideraciones geomorfológicas y edáficas, se establece la existencia de dos sistemas de rañas en la Vertiente Norte de la Sierra de Francia, de edad y pendiente diferentes. Entre sus características fundamentales se encuentra su deficiente drenaje, que ha perdurado desde la formación de la propia raña hasta la actualidad.

5.- BIBLIOGRAFIA

- ARRIBAS, A.; JIMENEZ, E. (1971).— “Plasencia”. Mapa Geológico 1:200.000. I.G.M.E., Madrid.
- ARRIBAS, A.; JIMENEZ, E. (1978).— “Esquema geológico—litológico de la Provincia de Salamanca”; en “Estudio integrado y multidisciplinario de la Dehesa Salmantina”, 41—61. Centro de Edafología y Biología Aplicada. Salamanca.
- EGIDO, J.A. (1978).— “Contribución al estudio edafológico de suelos forestales”. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- EGIDO, J.A.; GALLARDO, J.F. (1979).— “Suelos del Norte de la Sierra de Francia”. An. Edaf. Agrobiol., 38, 47—66.
- GALLARDO, J.F.; EGIDO, J.A. (1977).— “Suelos del Norte de la Sierra de Francia”. III Reunión Grupo Trabajo del Cuaternario. Zaragoza.
- GARCIA DE FIGUEROLA, L.C.; MARTINEZ GARCIA, E. (1972).— “El Cámbrico Inferior de la Rinconada (Salamanca)”. Studia Geológica, 3, 33—42.
- GARCIA RODRIGUEZ, A. y colaboradores (1974).— “Reunión sobre los Suelos del Centro—Oeste de España”. Memoria. Centro de Edafología y Biología Aplicada. Salamanca.
- GARCIA RODRIGUEZ, a. y colaboradores (1977).— “Suelos sobre sedimentos postmesozoicos de la zona Yeltes—Huebra (Salamanca)”. ANUARIO. Centro de Edafología y Biología Aplicada. III, 107—139.
- KINDELAN, J.A. (1957).— “Sequeros”. Mapa Geológico 1:50.000. I.G.M.E. Madrid.
- LEDESMA, M., et al. (1979).— “Evolución de los minerales de arcilla de cuatro perfiles de la Sierra de Francia” An. Edaf. Agrobiol., 38, 83—98.
- PARGA, J.R. (1969).— “Spätvariszische Bruchsysteme in Hesperischen Massiv.” Geol. Rundsch., 59, 323—336.
- SAAVEDRA, J.; GARCIA SANCHEZ, A.; MORENO ABATI, L. (1973).— “Sobre la existencia de un vulcanismo Silúrico en El Castillo, Sinclinal de Tamames (Salamanca)” Acta Geolog. Hispan., 8, 30—32.
- SANZ DONAIRE, J.J. (1979).— “El Corredor de Béjar”. Tesis. Doctoral. Inst. Geogr. Aplic., C.S.I.C., Madrid.
- UBANELL, A.G. (1977).— “Modelo de fracturación de la Región Central española basada en las imágenes obtenidas por satélite” Studia Geológica, 12, 195—206.