

TERRAZAS Y GLACIS DEL SOMONTANO DE AYERBE*

POR GERARDO BENITO FERRANDEZ

INTRODUCCIÓN.

La zona estudiada se sitúa al Oeste de la provincia de Huesca en su límite con la de Zaragoza (fig. 1). Aparece limitada al Norte por las Sierras de Salinas, Loarre y Caballera, extendiéndose por su piedemonte hasta el frente de la cuesta de Almudévar. Los trabajos que estudian aspectos parciales o generales de los depósitos cuaternarios en el piedemonte de Ayerbe son escasos, aunque son de destacar los de BARRERE (1951), BOMBER (1957), GONZÁLEZ Y ARRESE (1977, a y b), MENSUA e IBÁÑEZ (1977) y ALBERTO et al. (1984).

La red hidrográfica está formada por un colector principal, el río Gállego, que procedente del Pirineo axial atraviesa la zona en sentido N-S. El resto de los ríos (Sotón, Astón y Riel), presentan la misma dirección pero tienen su nacimiento en las Sierras Exteriores donde excavan profundas gargantas. Al llegar al piedemonte y atravesar un sustrato más fácilmente erosionable, se produce la incisión y migración lateral de sus cauces.

* Este trabajo forma parte de la Tesis de Licenciatura del autor.

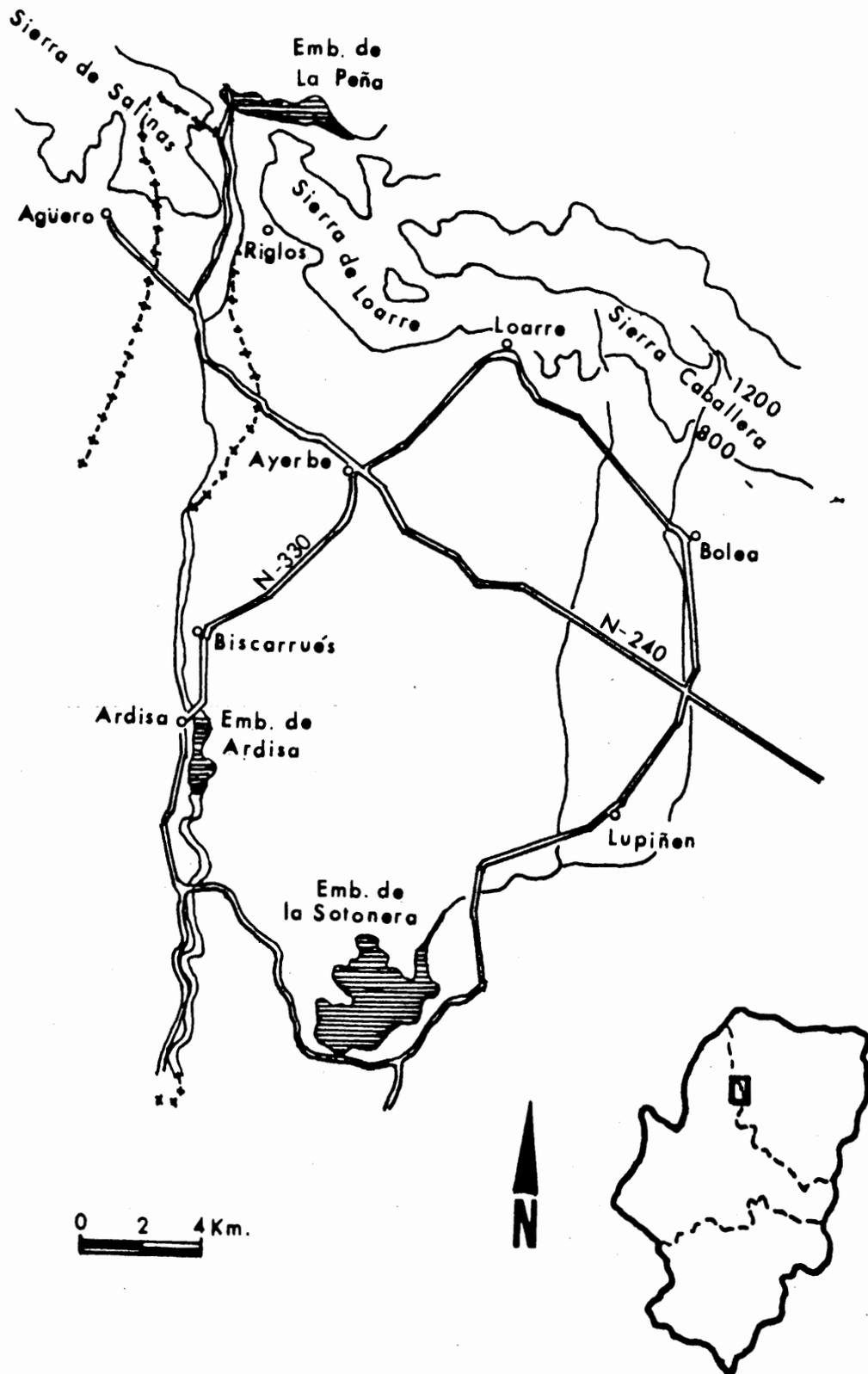


Fig. 1. — Situación geográfica del área estudiada.

Los depósitos cuaternarios más extendidos en el Somontano de Ayerbe aparecen modelados en glacis. Los niveles más superiores arrancan de las Sierras Exteriores y presentan dirección N-S, mientras que los inferiores presentan áreas, fuentes y niveles de base de carácter más localizado.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA.

Para conocer la procedencia de los materiales que componen los depósitos cuaternarios, es necesario tener presente las características estratigráficas a escala regional. Debido a que la mayoría de los glacis y terrazas tienen su área madre en las Sierras prepirenaicas, es conveniente conocer la litología de este sector.

Las Sierras Exteriores presentan a grandes rasgos una estructura antiformal de dirección WNW-ESE, que se ve complicada en la zona del Gállego por estructuras de cabalgamiento que estarían en relación con el amortiguamiento del frente del manto de Gavarnie (PUIGDEFÁBREGAS y SOLER, 1973). Litológicamente están constituidas (PUIGDEFÁBREGAS, 1974) por arcillas abigarradas, yesos, sales y barras dolomíticas del Keuper; calizas bioclásticas del Cretácico superior; lutitas rojas, areniscas y calizas lacustres del Garumn; calizas de alveolinas y nummulites del Eoceno medio y margas azules, conglomerados, areniscas y lutitas del Eoceno superior.

El contacto entre la Depresión del Ebro y el Prepirineo, está fosilizado por las molasas oligocenas, que llegan a estar parcialmente cabalgadas, y por los materiales de la Formación Sariñena (QUIRANTES, 1978).

La Depresión Terciaria del Ebro aparece representada por la Formación Sariñena, datada en Ayerbe como Mioceno inferior (CRUSAFONT y PONS, 1969), y por la Formación Alcubierre de edad Vindoboniense-Pontiense (QUIRANTES, 1978). La primera, está formada por conglomerados de borde que hacia el Sur pasan de forma brusca a facies de paleocanales, constituidas por lutitas y limonitas alternando con areniscas de grano medio-grueso. Hacia el Suroeste y a techo de la facies detrítica, aumenta la proporción margosa con intercalaciones de bancos calcáreos que constituyen la Formación Alcubierre.

EL PIEDEMONTE.

Introducción.

En el piedemonte de Ayerbe se pueden diferenciar dos sectores. El primero constituido por el eje del Gállego, está representado por una banda de 8 km. con dominio de los relieves estructurales en areniscas. El segundo, situado en la zona más oriental, conforma un paisaje más suavizado con predominio de los depósitos cuaternarios. Al sur, la cuesta calcárea de Almudévar representa una barrera para los materiales cuaternarios, que pueden ser evacuados hacia el centro de la Depresión por medio de dos pasillos laterales, hacia la Hoya de Huesca y hacia el Gállego.

El Pliocuaternalio.

En todo el piedemonte pirenaico aparecen unos niveles situados topográficamente por encima de las acumulaciones cuaternarias y modelos en glacia, denominados niveles pliocuaternalios. En la región de Ayerbe están representados por rampas de pequeña extensión situadas: al Sur de Riglos, al Norte de Ayerbe y al Este de Loarre. La superficie total ocupada es aproximadamente de 1,5 km² y la longitud máxima es de 1 kilómetro.

Estos glacia pliocuaternalios presentan una estructura interna típica de una red tipo braided, con cantos de calizas y areniscas redondeados, de formas planares y cilíndricas, englobados en una matriz arenoso-arcillosa de colores ocres y rojizos. El tamaño medio de los cantos es de 8 cm y el centilo de 40 cm. Frecuentemente se desarrolla a techo un nivel de costra con facies brechoides y pulverulenta.

En relación con otros niveles pliocuaternalios encontrados en el Somontano oscense, el nivel reconocido corresponde al glacia pliocuaternalio inferior que ALBERTO et al. (1983), RODRÍGUEZ VIDAL (1983) y SANCHO (1984) distinguen en otros sectores.

Los depósitos cuaternarios.

En el Somontano de Ayerbe los depósitos cuaternarios ocupan una importante extensión (fig. 2). Están representados principalmente por terrazas y glacia, para los que se intentará establecer una datación relativa de los distintos niveles con el fin de conocer la evolución durante el Cuaternario.

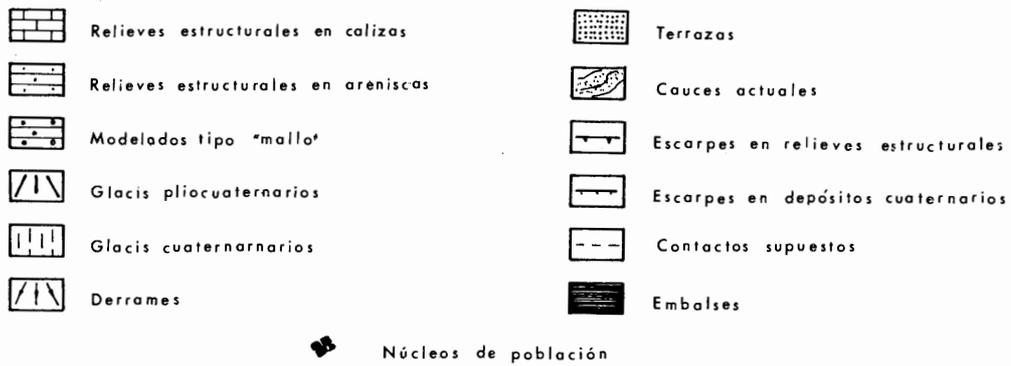
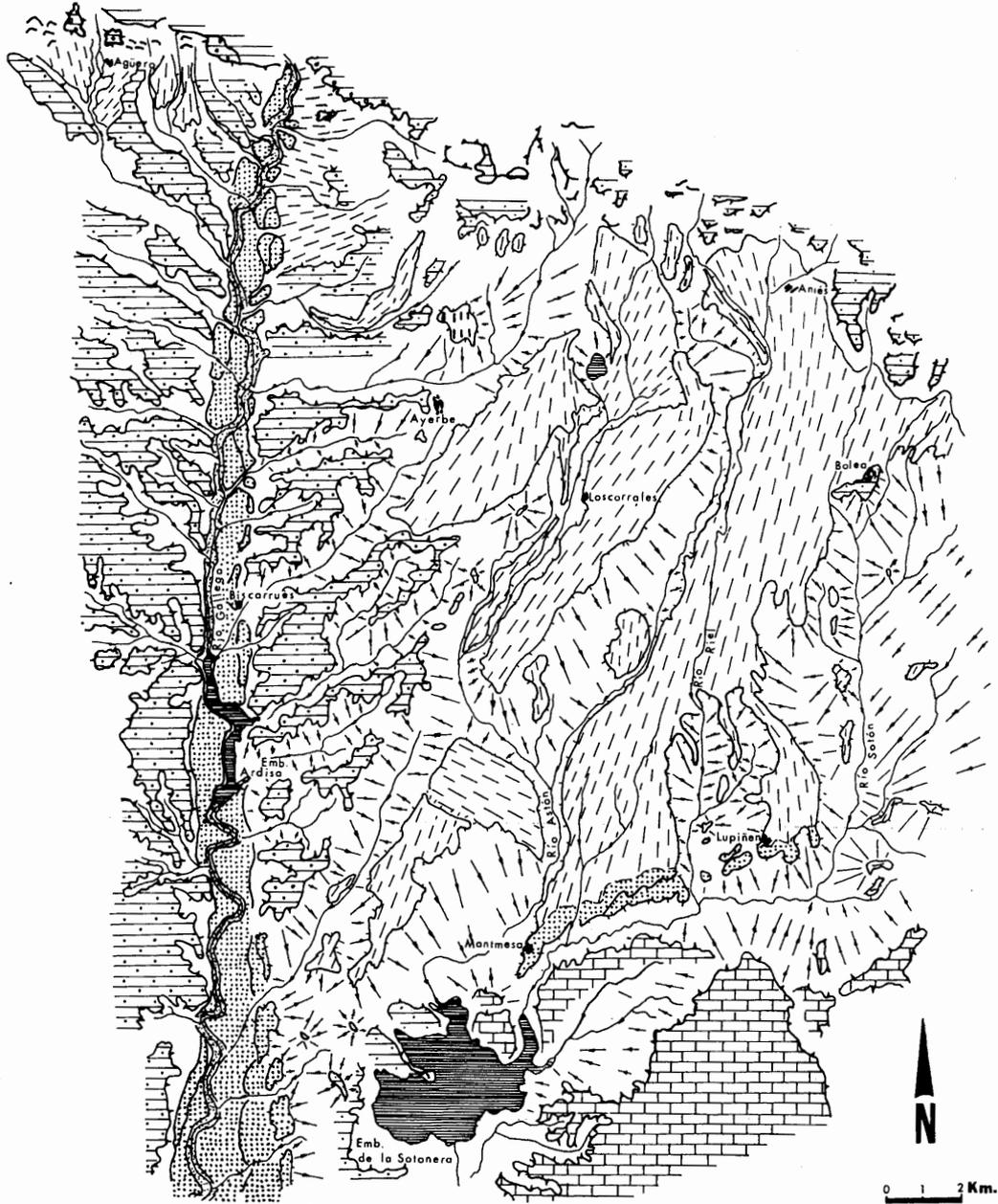


Fig. 2.—Esquema geomorfológico del Somontano de Ayerbe.

En los niveles aterrizados se han distinguido dos sistemas: por una parte, los relacionados con el Gállego y, por otra, los dejados por el sistema fluvial Sotón-Riel en el área de Montmesa-Lupiñén. Para el primero se han reconocido seis niveles localizados en el eje N-S del Gállego, y en el segundo se han distinguido cuatro niveles. Para las acumulaciones modeladas en glaciares se han diferenciado cinco niveles que encajan perfectamente con sus correspondientes niveles aterrizados.

a) *Terrazas.*

a.1) *Las terrazas del Gállego.*

Si analizamos el curso del Gállego desde el Pirineo axial hasta el Ebro, nos daremos cuenta que se pueden distinguir claramente dos tramos. El primer tramo comprende desde su nacimiento hasta el embalse de La Peña, y su evolución cuaternaria estaría dirigida por las variaciones de los glaciares que por el valle de Tena llegan a avanzar hasta Senegüé. El segundo, llega hasta la desembocadura en el Ebro, después de atravesar las Sierras Exteriores y buena parte del sector más seco de la Depresión del Ebro. De este tramo se van a analizar los 33 kilómetros iniciales.

La dirección aproximada que presenta el Gállego al atravesar el Somontano es N-S, ocupando los depósitos dejados durante su evolución una banda que oscila entre 1 y 3,5 kilómetros. Se han distinguido cinco niveles aterrizados cuyas alturas relativas respecto al cauce actual aparecen reflejadas en la tabla 1.

Nivel	<i>Bomer</i> (1957)	<i>García y Creus</i> (1974)	<i>Mensua e Ibáñez</i> (1977)	<i>Benito</i> (1985)
T ₁		7-10 m.		5-12 m.
T ₂	30 m	20-25 m.	10-20 m.	20-30 m.
T ₃	50-55 m.	35-45 m.	20-40 m.	40-50 m.
T ₄		mayor de 60 m.	45-70 m. 75-90 m.	50-75 m.
T ₅	110 m.		60-130 m.	95 m.
T ₆	180 m.		110-169 m.	175 m.

TABLA 1.— Datos de altimetría de los diferentes niveles de terraza del río Gállego.

En general para estos depósitos podemos realizar las siguientes consideraciones:

Unicamente el nivel T_6 queda por encima de los relieves estructurales miocenos, indicando que con posterioridad a este nivel se produce el encajamiento sucesivo en el sustrato hasta conseguir su confinamiento actual. A la altura de Puendeluna se produce un progresivo aumento de las arcillas y margas del sustrato, que permiten una mayor incisión del cauce y aumento de la migración lateral que llega a alcanzar los 3.5 kilómetros. El nivel con mayor desarrollo transversal es el T_4 , haciéndose progresivamente menor hacia los niveles inferiores.

Los depósitos están constituidos por facies Gm (utilizando la terminología de MIAL, 1977), que en ocasiones pueden pasar a facies Fm. Estas se interpretan como correspondientes a barras longitudinales de un canal principal, que ocasionalmente pueden estar cubiertas por limos y arcillas de la llanura de inundación. La litología es muy variada, predominando los cantos de granito, calizas con alveolinas, calizas, cuarcitas, microconglomerados y rocas metamórficas, siempre con una matriz arenoso-limosa. Los clastos son redondeados con formas variables predominando la discoidal y la elíptica, aunque en ocasiones algunos cantos de areniscas con procedencia más local pueden presentar formas irregulares y angulosas. Respecto al tamaño de los clastos, no se ha visto un aumento o disminución de unas terrazas a otras considerándose como tamaño medio de 7-10 cm. y centilo de 50-70 cm. Se ha podido constatar un aumento de la potencia de los niveles inferiores, a la vez que el espesor de cada lámina aluvial parece ir creciendo desde la parte alta del río hacia la parte baja. Normalmente las secuencias dentro de cada nivel son granodecipientes. El grado de cementación aumenta hacia las terrazas más elevadas (T_4 , T_5 , T_6) que terminan por desarrollar un nivel de costra.

A partir de las alturas absolutas medidas en los diferentes niveles de terraza, se han reconstruido los perfiles longitudinales correspondientes a las etapas finales de aluvionamiento que preceden a cada etapa de incisión (fig. 3). En estos perfiles se pueden distinguir tres tramos con diferentes pendientes (tabla 2). En el primero se observa cómo el río al atravesar las Sierras Exteriores presenta una pendiente que oscila entre los 12 por mil de la T_4 y los 7 por mil de la T_2 . Al penetrar en el Somontano se produce una rápida pérdida de pendiente en un tramo muy corto, a partir del cual se estabiliza presentándose pendientes que oscilan entre el 2 por mil de la T_4 y los 3 por mil de la T_2 y $T_{3,1}$. A partir

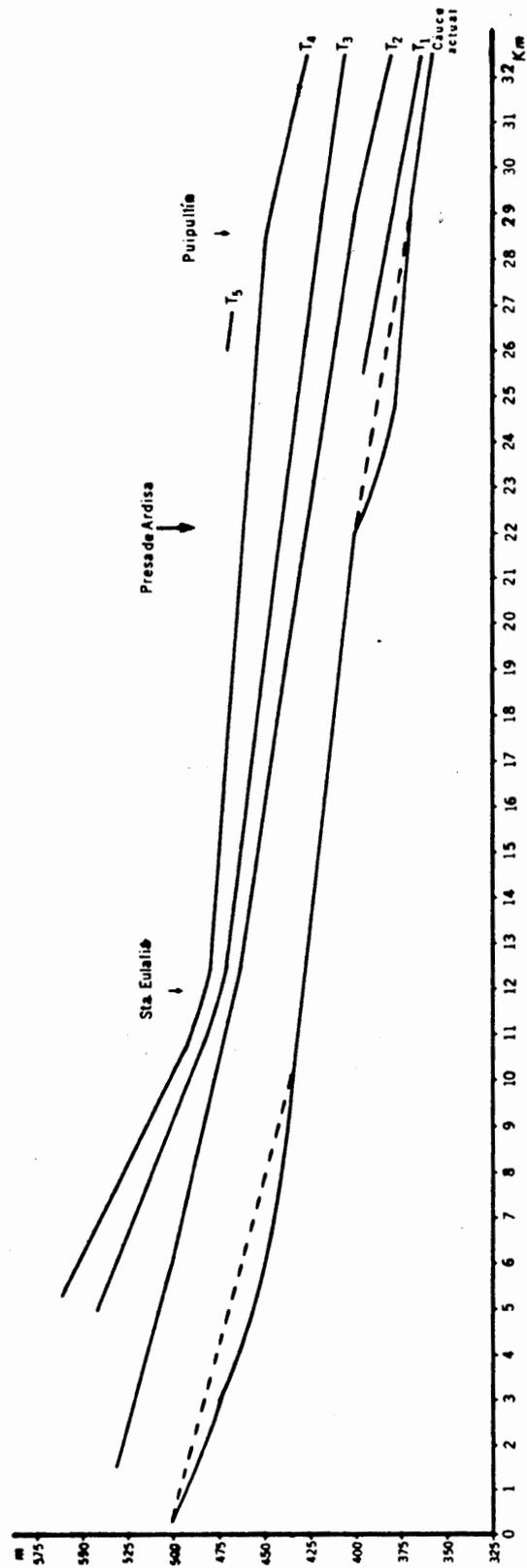


Fig. 3. — Perfiles longitudinales del Gállego para los distintos niveles de terraza, en el tramo comprendido entre el Embalse de La Peña y Marracos.

de Puipullín y como consecuencia del incremento de la fracción arcillosa en el sustrato, aparece un nuevo aumento de la pendiente que oscila entre el 5 por mil y el 3 por mil.

TABLA 2. Pendientes en tanto por mil para cada nivel de terraza y para los tramos diferenciados en la figura 3.

Tramo Nivel	A	B	C
T ₀	6	3	3
T ₁	—	—	4
T ₂	7	3	5
T ₃	11	3	3
T ₄	12	2	5
T ₅	—	—	—

En el perfil longitudinal del cauce actual se observan dos rupturas de pendientes que coinciden con zonas situadas aguas abajo de las presas de La Peña y de Ardisa. Este efecto es muy frecuente en todos los embalses y se produce al ajustarse la forma del canal a la nueva descarga dominante.

Para el cálculo de los valores de sinuosidad (tabla 3), se han utilizado los índices de LEOPOLD et al. (1964). En el Gállego se pueden diferenciar los mismos tramos que los encontrados en el cálculo de pendientes. En el tramo alto la sinuosidad es de 1,3 que corresponde a un curso sinuoso con tramos rectos, y en el medio es de 1,1 y pertenece a un curso bastante rectilíneo, y en el bajo es de 1,4 que corresponde a un curso sinuoso.

TABLA 3. Sinuosidades del cauce actual en cada uno de sus tramos (valores del índice de sinuosidad de LEOPOLD et al., 1964).

Tramo	A	B	C
Sinuosidad	1.3	1.1	1.4

a.2) *Las terrazas del sistema Sotón-Riel.*

Los ríos que atraviesan el Somontano de Ayerbe con excepción del Gállego, transportan caudales de poca importancia caracterizados por la fuerte irregularidad interanual. Los únicos depósitos aluviales de cierta importancia corresponden al que se ha denominado sistema Sotón-Riel, ya que los materiales, al menos en las terrazas más modernas, son aportados por ambos ríos.

El Sotón y el Riel atraviesan la parte alta del Somontano con una dirección N-S, que cambia a E-W cerca de Lupiñén al ser obstaculizados por los relieves calizo-arenosos de la Cuesta de Almudévar. La sinuosidad es variable desde los tramos altos, que se presentan como rectilíneos con algunos tramos sinuosos, hasta las zonas bajas cerca de la Sotonera donde se alcanza un índice de 1,4 que indica un carácter sinuoso. De igual forma, la pendiente varía desde los 12 por mil en las zonas cercanas a las Sierras, hasta los 6 por mil en los tramos más bajos.

Se han reconocido cuatro niveles de terrazas que aparecen únicamente en el área comprendida entre Lupiñén y el Embalse de La Sotonera, situados a 3-5, 11, 18-25, 27 metros de altura respecto al cauce actual. En general, están formados por cantos de caliza y arenisca con matriz arenosa. El tamaño medio de los cantos es de 7 cm y el centilo aumenta desde las terrazas inferiores (20 cm) hasta las superiores (30 cm). Los cantos son redondeados y predominan las formas elipsoidales y planares. Los niveles T_2 y T_3 presentan buena cementación y es frecuente el desarrollo de costras a techo que generan una mayor resistencia a la erosión y por consiguiente la formación de escarpes netos.

b) *Glacis.*

Se desarrollan principalmente al Oeste de los relieves arenosos que circundan el Gállego (fig. 2). Los niveles superiores (G_4 y G_5) se localizan entre Ayerbe y Quinzano, tienen su alimentación en las Sierras Exteriores y presentan clara tendencia a enlazar con sus respectivos niveles aterrizados del Gállego al Sur de Puendeluna. El nivel G_3 es el manto aluvial más extenso que, arrancando de las Sierras Exteriores, enlaza con la T_3 del sistema Sotón-Riel en el sector de Ortila-Montmesa. El nivel G_2 tiene su alimentación en los relieves miocenos y en los depósitos cuaternarios de la Depresión que actualmente aparecen colgados. Las pendientes varían entre el 10-25 por mil, aunque excepcionalmente pueden alcanzar el 40 por mil, como ocurre con el G_5 en el sector de Loscorrales.

En general la litología varía según el nivel de glacis. Los niveles G₃, G₄ y G₅ contienen cantos de calizas con alveolinas, calizas, areniscas y conglomerados. El nivel G₂ puede presentar abundantes cantos angulosos de areniscas miocenas y cantos re TRABAJADOS de los niveles superiores con abundante matriz arenoso limosa. El tamaño de los cantos aumenta progresivamente hacia los niveles más superiores donde se encuentra un tamaño medio de 15 cm y un centímetro de 15 cm. El grado de encostramiento aumenta también en los niveles superiores, siendo frecuente el desarrollo de costra pulverulenta para el nivel G₂, y de costra tipo brechoide para los niveles G₃, G₄ y G₅.

En las proximidades de Agüero encontramos dos niveles de glacis que, aunque cartográficamente se han englobado en los glacis del Somontano de Ayerbe (niveles G₂ y G₃), se encuentran aislados del resto del sistema de glacis. La principal característica diferenciadora es el elevado grado de encostramiento del depósito.

El nivel inferior de glacis en el área del piedemonte de Ayerbe, presenta unos rasgos propios muy diferentes de los glacis superiores más antiguos. Estos niveles han sido descritos en la Depresión del Ebro por numerosos autores, mostrando características semejantes a las encontradas en nuestra zona. Aquí, la superficie total ocupada es de 115 Km², ostensiblemente mayor que cada uno de los niveles de glacis superiores. Se han distinguido dos sectores que presentan características morfológicas diferentes.

Los derrames del sector Bolea-Quinzano se caracterizan por constituir un fino recubrimiento en amplias depresiones que llegan a alcanzar los 10 km de ancho. El nivel de base lo constituyen las áreas más deprimidas y tienden a rellenar irregularidades del sustrato. Hacia la raíz enlazan con depósitos de vertiente datados por métodos arqueológicos como postmedievales. Cerca de Esquedas el derrame está formado por tres secuencias de 50-70 cm de potencia constituidas por limos y arcillas con una base de cantos angulosos.

Los derrames del sector del Gállego se caracterizan por rellenar fondos de valles entre las areniscas miocenas próximas al Gállego. La morfología es de valles amplios, con vertientes muy tendidas en donde la longitud máxima de los derrames es de 750-1000 metros. El depósito está formado por limos procedentes de los relieves miocenos, entre los que se intercalan algunos niveles de cantos de areniscas.

c) *Consideraciones.*

Los glacis del Somontano de Ayerbe se sitúan dentro de la categoría de glacis de acumulación y están condicionados por la existencia de un relieve estructural y de rocas blandas cuya aplanación no ofrezca resistencia. La mayor parte de los glacis estudiados se encuentran desconectados de su nivel de terraza correspondiente, haciendo en ocasiones difícil la correlación. Únicamente los niveles G_3 y G_2 que descienden hacia el Sotón conforman un auténtico sistema glacis-terrazza, observándose sincronismo en el depósito. Los derrames subactuales (G_1), empalman claramente con los valles de fondo plano y con el nivel de terraza T_1 que pueden llegar a fosilizar.

Sobre la evolución y génesis de estos modelados de acumulación, la mayoría de los autores consideran que se deben a alternancias de períodos cálidos y secos con otros de características frías y húmedas. En el Somontano de Ayerbe la génesis e incisión de los diferentes niveles de acumulación está fuertemente relacionada con la litología del sustrato. De todos los depósitos aluviales que debieron formarse durante el Cuaternario, únicamente han perdurado aquellos que, o bien están fuertemente encostrados, o bien presentan un sustrato arenoso por el que progresa difícilmente la erosión. En la figura 2 se observa cómo estos niveles se concentran cerca de los relieves estructurales de Ayerbe o próximos a las Sierras Exteriores. La explicación es obvia, cuando la red al incidirse atraviesa el mandato aluvial consiguiendo llegar al sustrato limo-arcilloso, la erosión progresa a gran velocidad en profundidad y especialmente en la horizontal. De esta forma, en la zona que nos ocupa los niveles más recientes se han circunscrito a zonas cada vez más reducidas del Este y Sureste del Somontano.

El tipo de depósito, la potencia y material acumulado ha variado desde los niveles más antiguos hasta la actualidad. Esta pérdida de capacidad de carga y de volumen se puede atribuir a la tendencia hacia una climatología más "seca" de los períodos húmedos. Así, el nivel más reciente (postmedieval), corresponde a un clima de carácter subárido parecido al actual con precipitaciones estacionales que generan arroyadas de baja capacidad de carga.

EVOLUCIÓN.

Con posterioridad a la sedimentación neógena, que culmina con el depósito de los materiales carbonatados de la Formación Sariñena, se produce una etapa de intensa actividad erosiva en la Depresión. Esta etapa genera entre las Sierras Exteriores y la Cuesta de Almudévar una amplia cubeta con típico relieve estructural de mesas y cuestas. En esta "depresión" se produce, al final del Plioceno, un período de acumulación detrítica, que queda representado en nuestra zona por un solo nivel. La sedimentación pliocuaternaria conlleva la elaboración de una rampa de glacis, que se comunicaría con el centro de la Depresión a través de dos pasillos laterales a la Cuesta de Almudévar. La posterior incisión y jerarquización de la red fluvial, marcan las pautas generales de lo que será la evolución durante el Cuaternario.

En los primeros estadios acumulativos del Cuaternario (Pleistoceno), la red fluvial se sitúa por encima de los relieves arenosos miocenos produciéndose el depósito de la T₆ del Gállego. A partir de este nivel se produce un encajamiento sucesivo en una banda N-S de aproximadamente un kilómetro que genera, en sucesivas etapas erosivo-acumulativas, cinco niveles aterrazados. En relación con estos niveles se desarrolla un conjunto de glacis encajados de características y extensión diferentes según las zonas. Los niveles de glacis G₅ y G₄ arrancan directamente de las Sierras Exteriores y tienden a confluir con el Gállego en el área de Puendeluna. El nivel G₃, aunque arranca también de las Sierras, presenta su nivel de base en el sistema Sotón-Riel. Después del depósito del nivel G₃ se produce una etapa erosiva que desarrolla un conjunto de áreas deprimidas situadas al Norte del Embalse de la Sotonera y al Sur de Bolea (Depresión de Bolea-Lupiñén). Estas depresiones se rellenan por el nivel de glacis G₂ y por los denominados derrames o acumulaciones holocenas de carácter limoso. Los derrames enlazan hacia la cabecera con depósitos de vertiente y hacia la base con el nivel de terraza T₁. Este período acumulativo holoceno se ha datado por métodos arqueológicos como postmedieval. Actualmente el Somontano está sometido a una etapa erosiva que genera la incisión de los depósitos descritos, que en algunos casos está acelerada por la acción antrópica.

BIBLIOGRAFÍA.

- ALBERTO, F.; GUTIÉRREZ, M.; IBÁÑEZ, M. J.; MACHÍN, J.; MELÉNDEZ, A.; PEÑA, J. L.; POCOVÍ, A. y RODRÍGUEZ, J. (1983). El piedemonte pliocuaternario en el sector central pirenaico (provs. de Huesca y Lérida). *Geographicalia*, núm. 18, pp. 109-125.
- ALBERTO, F.; GUTIÉRREZ, M.; IBÁÑEZ, M. J.; MACHÍN, J.; PEÑA, J. L.; POCOVÍ, A., y RODRÍGUEZ, J. (1984). *El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la región aragonesa (Investigación multidisciplinar)*. Estación experimental de Aula Dei. Zaragoza, 217 pp. 1 mapa, E. 1:200.000.
- BARRERE, P. (1951). La morphologie des Sierras oscenses. *Act. I Congr. Int. Estud. Pirenaicos*, t. 5, secc. 4, pp. 51-59, 9 figs., 20 pl., 2 mapas. San Sebastián. Publ. Inst. Estud. Pirenaicos. Zaragoza.
- BENITO FERRÁNDEZ, G. (1985). *Geomorfología del Somontano de Ayerbe (provincias de Huesca y Zaragoza)*. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias Zaragoza, 188 pp.
- BOMER, B. (1957, a). Le Piemont de Huesca. Livret-guide de l'excursión Pyrenées. *V Congr. Int. INQUA*, pp. 99-101. Madrid-Barcelona.
- BOMER, B. (1957, b). Vallées du Gallego et de l'Ebre. Livret-guide Excursión Pyrenées. *V Congr. Int. INQUA*, pp. 90-107. Madrid-Barcelona.
- CRUSAFONT, M. y PONS, J. M. (1969). Nuevos datos sobre el Aquitaniense del Norte de la provincia de Huesca. *Acta Geológica Hispánica*, t. IV, núm. 5, pp. 124-125. Barcelona.
- GARCÍA RUIZ, J. M. y CREUS NOVAU, J. (1974). Aproximación a las terrazas del río Gállego a partir de sus afluentes. *Trabajos sobre el Neógeno-Cuaternario*, núm. 2, pp. 39-46.
- GONZÁLEZ, J. y ARRESE, F. (1977, a). Terrazas del río Gállego en su curso medio-inferior. Aspectos morfológicos y sedimentológicos. *Rev. Acad. Ciencias Zaragoza*, 32, núm. 1-2, pp. 109-123.
- GONZÁLEZ, J. y ARRESE, F. (1977, b). Las terrazas del río Gállego en su curso medio-inferior, 2. Estudio Mineralógico. *Rev. Acad. Ciencias Zaragoza*, 32, núm. 3-4.
- LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G., y MILLER, J. P. (1964). *Fluvial processe in Geomorphology*. San Francisco. W. H. Freeman, 522 pp.
- MENSUA, S. e IBÁÑEZ, M. J. (1977). Sector Central de la Depresión del Ebro. Mapa de terrazas fluviales y glacia. *III Reunión Nacional del Grupo Español de Trabajo del Cuaternario*. Zaragoza.
- MIALL, A. D. (1977). A review of the braided-river depositional environments. *Earth Sci. Rev.*, 13, pp. 1-62.
- PUIGDEFÁBREGAS, C., y SOLER, M. (1973). Estructura de las Sierras Exteriores Pirenaicas en el corte del río Gállego (prov. de Huesca). *Pirineos*, núm. 109, pp. 5-15. Jaca.
- PUIGDEFÁBREGAS, C. (1975). *La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca*. Monografías del Inst. Est. Pirenaicos, núm. 104. Núm. extraordinario de la Revista Pirineos, 188 pp., 31 figs., 141 fot., 1 mapa.
- QUIRANTES, J. (1978). *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de los Monegros*. Instituto Fernando el Católico. C.S.I.C. Zaragoza, 200 pp.
- RODRÍGUEZ VIDAL, J. (1983). *Geomorfología de las Sierras Exteriores oscenses y su Piedemonte*. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias, Zaragoza, 439 pp.
- SANCHO, C. (1984). *Geomorfología de la región Albalate de Cinca-Candasnos (prov. de Huesca)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Zaragoza, 160 pp.