

GEOMORFOLOGIA DE LAS FORMACIONES TOBACEAS DEL VALLE DEL RIO GALLO EN EL AREA DE MOLINA DE ARAGON

GEOMORPHOLOGY OF TUFF FORMATIONS OF THE RIO GALLO AT MOLINA DE ARAGON AREA

GONZALEZ AMUCHASTEGUI, M. J. y GONZALEZ MARTIN, J. A.

Departamento de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, U.A.M. Cantoblanco, 28049 Madrid.

RESUMEN

Se abarca en este trabajo el estudio geomorfológico de un conjunto de depósitos travertínicos situados en el valle del río Gallo (área de Molina de Aragón - Provincia de Guadalajara). La cartografía y el análisis de estas acumulaciones carbonáticas han permitido constatar la existencia de tres importantes fases climáticas húmedas en la evolución Cuaternaria-Holocena de esta región. Estos datos son comparables con los obtenidos en otras zonas del Sistema Ibérico y sectores adyacentes.

Palabras clave: Geomorfología, travertinos, Cuaternario-Holoceno.

ABSTRACT

We undertake in this work, the geomorphological study of a whole of tuffaceous deposits inserted in the Gallo river valley (Molina de Aragón area - Province of Guadalajara). The cartography and the analysis of these travertine accumulations allow to confirm the existence in the Quaternary-Holocene evolution of this region, of three important wetter climatic phases. These data are comparable to those obtained in other zones pertaining to the Iberian Range and its contiguous area.

Key words: Geomorphology, travertine, Quaternary - Holocene.

INTRODUCCION

La zona de estudio se encuadra en la rama castellana del Sistema Ibérico, y más concretamente al sur del macizo Paleozoico de Aragoncillo, próxima al área de cabalgamiento denominada "frente de Torremocha" (VILLENNA, 1971), en la que el Silúrico, muy tectonizado entra en contacto con el Jurásico y el Keuper.

En esta zona el río Gallo, circula sobre materiales triásicos y jurásicos, salvo en el área de Ventosa donde atraviesa una pequeña banda de pizarras y areniscas silúricas. Si se excluye la hoz del Gallo, labrada sobre materiales del Buntsandstein y Muschelkalk, el río instala su valle,

esencialmente, en las arcillas y yesos del Keuper; por encima de ellas, se sitúan las calizas y dolomías del Lías, formando las cornisas que delimitan la extensa plataforma culminante de este sector. Ambos grupos litológicos jugarán un papel muy activo en la formación de las acumulaciones tobáceas.

El estudio de esta zona ha sido abordado desde el punto de vista geológico (VILLENNA, 1971; RAMOS, 1979) y más recientemente se ha confeccionado su cartografía geológica (IGME, 1981; IGME, 1981) en la que se señala la existencia de algunos edificios tobáceos de edad cuaternaria. En ella estos conjuntos son contrastados cronológicamente con las terrazas de los ríos Tajo, Jarama y

Henares, y se establece, poco prudentemente, una edad equivalente del travertino inferior con la terraza media (período Riss-Mindel) y del antiguo con la terraza superior de estos ríos (período Mindel-Günz), al correlacionar sus edades por criterios puramente altimétricos, en parajes de la cuenca muy alejados. Recientemente ha aparecido un trabajo dedicado al análisis isotópico de las tobas del Puente San Pedro en el Alto Tajo (LOPEZ VERA et al., 1989), y se determina la presencia de varias fases de crecimiento generalizado, una inferior a 10.000 años y otra entre 80.000 y 110.000 años; la datación más antigua se remonta a cerca de 200.000 años. Por último, se han estudiado las acumulaciones tobáceas de un sector del Alto Tajo (GONZALEZ AMUCHASTEGUI y GONZALEZ MARTIN, en prensa), y la vinculación genética de estos edificios con el karst cercano; en este trabajo se señala también la existencia de varias generaciones tobáceas y de distintas facies ligadas a condiciones hidrodinámicas diversas.

OBJETIVOS Y METODO DE TRABAJO

Este trabajo tiene como principales objetivos, por un lado cartografiar las tobas del valle del río Gallo, y por otro, describir su estratigrafía y analizar su génesis inserta en un marco morfogenético regional que ha originado a lo largo del Cuaternario-Holoceno numerosos testigos (formas y acumulaciones paleoclimáticas).

ACUMULACIONES TRAVERTINICAS

Los depósitos tobáceos del río Gallo (Fig. 1) se inscriben en el amplio conjunto de formaciones carbonáticas existentes en esta región del Alto Valle del Tajo. Presentan dos variedades que difieren notablemente tanto en su morfología como en sus estructuras internas.

1. Terrazas y edificios tobáceos asociados a antiguos fondos de valle del río Gallo y afluentes (arroyo Salado) (Fig.1, Sector 1).

1.1. Valle del arroyo Salado

En el sector de confluencia de las aguas de este arroyo y las del río Gallo (alrededores de Castilnuevo), se localizan numerosas acumulaciones tobáceas que conforman, al menos, tres conjuntos carbonáticos edificados en distintas etapas. Su morfología y su perfil escalonado permite asociarlas a terrazas travertínicas y su génesis estaría, en gran medida relacionada con la alimentación de aguas cargadas de carbonatos que han aflorado en las laderas, en el contacto Lías-Keuper, y que desde allí han alcanzado los pretéritos fondos de valle. Se han distinguido tres niveles de terrazas (Fig. 2):

1.1.1. La terraza más alta (T+20-40 m.) alcanza una

notable extensión y su techo se sitúa a +20 m. sobre el talweg del arroyo Salado para luego quedar colgado a +40 m. en las proximidades de su desembocadura. Presenta un espesor de hasta 7 m., y su estructura está compuesta por la alternancia de lechos de calcarenitas, musgos y tallos muy diagenetizados, que se apoyan sobre una acumulación de cantos calizos y arenas de origen fluvial (Fig. 2). Su plana topografía culminante muestra abundantes síntomas de disolución, lo que ha provocado la aparición de formas de lapiaz.

1.1.2. La terraza media (T+12 - 15 m.) tan sólo dispone de algunos testigos asociados a este nivel fluvial, y su espesor es modesto (5 m.). Su estructura está compuesta por lechos subhorizontales en los que alternan las calcarenitas con capas de musgos y tallos y entre las que se intercalan materiales fluviales compuestos por gravas y limos. Todo el conjunto descansa a su vez sobre un lecho de gravas y arenas fluviales (Fig. 2).

1.1.3. La unidad tobácea más moderna se ubica en el propio fondo de valle y su superficie (+3 m.) está incidida actualmente por el cauce del arroyo Salado. Presenta una estructura muy semejante a la de las terrazas ya descritas, si bien su espesor es considerablemente menor. Se trata además, de una formación muy porosa constituida esencialmente por capas de tallos, muchas de ellas de destrucción.

1.2. Valle del Río Gallo

También el propio Río Gallo presenta una serie de acumulaciones tobáceas que jalonan su perfil longitudinal hasta alcanzar su desembocadura en el Río Tajo. No obstante, todos los retazos se ubican en las proximidades del fondo del valle, y su superficie (+5 - 8 m.) se halla incidida por el cauce del Gallo.

Uno de los parajes más interesantes lo constituye el amplio replano sito en la margen derecha del río, aguas abajo de Molina de Aragón, sobre el que se ha instalado su polígono industrial "Los Tobares" (Fig. 1, sector 2). Los cortes antrópicos allí abiertos, permiten caracterizar una extensa acumulación tobácea (4-5m. de espesor) que está compuesta por una serie de capas subhorizontales en las que alternan niveles calcareníticos y lechos bioconstruidos entre los que destacan, por su abundancia, los elementos tubulares con tallos cruzados orientados en el sentido de la antigua corriente; también se advierten tallos en posición vertical y capas de musgos muy localizadas (Fig. 3).

Esta acumulación tobácea se apoya sobre materiales rodados de origen fluvial (Fig.3), dispuestos en lechos más o menos horizontales y que constituyen una formación detrítica bastante continua en este tramo del valle. Entre los niveles limosos se detectan abundantes indicios de

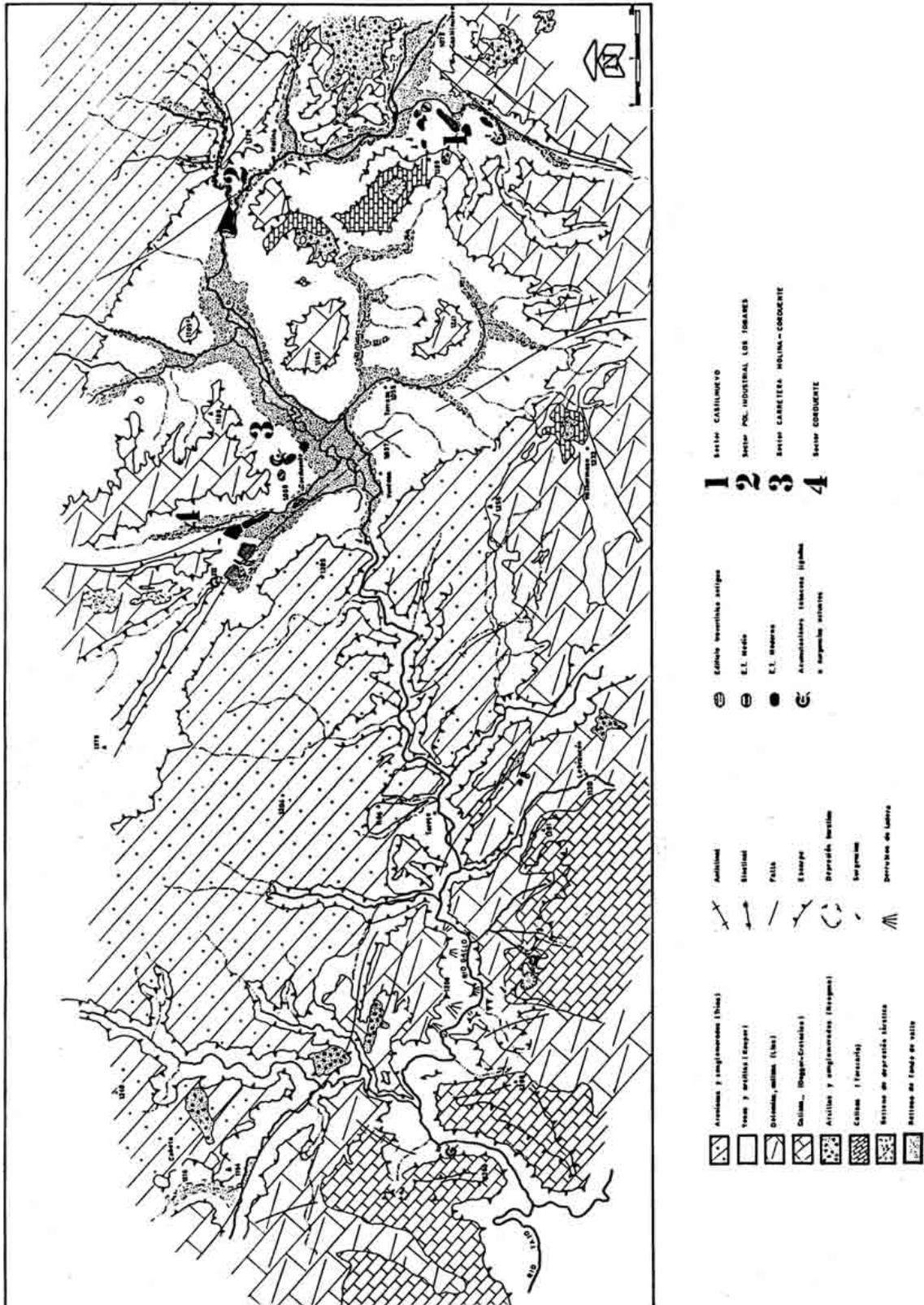


Fig. 1. Esquema geomorfológico del valle del río Gallo tras su paso por Molina de Aragón.
 Fig. 1. Geomorphological scheme of the Gallo river valley downstream Molina de Aragón.

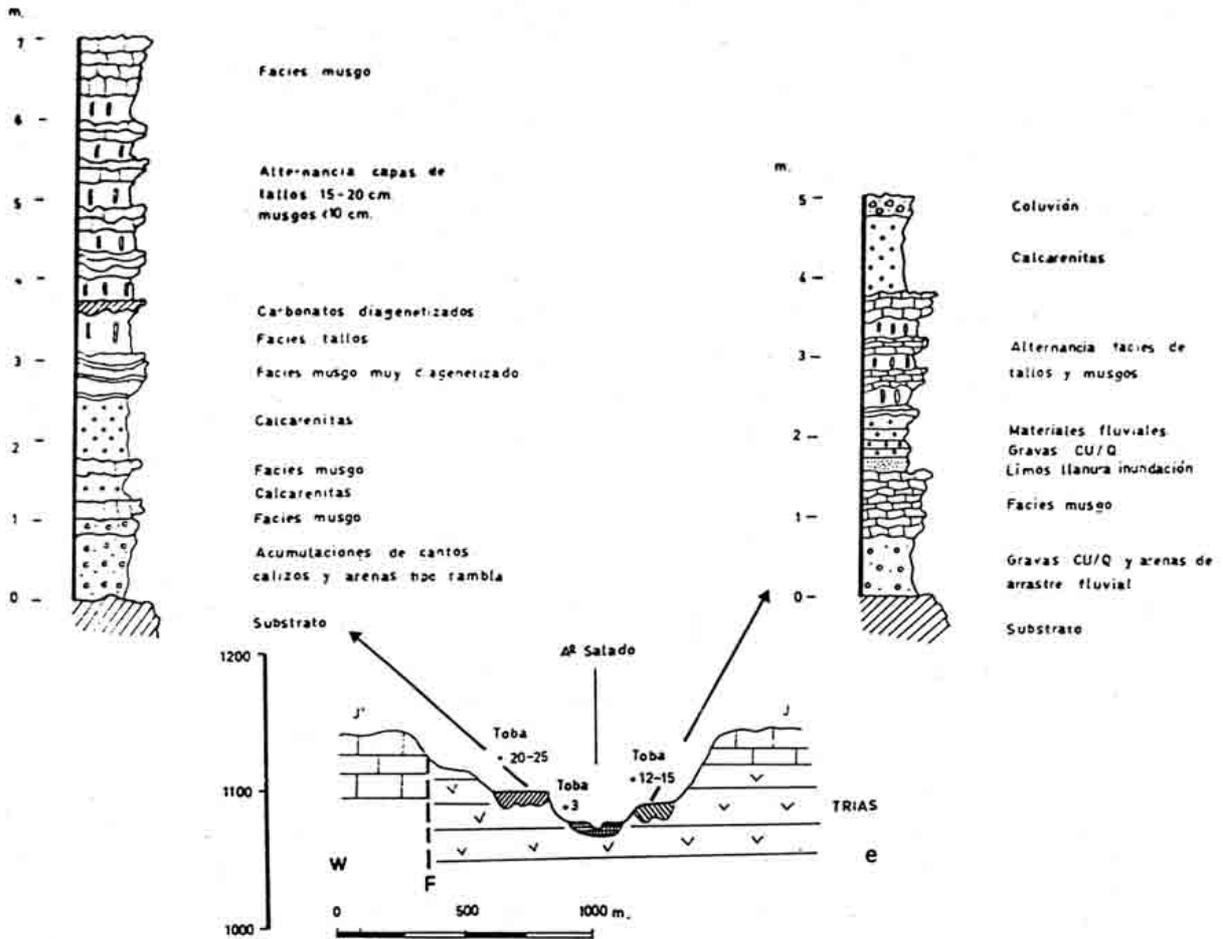


Fig. 3. Estratigrafía de la terraza tobácea del polígono industrial "Los tobares".



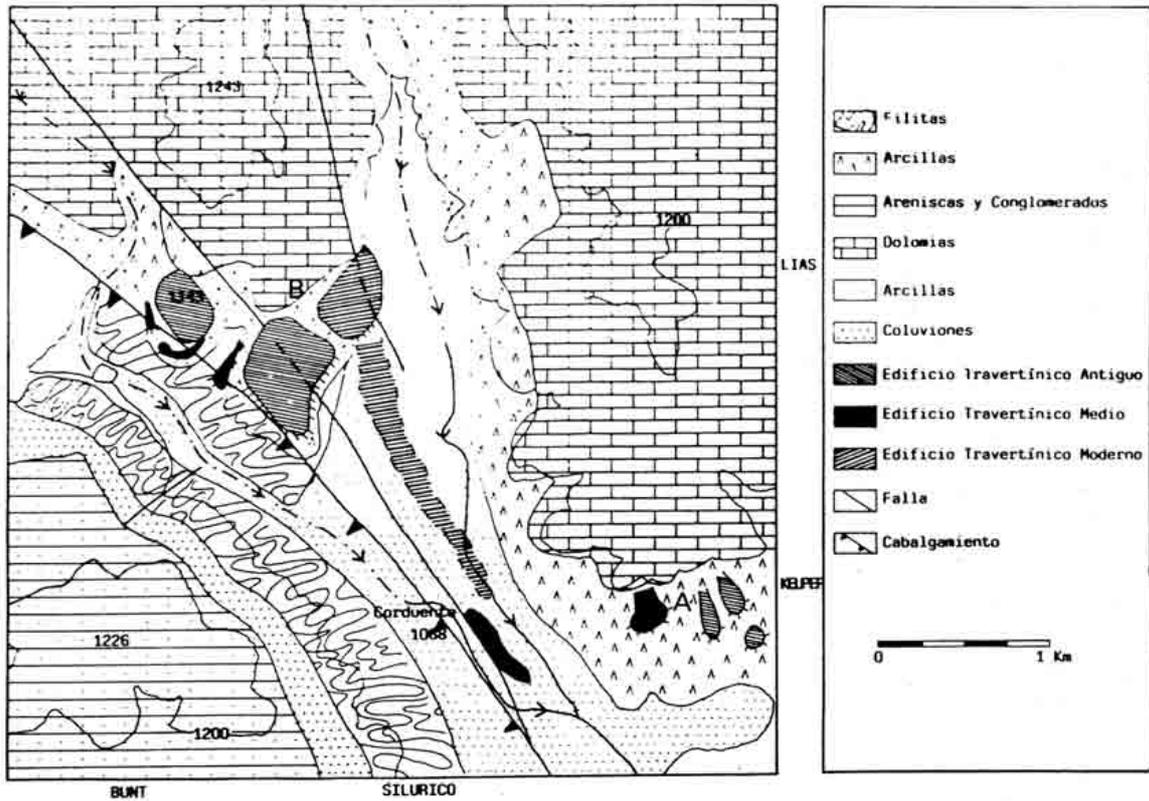


Fig. 4. Localización de las formaciones travertínicas en el área de Corduente.

Fig. 4. Localitacion of the travertine accumulations in the Corduente área.

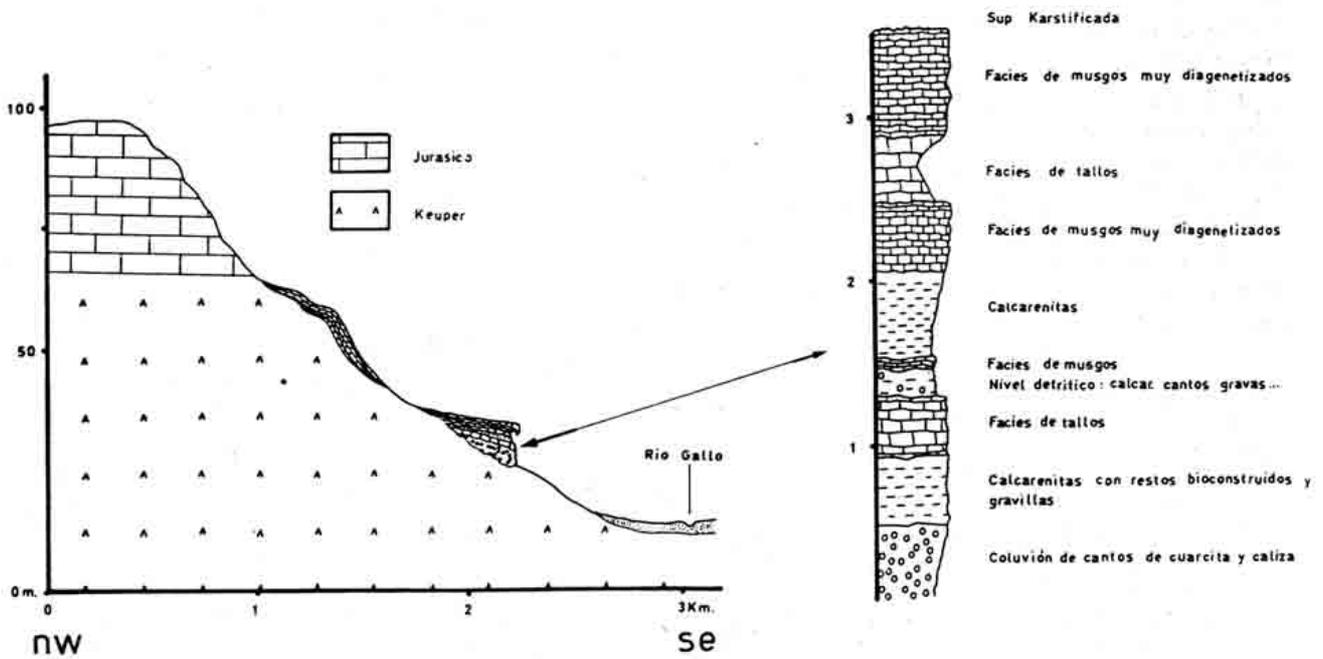


Fig. 5. Corte de síntesis del valle del río Gallo en el sector de Corduente.

Fig. 5. Scheme of the Gallo river valley near Corduente.

ocupación humana (cerámica, carbón vegetal, etc).

2. -Formaciones tobáceas de ladera

En las inmediaciones del pueblo de Corduente (Fig. 1, sector 3 y fig. 4) aparece un conjunto de acumulaciones tobáceas que en unos casos tapizan las laderas, adaptándose a sus pendientes, y en otros conforman importantes replanos dispuestos a modo de gradería.

2.1. Próximo a la carretera que une Molina de Aragón con Corduente existe una serie de edificios tobáceos que recubren la ladera derecha del valle del Gallo. Su origen se relaciona con antiguas surgencias kársticas situadas en el contacto entre el Lías y el Keuper; su funcionalidad pretérita queda atestiguada por la presencia de diversas lenguas tobáceas que avanzan hacia el fondo de valle. Se distinguen al menos dos generaciones tobáceas, si bien su definición es muy compleja ya que este tipo de edificios presenta aquí una génesis polifásica, como lo testimonia la presencia de numerosas cicatrices erosionales internas.

2.1.1. El edificio antiguo (Fig. 4, sector A) está constituido por una formación tobácea que partiendo de la ladera, a la que se adapta con múltiples inflexiones, se adentra hacia el valle del río Gallo sobre el que queda colgado unos 20 m. Presenta un espesor considerable y su estructura (Fig. 5) sólo resulta clara en su parte terminal, donde puede apreciarse la alternancia y su-perposición de capas de muy distintas características: calcarenitas tobáceas, lechos de cantos y gravas, capas de toba bioconstruida, tallos y sobre todo musgos muy compactos y litificados.

Todo este conjunto carbonático se apoya sobre un coluvión integrado por cantos de caliza mezclados con gravas de naturaleza cuarcítica, posiblemente relacionados con antiguos arrastres del Gallo; todos ellos empastados en una matriz rojiza que hacia el muro pasa a un conglomerado muy consolidado. Actualmente este edificio está desconectado de la ladera por un vallejo labrado en los materiales del Keuper.

2.1.2. Dispuesto sobre los yesos y margas del Keuper y adaptados a la paleotopografía de una antigua ladera, aparecen una serie de acumulaciones tobáceas de edad más reciente colgadas unos 50 m. sobre el cauce actual del Gallo (Fig. 4, sector A). Se trata de una formación tobácea muy porosa de espesor considerable, aunque de desarrollo longitudinal menor que la generación anterior. Este hecho ha tenido como consecuencia que este nivel aún siendo más joven, presente una posición altimétrica mayor respecto al talweg del Gallo 50 m. (frente a los 20 m. del edificio antiguo); ello se debe a que este tipo de acumulaciones están íntimamente ligados a surgencias ubicadas en la ladera, y nada tienen que ver por tanto, con los niveles de

base pretéritos y actuales del río Gallo.

Está compuesto por una serie de replanos delimitados por cascadas fósiles. En ellas se aprecian las facies bioconstruidas típicas de musgos, y algunos tallos, que muestran inflexiones a modo de pequeños saltos. Aparecen también áreas muy calcareníticas que parecen coincidir con parajes de violenta acción mecánica del agua sitios al pie de pequeñas cascadas, y con zonas de encharcamiento (ORDOÑEZ et al., 1987).

2.1.3. También hay que mencionar la presencia de otras acumulaciones modestas que de este tipo se adosan a surgencias funcionales (Fig.1).

2.2. Próximo a estos edificios aparece una enorme acumulación travertínica sita entre los barrancos de Valdela-casa y del Val (Fig. 1, sector 4 y Fig. 4, sector B), cuya existencia se une al conjunto de manantiales procedentes del karst profundo de la zona. Presenta tres grandes cuerpos tobáceos edificados cada uno en etapas distintas (Fig. 6):

2.2.1. El edificio antiguo se sitúa en una posición culminante (+40 m.), y se adapta perfectamente a la topografía de la paleoladera sobre la que se apoya; ello condiciona su morfología y su estructura, así como la existencia de pequeños saltos y cascadas tobáceas de adaptación.

La construcción de este edificio (Fig. 6, fase A), se asociaría a una etapa húmeda, de activa fitoestabilización de las laderas, que impediría la liberación de material y el arrastre de terrígenos.

Finalmente, hay que señalar la existencia sobre su superficie, de un lapiaz cuya morfología y desarrollo es muy semejante al detectado en el edificio antiguo de Castilnuevo.

2.2.2. Tras la desarticulación e incisión del conjunto anterior bajo unas condiciones rexistásicas (Fig. 6, fase B), se inicia la construcción del edificio medio tras la vuelta de nuevos ambientes húmedos. Este se dispone encajado en un pequeño valle y presenta un desarrollo menor, aunque su espesor sigue siendo considerable (Fig. 6, fase C). Las distintas acumulaciones están constituidas por lechos subhorizontales que sufren pequeñas inflexiones indicadoras de los relictos saltos de agua, con predominancia de las facies bioconstruidas de musgos, aunque también aparecen tallos tobáceos y algunos niveles calcareníticos.

A este mismo momento cronológico pertenece la terraza tobácea (+10 m.) ubicada a la salida de Corduente (Fig. 7).

Al final de esta etapa, la llegada de ambientes secos, posiblemente acompañados por un notable descenso de las temperaturas (dada la presencia de masas coluvionares

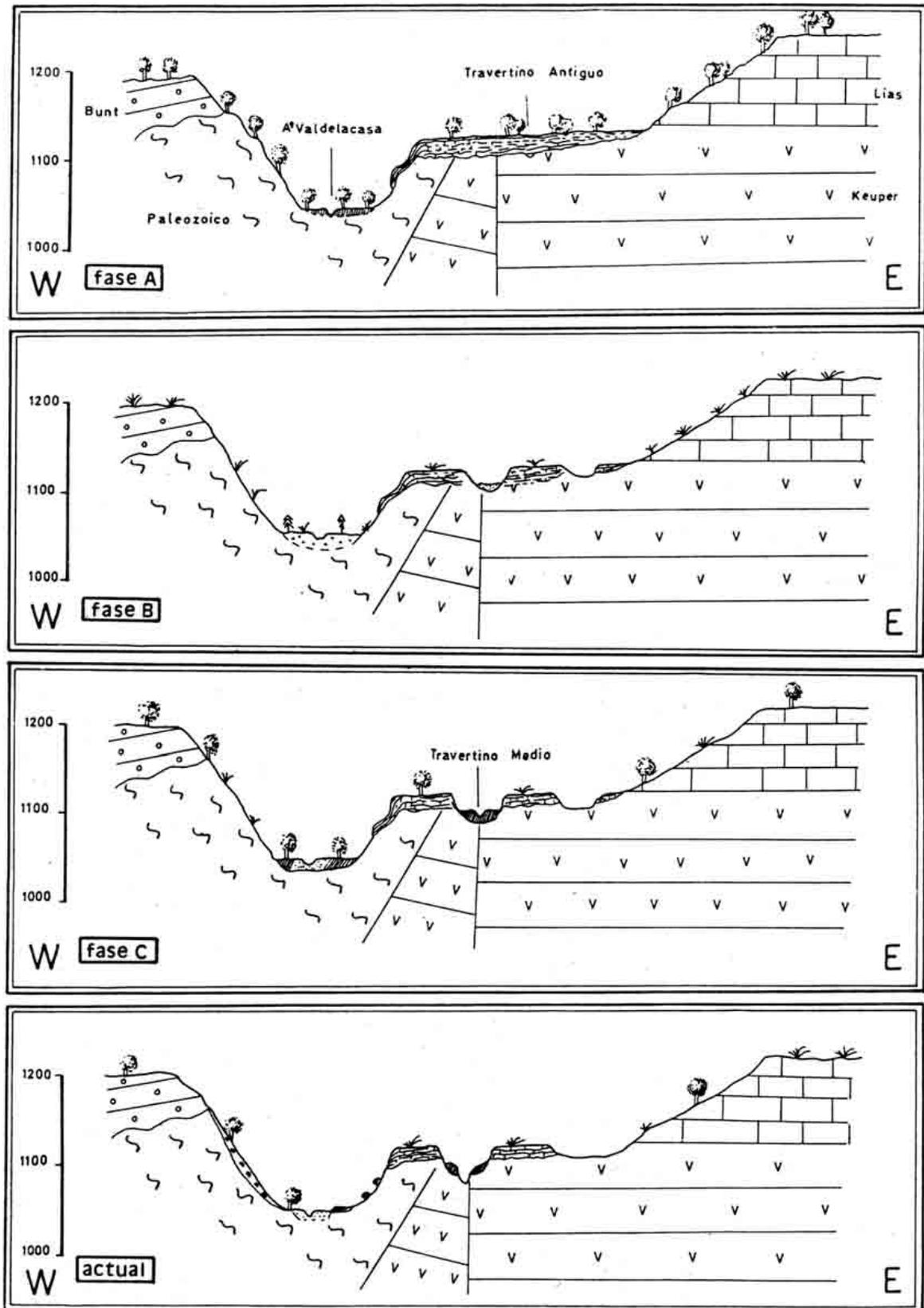


Fig. 6. Evolución geomorfológica del arroyo de Valdelacasa. Sector Corduente.
 Fig. 6. Geomorphological evolution of the Valdelacasa stream. Corduente area.

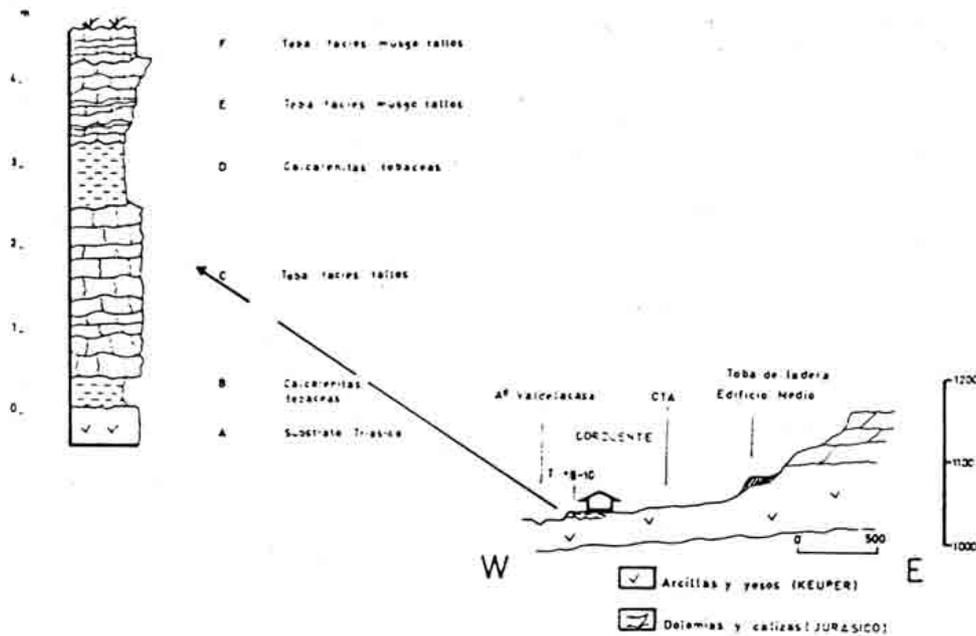


Fig. 7. Corte geomorfológico de la vertiente septentrional del arroyo de Valdelacasa (inmediaciones de Corduente) y estratigrafía de su terraza tobácea +8-10 m.

Fig. 7. Geomorphological scheme of the northern slope of the Valdelacasa stream (nearby Corduente) and stratigraphy of its tufaceous terrace +8-10 m.

crioclásticas en la zona), ocasionó la incisión y desarticulación de estos edificios.

2.2.3. Por último, se observa una tercera generación encajada en los niveles 1 y 2, que está siendo incidida en la actualidad por los barrancos de Valdelacasa y del Val. Este nuevo conjunto se dispone a la salida de fuentes y constituye una formación tobácea muy porosa, compuesta principalmente por tallos, muchos de ellos de destrucción y calcarenitas. Esta etapa, de edad holocena, presentaría unas características climáticas suaves y húmedas, que permitirían la construcción del conjunto tobáceo más joven y la acumulación de la terraza travertínica que aparece representada de forma discontinua a lo largo del valle del Gallo.

CONSIDERACIONES FINALES

Las acumulaciones tobáceas del valle del río Gallo forman parte del amplio conjunto de formaciones carbonáticas existentes en esta región de la rama castellana del Sistema Ibérico. Unas veces adoptan la morfología de terrazas y de llanuras aluviales, cuando se disponen en los fondos de los valles del Gallo y afluentes, y otras, la de edificios cuneiformes sobre las laderas de aquellos, siempre cercanos a la salida de surgencias de agua que tiene lugar de forma generalizada en el contacto entre las calizas del Lías y las margas del Keuper.

Desde el punto de vista genético y paleoambiental, las

etapas de construcción travertínica se hallan en relación con momentos de intensa karstificación, existiendo una conexión de estos edificios con las depresiones kársticas existentes en las calizas jurásicas que coronan toda la superficie tabular culminante. Se trata por tanto, al igual que ya ha sido señalado para otros sectores del mundo mediterráneo (VAUDOUR, 1988), del sedimento correlativo a momentos de intensa karstificación.

La continuidad de los caudales kársticos y su regularidad han asegurado las condiciones necesarias para la construcción de importantes masas tobáceas. Además, la presencia de yesos del Keuper y dolomías jurásicas, parece haber jugado un papel importante en el proceso de precipitación de carbonatos (NICOD, 1981; NICOD, 1986, GONZALEZ et al, 1988), en las regiones mediterráneas, ya que la liberación de sulfatos y magnesio procedentes de estas litologías, controlan la solubilidad de las soluciones, favoreciendo la precipitación físico-química de los carbonatos y facilitando también, la precipitación bio-química.

La topografía ha jugado un papel importante en la morfología y ubicación de los edificios tobáceos de ladera en el valle del río Gallo; efectivamente, la formación de carbonatos se encuentra aquí, íntimamente unida a la existencia de rupturas de pendiente que favorecen primero la precipitación físico-química, y luego la bio-química, al ser colonizadas por la vegetación higrófila, dadas las condiciones de luminosidad y oxigenación que concurren en estos ecotopos.

Finalmente, la organización interna de los edificios está

TABLA I: Síntesis de correlación de las formaciones tobáceas del Valle del río Gallo atendiendo a criterios Cartográficos y Estratigráficos.

| Etapas morfo- genéticas | Sector del A ² Salado | Polígono industrial Los Tobares. Molina | Inmediaciones carretera Molina - Corduente | Corduente |
|---|--|--|---|---|
| Etapa antigua de ción travertínica. Clima húmedo y fuerte fitoesta- bilización de laderas | Terraza tobácea +20-40 m. Alta consolidación y karstificación | ----- | Edificios tobáceos de ladera muy degradados y consolidados | Edificios tobáceos de construc- ladera muy degradados y consolidados. Eleva- vada karstificación |
| Clima seco y/o frío | -----INCISION----- | | | -----INCISION----- |
| 2 ^a Etapa de construcción travertínica. Clima húmedo y fitoestabiliza- ción de laderas | Terraza tobácea +15-20 m. | ----- | ladera Edificios tobáceos de y terraza tobácea +8-10 m. A ² de Valdelacasa | Edificios de ladera |
| Clima frío algo seco (¿Würmiense reciente?) | -----INCISION----- | | | -----INCISION----- |
| 3 ^a Etapa de construcción travertínica Holoceno- Subactual. Clima húmedo y fitoestabi- lización de laderas | Acumulaciones to- báceas de fondo de valle +3 m. | Acumulaciones to- báceas de fondo de valle +5-8 m. | Acumulaciones tobáceas adostas a surgencias funcionales. Escasa consolidación | Acumulaciones tobá- ceas vinculadas a surgencias funcionales |

condicionada por la morfología de las laderas sobre las que se apoyan, ya que aquella determina la dinámica de las aguas. En este sentido, se han diseñado modelos (ORDOÑEZ et al., 1979; ORDOÑEZ et al., 1986 y GONZALEZ et al., 1989), en los que se describe el desarrollo de las cascadas tobáceas, la situación de las distintas facies y la colonización de distintos puntos por parte de las especies higrófilas, en función de la violencia o tranquilidad de las aguas.

La presencia de numerosas acumulaciones tobáceas, con posiciones geomorfológicas variadas en el valle del río Gallo, nos sugiere la existencia de distintas generaciones carbonáticas que permiten caracterizar un marco evolutivo regional. En él se han sucedido diferentes episodios con ambientes climáticos bien contrastados; éstos han revestido un carácter dialéctico con condiciones de biostasia - rexistasia en las laderas que han supuesto unas condiciones morfogénicas antagónicas -travertinización- y -erosión/

destrucción- (Tabla I), tal y como ha sido definido para otras regiones del dominio mediterráneo (VAUDOUR, 1988).

Las tres etapas de travertinización consideradas en el valle del río Gallo son asimilables, en mayor o menor medida, a los epi sodios de construcción tobácea detectados en zonas inmediatas como en el Alto Tajo, arroyo de la Vega (Huertapelayo), río Bullones (GONZALEZ AMUCHASTEGUI y GONZALEZ, en prensa), en el sector del Puente San Pedro (LOPEZ VERA et al., 1989; GONZALEZ AMUCHASTEGUI y GONZALEZ, en prensa), paramera de Maranchón y valle del río Blanco (AGUDO, *et al.*, en prensa) y regiones cercanas al Sistema Ibérico: Cifuentes - Trillo (ORDOÑEZ, et al., 1987).

Peor analizadas desde el punto de vista paleoambiental, se encuentran en nuestra región, las etapas en las que se ha producido una degradación erosiva de los edificios tobáceos y su posterior desarticulación e incisión. Es muy

probable que estos procesos se hayan desarrollado a consecuencia de un notable aumento de las condiciones de sequedad que reducirían la eficacia de la dinámica kárstica, deteriorarían el estado de las cubiertas vegetales y paralizarían la sedimentación de carbonatos. Sin embargo, importantes masas coluvionares, de origen crioclástico, cubren las laderas de este valle y han sido detectadas en otros parajes de la región. Su presencia sugiere que, en algunas ocasiones, a estas circunstancias ambientales de talante seco se han unido otras de carácter frío, a veces notable y riguroso.

En la actualidad, la precipitación de carbonatos es muy modesta a causa de la intervención humana en el área. No obstante, se constata en algunos parajes localizados, especialmente en el arroyo del Val (Corduente), donde los agricultores deben llevar a cabo anualmente tareas de limpieza de la toba precipitada.

BIBLIOGRAFIA

- AGUDO, C., GONZALEZ, J.A., SERRANO, E. (1989): Características geomorfológicas de los depósitos carbonáticos de origen fluvial en el valle del río Blanco (alto Jalón). 2ª Reunión de Cuaternario Ibérico (En prensa).
- IGME (1981): *Mapa Geológico de España 1/50.000 489 Molina de Aragón*. 55 págs. Madrid.
- GONZALEZ AMUCHASTEGUI, M.J., GONZALEZ, J.A. (1989): Estudio geomorfológico de las acumulaciones travertínicas y tobáceas del Alto Valle del Tajo (Peñalén - Huertapelayo). 2ª Reunión de Cuaternario Ibérico (En prensa).
- GONZALEZ, J.A., ORDOÑEZ, S. y GARCIA DEL CURA, Mª A. (1987): Evolución geomorfológica de las Lagunas de Ruidera. *Est. Geol.* 43, 227-239. Madrid.
- IGME (1981): *Mapa Geológico de España 1/50.000 489 Molina de Aragón*. 55 págs. Madrid.
- IGME (1981): *Mapa Geológico de España 1/50.000 514 Taravilla*. 59 págs. Madrid.
- LOPEZ VERA, F. y MARTINEZ, J. (1989): Formación travertínica del Puente San Pedro (Guadalajara). Edad, ambiente de formación y evolución. *Bol. Geol. y Minero* 100, 248-258. Madrid.
- NICOD, J. (1981): Répartition, classification, relation avec les milieux karstiques et karstification. Discussion. Formation carbonatées externes: tufs et travertins. *Actes du Colloque de l'A.G.F.*, 173-179. Paris.
- ORDOÑEZ, S. y GONZALEZ, J.A. (1979): Formaciones tobáceas del valle del Tajuña (Brihuega-Masegoso). *Est. Geol.* 35, 205-212. Madrid.
- ORDOÑEZ, S., GONZALEZ MARTIN, J.A. y Gª DEL CURA, Mª A. (1986): Sedimentación carbonática actual y paraactual en las Lagunas de Ruidera. *Mat. Proc. Geol.* IV, 229-255. Madrid.
- ORDOÑEZ, S., GONZALEZ, J.A. y Gª DEL CURA, Mª A. (1987): Formaciones travertínicas y tobáceas en el Valle del Tajo (sector Cifuentes-Trillo). *Cuaternario y Geomorfología* 1, 231-245. Zaragoza.
- RAMOS, A. (1979): "*Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico al Oeste de Molina de Aragón (Prov. de Guadalajara)*" Tesis Doctoral de la U.C.M. Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías, 6, 313 pp.
- VAUDOUR, J., NICOD, J. et al (1988): *Les édifices travertineux et L'Histoire de l'environnement dans le Midi de La France*. Univ. Aix - Marseille III, 280 p. Aix en Provence.
- VILLENA, J. (1971): *Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal del Campo (provincias de Guadalajara y Teruel)*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

Recibido en Marzo de 1990

Aceptado en Mayo de 1990