

Terrazas fluviales del Pleistoceno inferior y medio del río Manzanares en Vaciamadrid: el perfil de Calamuecos y sus implicaciones geomorfológicas

S. Bárez y A. Pérez-González

Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid.
Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid
E-mails: sergiobarez@yahoo.es - alfredog@geo.ucm.es

RESUMEN

El nuevo perfil geomorfológico de terrazas fluviales escalonadas a: +86 m (Calamuecos), +66 m, +50 m, +40 m y +30 m, en la margen izquierda del valle bajo del río Manzanares en Vaciamadrid, unos 7 km aguas arriba de su confluencia con el río Jarama, permite una interpretación evolutiva distinta de este segmento del valle que desde finales del primer tercio del siglo pasado se ha considerado como el resultado de una captura del Pleistoceno medio o superior, más o menos a la altura de Perales del Río-Arroyo de Butarque, en beneficio del río Jarama. Las terrazas del perfil de Calamuecos pueden correlacionarse por cota y posición relativa con terrazas del río Manzanares descritas entre los arroyos de La Trofa y Meaques en Madrid, e igualmente con las secuencias de terrazas del río Tajo en Toledo, donde magnetoestratigráficamente se han situado a las terrazas de 60 o más metros de cota relativa en el Cron Matuyama. La depresión submeridiana de Prados-Guatén no es por lo tanto un eje de drenaje del río Manzanares al menos desde la construcción de la terraza a +86 m de Calamuecos (Pleistoceno inferior), en Vaciamadrid.

Palabras clave: perfil de Calamuecos, Pleistoceno, terrazas fluviales, Vaciamadrid, valle del río Manzanares

Lower and middle Pleistocene fluvial terraces of the Manzanares river in Vaciamadrid: Calamuecos profile and its geomorphological implications

ABSTRACT

Since the ends third of the last century, the low valley of the river Manzanares in Vaciamadrid, has been considered to be the result of middle or upper Pleistocene capture, at the level more or less of Perales del Río-Arroyo in Butarque, to the benefit of the Jarama river. However, the new geomorphological profile of stepped fluvial terraces at +86 m (Calamuecos), +66 m, +50 m, +40 m and +30 m, on the left margin of the valley, some 7 km upstream from the confluence of the river Manzanares with the Jarama, suggests a different interpretation for the development of this valley segment. The terraces of the Calamuecos profile can be correlated by height and relative position to the terraces of the river Manzanares described, between the streams of La Trofa and Meaques in Madrid, and equally with the sequences of terraces of the river Tajo in Toledo, where they have placed the terraces of +60 or more meters of relative height in Matuyama reversed polarity epoch. The submeridian depression of Prados-Guatén was thus not a drainage route for the river Manzanares, at least since the construction of the Lower Pleistocene Calamuecos terrace +86 m, in Vaciamadrid.

Key words: Calamuecos profile, fluvial terraces, Pleistocene, river Manzanares valley, Vaciamadrid

Introducción

Los autores del mapa geológico de Madrid, Royo y Gómez *et al.* (1929, 1ª edición, p. 31), ya señalaron como hecho "curioso el cambio de dirección sufrido por el valle inferior del Manzanares a partir de Perales del Río". El río Manzanares describe desde Perales una amplia curva hacia el norte para luego, antes de confluir con el río Jarama en la llanura aluvial de Arganda, girar con un codo muy cerrado hacia el

suroeste. Para estos autores este cambio puede ser debido a una captura antigua o sencillamente por el efecto del encajonamiento en las margas yesíferas y arcillas oligocenas, las que actualmente conforman las facies evaporíticas de la Unidad inferior del Mioceno de la cuenca de Madrid (Calvo *et al.*, 1989 y 1996).

Para Riba (1957, p. 20), es también realmente curioso el codo del Manzanares, y le parece plausible la hipótesis de una captura, a la altura de Villaverde,

por desagüe de un arroyo que provenía del Jarama. Sin embargo, admite que hay algunos hechos que no hacen seguro ese proceso, ya que en el cerro de Calamuecos (Vaciamadrid), encuentra "gravas rodadas entre las cuales faltan las cuarcitas, abundando los cuarzos, aplitas, pegmatitas y rocas eruptivas muy alteradas. Concluye, lógicamente, que la hipótesis de la captura solamente se puede aceptar en tanto que ella ha tenido lugar antes del depósito de la terraza superior que para él tiene una edad "Mindel" o del primer interglaciar. Riba (*o.c.*) utiliza en su trabajo y en la cartografía geomorfológica que presenta el modelo conceptual evolutivo de Obermaier (1925), y agrupa en terraza alta, media e inferior, los niveles aluviales de los ríos que drenan la región de Madrid.

En la cartografía de Riba (*o.c.*), la terraza alta estaría representada en San Isidro, cuyo techo está a +45 m sobre el río, en Basurero (Usera), en el km 7 de la carretera de Andalucía y en Villaverde.

El cerro de Calamuecos, con una superficie a su techo de 2 ha, se sitúa a +86 m sobre el cauce del río Manzanares, y como se verá más adelante es una terraza conservada de una secuencia escalonada de planos aluviales del Pleistoceno inferior y medio, que se pueden correlacionar con terrazas aguas arriba de Madrid y con terrazas del valle del Tajo en Toledo.

La existencia de esta alta terraza con depósitos aluviales en Calamuecos en el tramo final del río Manzanares, supone que la captura si ha tenido lugar, tiene que haber sido anterior a su formación (Riba *o.c.*), que para Pérez-González (1994) tiene una edad del Pleistoceno inferior.

La depresión de Prados-Guatén

La primera caracterización geomorfológica como una depresión de cambio lateral de facies alineada nortesur, se debe a Riba (1957). Esta configuración junto con la cartografía de la alta terraza del río Manzanares que la extiende desde el oeste del Cerro de los Ángeles hasta Pinto, hace posible la captura del Manzanares. En este punto hay que decir que la alta terraza de Pinto es en realidad un glacis que tiene su continuidad hasta Villaverde, al norte. Carro y Capote (1969), en la hoja geológica de Aranjuez (605, 1ª serie, 2ª edición), cartografían extensos afloramientos de terraza en ambos márgenes del arroyo Guatén, entre Esquivias y Pantoja. Estas terrazas son de carácter arcósico y contienen numerosos cantos calizos y margas miocenas.

Es sin embargo Vaudour (1979), quien realiza un estudio geomorfológico de detalle y de las características texturales y mineralógicas (Pérez Mateos y

Vaudour, 1972), de los rellenos más recientes de la depresión Prados-Guatén. Concluye (Vaudour, 1979, p. 198), que las formaciones arenosas del valle de Prados-Guatén, tienen los mismos minerales pesados, mayoritarios los resistentes turmalina y circón, que los de las terrazas del río Manzanares y quizás influenciado por Pérez de Barradas (1926) que a su vez recoge las ideas de Prado (1864), propone la hipótesis de los "valles antecuatenarios". En síntesis para Vaudour (1979), el valle de Prados-Guatén sería una paleo-depresión de cambio lateral de facies rellena por arenas feldespáticas pliocenas y plio-villafranquienses, que posteriormente fueron exhumadas, por lo que la captura del antiguo río Manzanares que drenaba hacia el sur, se originó probablemente durante el Villafranquiense.

Más recientemente Silva *et al.*, 1988a, 1988b, 1988c, 1989, 1999, Silva, 2003, Silva y Roquero y Roquero y Silva, en Pérez González *et al.*, 2004, estudian desde diferentes puntos de vista, geomorfología, estratigrafía, sedimentología, paleontología, tectónica etc., la génesis de la depresión Prados-Guatén. Aportan una descripción de las facies sedimentarias aluvionares presentes en la depresión y establecen una geometría de relación entre ellas. También aportan un hallazgo paleontológico, en el nivel de terraza compuesto a: +15-40 m del arroyo Guatén; se trata de un fragmento de muralla de un *Equus* sp. y un molar derecho (M₃) de un *Mammuthus* que por sus medidas podría ser un *meridionalis*, un *meridionalis* evolucionado o un *antiquus* primitivo. Estos restos se encontraron en los antiguos areneros de la Estación de FFCC de Esquivias-Yeles, en la base de la unidad litoestratigráfica denominada PG3 (Silva *et al.*, 1999, Fig. 2 pp. 84 y 85), formada por arenas limpias muy bien seleccionadas, fangos verdosos (gredas) de llanura de inundación y presencia de paleosuelos pardos poco evolucionados. La edad asignada a estos depósitos sería del Pleistoceno inferior-medio o del Pleistoceno medio inicial.

La conclusión relevante (Silva *et al.*, 1988c, 1999, y Roquero y Silva, en Pérez-González *et al.*, 2004), es que el antiguo Manzanares-Guatén fluía axialmente por la depresión Prados-Guatén hasta desembocar en el río Tajo, aguas abajo de Añover durante el Pleistoceno inferior y que el proceso de abandono de ese antiguo sistema Manzanares-Guatén se produjo durante el Pleistoceno medio-superior o bien entrado el Pleistoceno medio (Silva, 2003).

El valle del río Manzanares: terrazas y glacis

En la cuenca de Madrid el río Manzanares excava su

cauce en un paisaje principalmente erosivo (Fig. 1) que arranca desde las superficies divisorias o planicies altas de Royo y Gómez *et al.* (1929). Estas altiplanicies han sido denominadas también superficie de Madrid (Riba, 1957) o rampas areno-feldespáticas por Vaudour (1979). Goy *et al.* (1989), cartografían estas superficies en los alrededores de Madrid y separan un nivel culminante o S1 y encajado en él otro nivel (S2) que presenta pendientes en ocasiones hacia el Manzanares. A estas divisorias se las conoce como Divisoria de Majadahonda-Alcorcón, con 739 m en el Alto de las Cruces y en la otra margen, la izquierda, del valle del Manzanares, Divisoria de El Goloso-Madrid, con una altitud en Fuencarral de 742 m. Aguas abajo de este entorno de Madrid, ambas divisorias se encuentran bien diferenciadas, continuando la de Majadahonda-Alcorcón hasta Griñón (680 m) y Bargas (628 m), al norte de Toledo, mientras que al este de la superficie de Alcorcón-Griñón se encuentra el bloque de la Marañoso-Espartinas (712 m), que sirve de divisoria entre la depresión de Prados-Guatén, y el Jarama (Silva y Roquero, en Pérez-González *et al.*, 2004).

Articulados con las superficies S1 y S2, pueden encontrarse, según los segmentos del valle del río Manzanares considerados, dos glacis. El más antiguo es el glacis de Carabanchel Alto (667 m), mientras que en la ladera izquierda se encuentran dos retazos equivalentes en edad que son el Alto del Retiro y el Alto del Espinillo (Goy *et al.*, 1989). Estas formas hay que considerarlas como relieves previos a la organización definitiva del curso del río Manzanares. En la depresión de Prados-Guatén Vaudour (1979), señala dos glacis a 660 m y 640-620 m de altitud, al igual que Silva *et al.* (1999) que citan en la vertiente occidental tres sistemas de glacis escalonados a partir de la superficie de Griñón, encajándose en el más reciente (Silva *et al.*, 1988a), dos niveles de terrazas del arroyo Guatén a: +9 m y +2 m.

Aguas arriba de Perales del Río, Royo y Gómez *et al.* (1929), describen hasta seis niveles de terrazas con depósitos, principalmente en la ribera derecha, comprendidas entre los +6-8 m y los +100 m (Garabitas), aunque también señalan arrasamientos de origen fluvial en la margen izquierda como en el Campo de Polo a +45 m y hacia los +30 m el del Palacio de la Moncloa. Casi treinta años más tarde Riba (1957), parece ignorar el muy documentado trabajo de Royo y Gómez *et al.* (1929) y engloba las terrazas de la región de Madrid en tres niveles a +4/8 m -10/12 m (terrazza inferior), +15-22 m (terrazza media) y +45 m a 60/80 metros (terrazza alta). Este agrupamiento artificial de niveles fluviales no le permite analizar correctamente las relaciones entre las terrazas a

lo largo del curso del río Manzanares desde Madrid hasta su desembocadura en el río Jarama y, por supuesto, establecer cronologías relativas más ajustadas a la realidad de los distintos niveles sedimentados por el río Manzanares. La confusión de Riba (*o.c.*) le lleva a Gaibar-Puertas (1974) a considerar que “la pendiente longitudinal del río parece haberse duplicado entre el depósito de la terraza alta y la actualidad”, ya que ambos autores correlacionan San Isidro

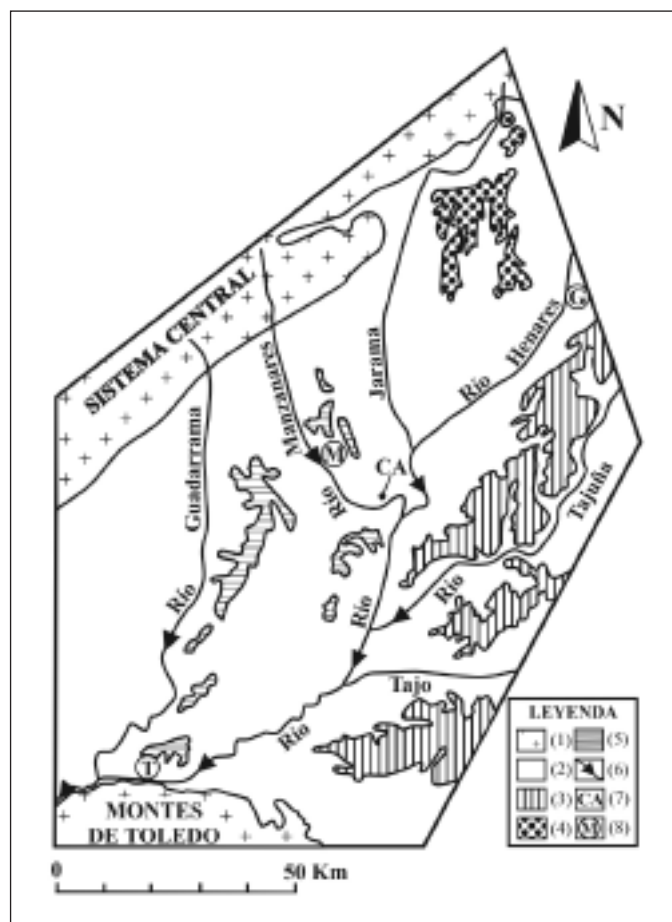


Fig. 1. La región de Madrid, en la Submeseta sur. Leyenda: (1) Precámbrico + Paleozoico + Mesozoico. (2) Terciario + Cuaternario de la cuenca de Madrid. (3) Altiplanicies de calizas y costras calizas (Plioceno). (4) Altiplanicies silíceas pliocenas. (5) Superficies divisorias. (6) Redes fluviales principales de la cuenca de Madrid. (7) CA Cerro de Calamuecos. (8) M Madrid, G Guadalajara, T Toledo. Los elementos geomorfológicos mayores han sido reproducidos del Mapa Geomorfológico de España a E. 1:1.000.000 (Martín-Serrano *et al.*, 2005)

Fig. 1. The Madrid region in the south meseta of Spain. Legend: (1) Precambrian + Palaeozoic + Mesozoic. (2) Tertiary + Quaternary of the Madrid basin. (3) Limestone and caliche plateaus (Pliocene). (4) Siliceous Pliocene plateaus. (5) Dividing surfaces. (6) Main fluvial networks of the Madrid basin. (7) CA Calamuecos hill. (10) Cities: M Madrid, T Toledo, G Guadalajara. Main geomorphological elements reproduced from the Geomorphological Map of Spain at the scale of 1:1.000.000 (Martín-Serrano *et al.*, 2005)

(+45 m, cota relativa a techo) con la terraza antigua o alta a +60-80 m en Vaciamadrid. Gaibar-Puertas (*o.c.*) quiere explicar este hecho con un levantamiento isostático en el valle bajo del Manzanares. Vaudour (1969 y 1979), arrincona definitivamente el modelo alpino de génesis de las terrazas fluviales de la región de Madrid y construye un modelo evolutivo con siete ciclos climáticos semejante al del valle del Alto Moululla, en Marruecos: desde el "Rharbien" (llanuras aluviales o nivel T1 a +2-3 m), hasta el "Régrégrien" (Terraza T7 a +150-180 m, según los ríos). Desafortunadamente, Vaudour (1979) no estudia con suficiente profundidad el valle del curso bajo del Manzanares en su Tesis doctoral. Una primera aproximación al estudio de este último sector del valle del Manzanares es el de Vegas *et al.* (1975), donde se cartografían además de la llanura aluvial a +3-5 m, dos niveles solapados de terraza a +12 m y a +18-20 m, aflorantes siempre en la margen derecha del río. En la memoria de la hoja geológica de Madrid Goy *et al.* (1989, 2ª serie), redefinen morfoestratigráficamente los niveles solapados del valle bajo del Manzanares y los identifican como la "Terraza Compleja de Butarque", desde el sur del Barrio Rosales. Recientemente Silva (2003), en un análisis

pormenorizado denomina a esta unidad morfo-sedimentaria "Terraza Compleja del Manzanares" (TZMZ: +16-22 m). Sobre estos aluviones, se solaparían los niveles de +12-15 m, +11-12 m y +8-9 m (son los denominados "Niveles Mix", por Silva *o.c.*). En este segmento bajo del río Manzanares al igual que ocurre en el río Jarama, aguas abajo de Velilla de San Antonio, la sedimentación fluvial está condicionada por procesos de karst subyacente (Pérez-González, 1971, y Pérez-González y Uribelarrea, 2002, fig. 12), lo que confiere a estas facies arquitecturas sedimentarias de fangos y arenas características frente a la deposición casi exclusivamente de gravas aguas arriba del arroyo de Los Meaques (Pérez-González, 1980, 1982; Carrillo *et al.*, 1978 y Silva, 2003). Resumiendo para Pérez-González (1994), los niveles de terrazas del río Manzanares en los alrededores de Madrid, serían: +4-5 m (llanura de inundación), +8 m (Hipódromo), +10 m(?), +12-15 m, +18-20 m, +25-30 m (San Isidro, cota a muro), +35-40 m, +44-46 m, +52-54 m, +60 m, +68-72 m (Teleférico), +80-85 m y +95 m. Esta primera terraza más alta se encajaría en el glacis de Carabanchel Alto (Goy *et al.*, 1989 y Pérez-González 1994).

Prácticamente todas las plataformas aluviales del

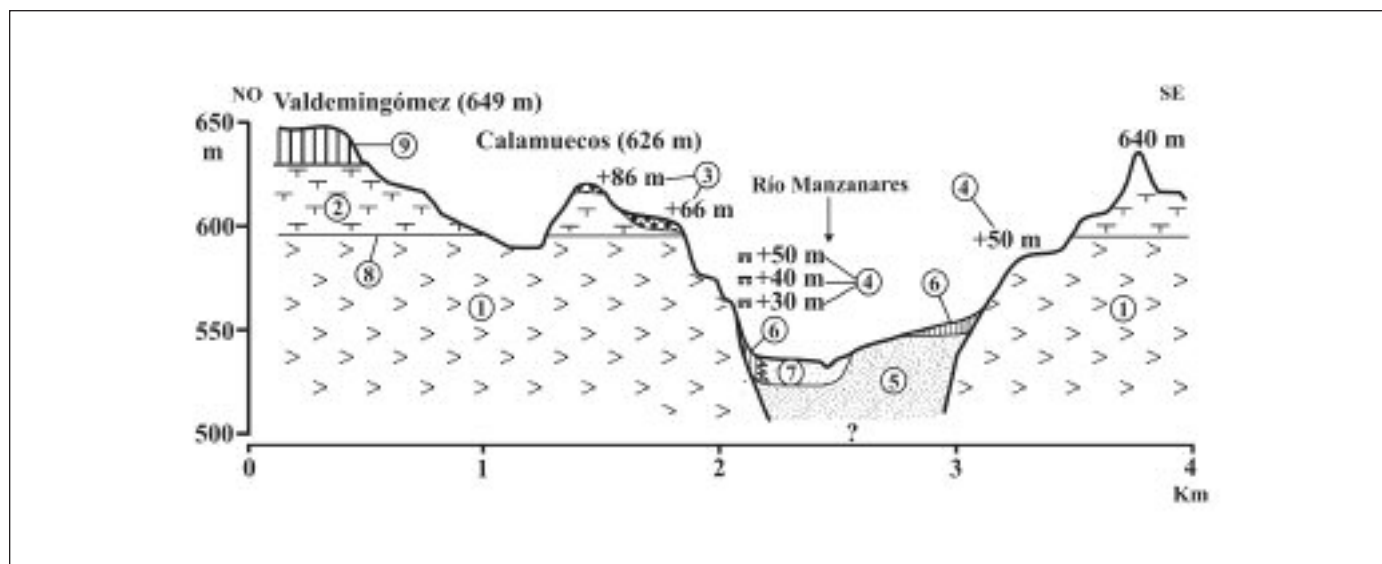


Fig. 2. Perfil transversal de las terrazas fluviales escalonadas de Calamuecos en Vaciamadrid. Explicación: (1) Yesos miocenos. (2) Arcillas, margas, carbonatos y sílex (Mioceno). (3) Terrazas del Pleistoceno inferior. (4) Proyección en el perfil de las terrazas del Pleistoceno medio. En la margen derecha, plano erosivo conservado de la terraza de +50 m. (5) Terraza Compleja de Butarque/Terraza Compleja del Manzanares (ver explicación en texto). (6) Coluviones y depósitos de procedencia lateral: margas, limos, yesos, arenas fluviales y eólicas y suelos (Pleistoceno superior y Holoceno). (7) Arenas, gravas y fangos de llanura de inundación (Holoceno). (8) Contacto discordante. (9) Vertedero municipal de Valdemingómez

Fig. 2. Cross section of the stepped terraces of Calamuecos in Vaciamadrid. Key: (1) Miocene gypsums. (2) Clays, marls, carbonates and flint (Miocene). (3) Lower Pleistocene terraces. (4) Projection in the profile of the middle Pleistocene terraces. Right margin, preserved erosion plane of the terrace at +50 m. (5) Complex Butarque Terrace/Complex Manzanares Terrace (see text). (6) Colluvial and lateral deposits: marls, silts, gypsums, fluvial and aeolian sands and soils (upper Pleistocene and Holocene). (7) Floodplain sands, gravels and muds (Holocene). (8) Discordance contact. (9) Municipal rubbish dump of Valdemingómez

valle del Manzanares se han cartografiado en el pasado en la margen derecha, lo que denota una fuerte asimetría del valle. Sin embargo en las proximidades de Vaciamadrid, en la ribera izquierda, se ha podido diferenciar en Calamuecos (626 m) un nuevo perfil geomorfológico (Fig. 2) compuesto por cinco terrazas fluviales escalonadas (Fig. 3) con depósitos de gravas de cuarzo mayoritario y suelos con horizontes argílicos y carbonatados conservados, en cotas relativas (medidas a partir del mapa topográfico a escala 1:5.000 de la Comunidad de Madrid) con respecto al cauce del río Manzanares de: +86 m (Calamuecos), +66 m, +50 m, +40 m y +30 m. Esta secuencia se puede correlacionar con las terrazas de aguas arriba (Fig. 4) con cotas relativas a: +80-85 m, +68-72 m (Teleférico), +52-54 m, +35-40 m y +25-30 m (San Isidro, a muro). Algunas de estas terrazas también se han identificado en Rivas Vaciamadrid, en concreto la terraza a +66 m (Fig. 5) (Coordenadas UTM, x: 455.256 e y: 4.466.240) y la de +50 m (coordenadas UTM, x: 455.912 e y: 4.465.836), con depósitos de gravas, arenas y suelos razonablemente preservados, en taludes de viales y zanjas de servicio abiertas para urbanizaciones.

Significado geomorfológico del perfil de Calamuecos: discusión y resultados

La secuencia de terrazas fluviales escalonadas de Calamuecos, demuestra que al menos desde la terra-

za a +86 m (Fig. 6), el río Manzanares fluía por el valle bajo de Vaciamadrid hasta su inmediata confluencia con el río Jarama, apenas 7 kilómetros aguas abajo. En la secuencia general establecida para el río Manzanares entre el arroyo de La Trofa (Perfil de la Zarzuela) y la Casa de Campo (Pérez-González, 1980 y 1994, Goy *et al.*, 1989), la terraza de +80-85 m, la primera construida después de la de +95 m, podría ser equivalente a la de igual cota relativa en el perfil de Calamuecos. Por otra parte, las terrazas de Calamuecos, a veces muy erosionados, tienen depósitos de gravas mayoritarias de cuarzo subredondeado, junto con granitoides, pórfidos y algún sílex. Se observan también cuerpos sedimentarios de arenas gruesas y gránulos (2-4 mm) de composición cuarzo-feldespática. El tamaño medio de las gravas está en 3-5 cm, y se han medido centilos de 13 y 18 cm, en cuarzo y sílex respectivamente. Estas características determinan una arquitectura (en Miall, 1996) de estilo fluvial de ríos dominados por gravas, con elementos característicos de barras de gravas (GB) y formas del lecho arenosas (SB). Esta última facies es minoritaria en el perfil de terrazas de Calamuecos y Vaciamadrid. Los espesores vistos no parecen sobrepasar los 1-2 m, a excepción de la terraza a +66 m (Fig. 7) que es la de mayor extensión (unas 4 ha) y mayor potencia, en la que se observan fenómenos de karstificación con colapsos y deformaciones en el contacto con los yesos infrayacentes. En esta terraza se ha podido describir un suelo con un horizonte argílico de color rojo (2.5 YR 4.5/8, según la carta de color MUNSELL, 1994)

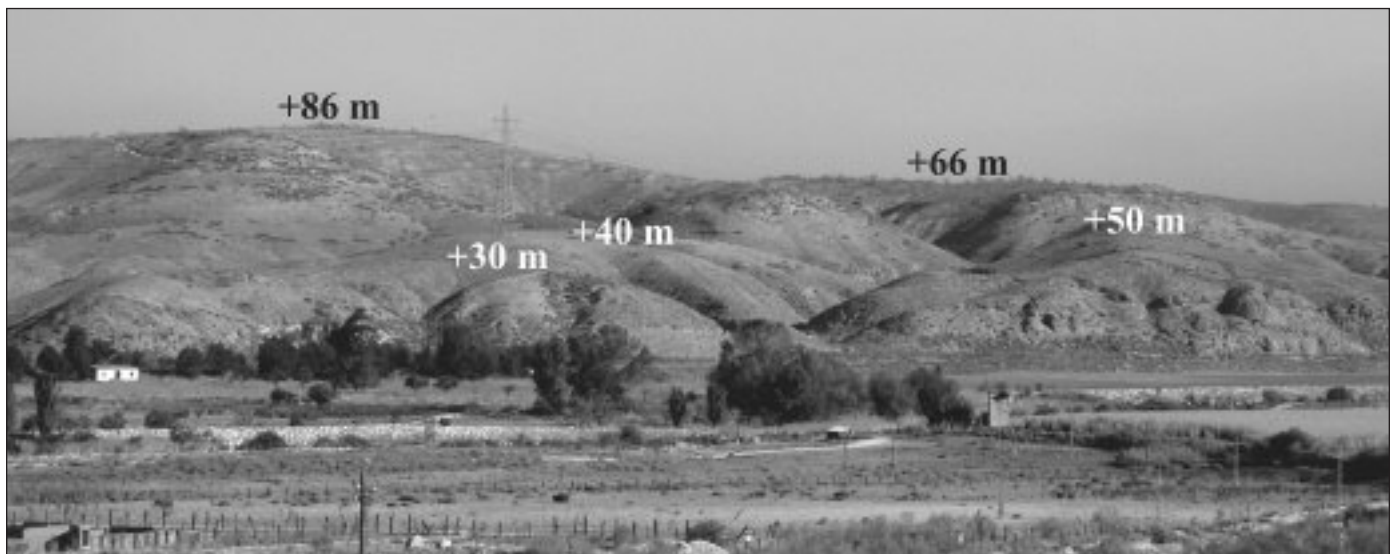


Fig. 3. Vista de la secuencia de terrazas escalonadas de Calamuecos en la margen izquierda del río Manzanares en Vaciamadrid. En primer término la vega del río Manzanares
Fig. 3. Sequence of the Calamuecos stepped terraces on the left margin of the river Manzanares in Vaciamadrid. Forefront, the vega of the Manzanares river

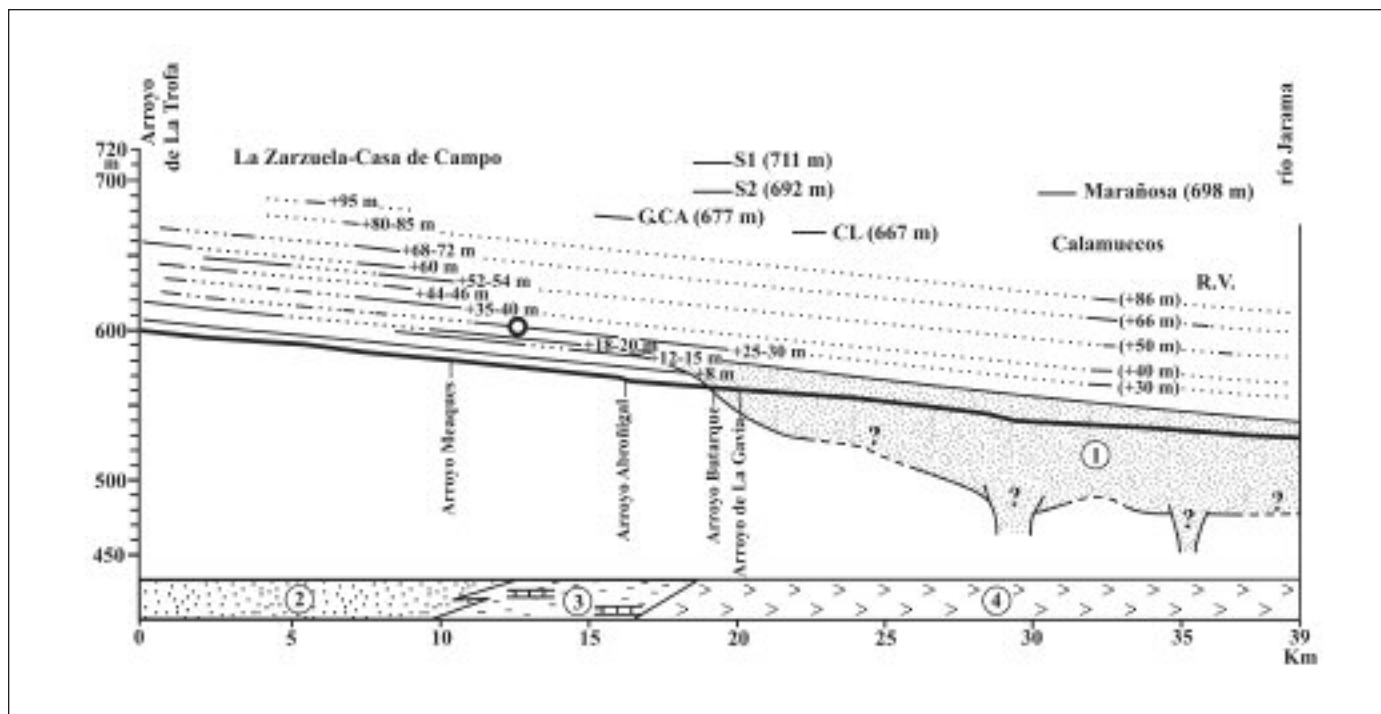


Fig. 4. Perfil longitudinal del valle del río Manzanares con proyección de las terrazas fluviales preservadas en línea continua, desde el arroyo de La Trofa hasta la confluencia con el río Jarama, de acuerdo con las cartografías geológicas de Goy *et al.* (1989) y Vegas *et al.* (1975). El cuerpo sedimentario engrosado (1) se corresponde con la terraza de + 18-20 m y la superposición sobre esa terraza de los niveles a: + 12-15 m y "+9-11 m" ("Niveles Mix" de Silva, 2003, Tabla 1, p.111). 2, 3 y 4 son las facies miocenas de arcosas, arcillas y carbonatos, y yesos aflorantes respectivamente en el fondo de valle. S1, S2 y G.C.A son las superficies de erosión de las rampas arcósicas pleistocenas y el glacis de Carabanchel Alto (Goy *et al.*, 1989). CL, Cerro de los Ángeles. R.V., Rivas Vaciamadrid. Obsérvense las inflexiones en el perfil longitudinal del valle actual a la altura del (arroyo Abroñigal) cambio lateral de las arcillas, margas y carbonatos con los yesos, y aguas arriba de Calamuecos que podría coincidir con un alto valor de subsidencia hoy todavía activa por procesos de karst subyacente en el sustrato yesífero. El círculo en la terraza de + 25-30 m, representa la posición geográfica-geomorfológica del yacimiento arqueopaleontológico de San Isidro

Fig. 4. Longitudinal profile of the river Manzanares valley projecting the preserved fluvial terraces along a continuous line, from the La Trofa stream to the confluence with the river Jarama, according to the geological maps of Goy *et al.* (1989) and Vegas *et al.* (1975). The thickened sedimentary body (1) corresponds to the terrace at +18-20 m and the superpositioning on this terrace of the levels at: +12-15 m and "+9-11 m" ("Niveles Mix" of Silva, 2003, Table 1, p.111). 2, 3 and 4 are the Miocene facies of arkoses, clays and carbonates, and gypsum outcrops, respectively, of the valley bottom. S1, S2 and G.C.A are the erosion surfaces of the Pliocene and Pleistocene arkosic ramps and the Carabanchel Alto glacis (Goy *et al.*, 1989). CL, Cerro de los Ángeles. R.V., Rivas Vaciamadrid. Note the inflexions in the longitudinal profile of the current valley at the position (Abroñigal stream) of the lateral change of clays, marls and carbonates to gypsums and upstream from Calamuecos that could correspond to the high subsidencia, which is still active today through underlying karst processes in the gypsum substrate. The circle on the +25-30 m terrace marks the geographical-geomorphological position of the San Isidro archaeological site

y un espeso horizonte Ck que cementa las gravas subyacentes. La composición litológica, textural y los espesores de las gravas de Calamuecos son idénticas a las descritas en los perfiles geomorfológicos de la Casa de Campo (Goy *et al.*, 1989, pp. 39-40), en este punto hay que resaltar que las facies fluviales en la depresión de Prados-Guatén (Vaudour, 1979 y Silva *et al.*, 1999), no son parecidas, en particular las de los materiales gruesos, a las conservadas en Calamuecos, por lo que se propone que los depósitos fluviales de las terrazas de Prados-Guatén no tienen el significado de sedimentos dejados por el Manzanares antes de su captura por un afluente del Jarama,

ni siquiera anteriormente a la construcción de la terraza de +86 m.

La concepción de Vaudour (1979), de que la depresión de Prados-Guatén fue exhumada durante el Pleistoceno una vez que fue rellena de arenas feldespáticas que provenían del Sistema Central durante el Plio-Villafranquiense tampoco es plausible.

Los nuevos datos aportados en este trabajo y un análisis geomorfológico de lo conocido en esta parte de la Cuenca de Madrid, permiten una hipótesis de generación del relieve en este sector desde la formación Pliocena, de acuerdo con las investigaciones en curso, de las altas superficies o superficies diviso-

rias actuales (S1), en las que se encajan dos superficies escalonadas: la superficie S2 y el glacis de Carabanchel Alto (Goy *et al.*, 1989 y Pérez-González, 1994), que está a unos +110-115 m de cota relativa sobre el río Manzanares. Estos glacis marcan antecedentes de niveles de base a la construcción del valle del Manzanares, que drenaban hacia el sur y sureste entre los relieves que hoy forman la rampa de Alcorcón-Griñón, el bloque de la Marañoso-Espartinas y la divisoria de El Goloso-Madrid. La instalación definitiva del Manzanares (Fig. 8), con la terraza a +95 m, siguió un curso a oriente del relieve residual del Cerro de los Ángeles (666 m), pequeña mesa a +120 m sobre el cauce del Manzanares que también sirvió de divisoria de una red fluvial que seguía drenando hacia el sur, teniendo como ribera derecha al relieve de la Cabeza de Getafe (703 m). Las terrazas a +15-40 m de Esquivias y Pantoja, en el sector meridional de la depresión de Prados-Guatén (Silva *et al.*, 1999 y Roquero y Silva, en Pérez-González *et al.*, 2004 p. 35-40), con una cronología no muy bien precisada pero que podría corresponder a un Pleistoceno inferior reciente (Silva y Roquero, en Pérez-González *et al.*, 2004, p. 36), confirman drenajes bien establecidos en la depresión de Prados-Guatén hacia el río Tajo (Fig. 8).

La traza de la red fluvial actual de los arroyos de

Prados-El Culebro y Guatén, es el resultado de la captura de la cabecera del arroyo Guatén por el de Prados-El Culebro (Silva, 2003, p. 126), que tiene un nivel de base más bajo en el río Manzanares. Esta captura es anterior al nivel de +8-9 m del Culebro, citado por Silva (2003, p. 110), que está superpuesto a depósitos más antiguos en el Manzanares de Vaciamadrid.

Por último indicar que el nivel de terraza a +30 m (Fig. 2), citada antes en la secuencia escalonada de Calamuecos, plantea el problema de su presencia o no (Pérez-González, 1994, Pérez-González y Uribelarrea, 2002, y Rubio Jara *et al.*, 2002) en la base de la terraza Compleja de Butarque de Goy *et al.* (1989) y en la denominación equivalente TCMZ de Silva (2003). No hay datos para afirmar o negar una u otra situación, pero trabajos recientes todavía no publicados constatan decenas de metros de espesor aluvionar por debajo de la llanura de inundación del Manzanares, lo que puede confirmar su presencia en posiciones subsidentes más profundas. Este fenómeno de subsidencia sinsedimentaria por karst subyacente puede estar desplazado hacia el sur en este sector del valle dando un perfil transversal asimétrico, que es lo que acontece en el valle del río Tajo, en Fuentidueña (Pinilla *et al.*, 1995, fig. 3). En el caso del Manzanares, parte de la terraza a +30 m se apoyaría

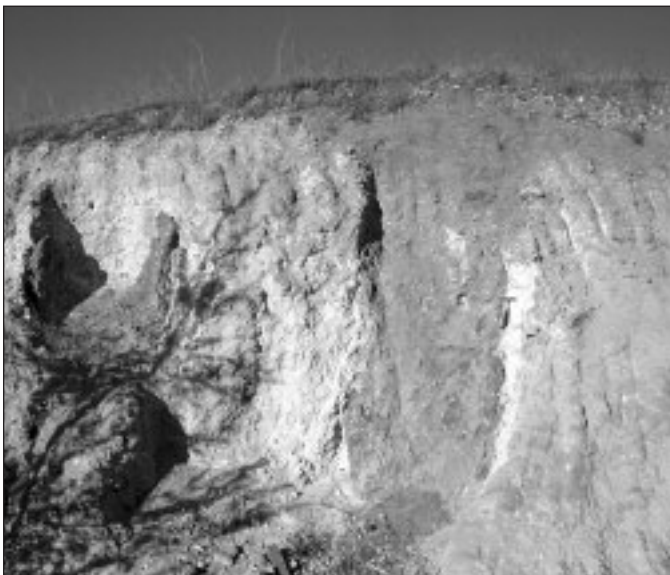


Fig. 5. Terraza a +66 m en Rivas Vaciamadrid del río Manzanares. Se observan conductos verticales de disolución, con carbonatos secundarios en el contacto con los yesos, rellenos por gravas y horizontes argílicos entremezclados

Fig. 5. Terrace at +66 m of the Manzanares river in Rivas Vaciamadrid. Note the vertical dissolution conduits with secondary carbonated deposits in contact with the gypsums, filled with gravels and intermixed argillic horizons



Fig. 6. Vista general del plano aluvial de la terraza de +86 m del perfil de Calamuecos. La composición litológica mayoritaria de las gravas es de cuarzo. Al fondo se encuentran las nuevas urbanizaciones de Rivas Vaciamadrid

Fig. 6. General view of the alluvial plain of the +86 m Calamuecos profile terrace. The lithological composition of the gravels is mainly quartz. The new housing complexes of Rivas Vaciamadrid can be seen in the background

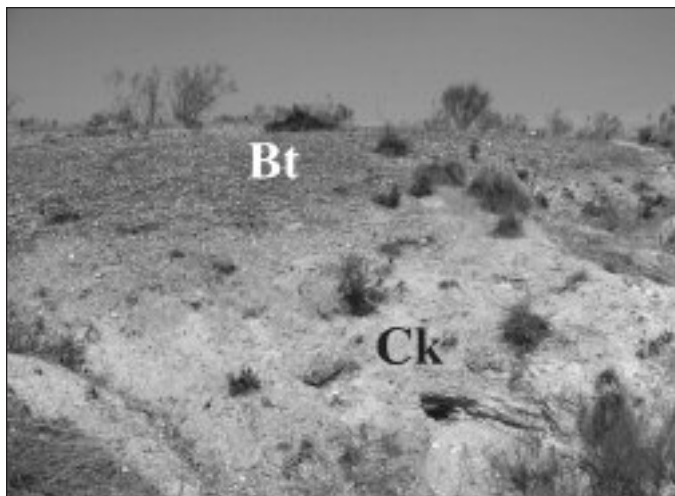


Fig. 7. Terraza a +66 m en el perfil de Calamuecos. Esta terraza es la que está mejor conservada. Soporta un horizonte argílico (Bt) en superficie y un potente horizonte carbonatado (Ck) en profundidad
 Fig. 7. Terrace at +66 m in the Calamuecos profile. This terrace is the best-preserved and supports an argillic horizon (Bt) at the surface and a thick carbonated horizon (Ck) at greater depth

sobre el substrato yesífero, que es visible en la margen izquierda del valle en Calamuecos, mientras que el sector más engrosado de la terraza se encontraría fosilizado por los apilamientos sobre ella de las terrazas más recientes, y por la llanura aluvial actual. En este supuesto, la terraza de +30 m subsidente en el segmento final del río Manzanares, tendría su equivalente en la unidad de Arganda I (Pérez-González, 1971, Santonja *et al.*, 1980 y Rubio Jara *et al.*, 2002), descrita en el valle del río Jarama.

El encajamiento de la primera terraza del río Manzanares a +95 m en el glacis de Carabanchel Alto, podría estar relacionado con el enfriamiento que se inicia *c.* 1.2 M.a. (OIS 36, Shackleton, 1995), ya que en el valle del Tajo, al norte de Toledo, y en una terraza de +60-65 m (Buenavista Superior) se ha establecido el cambio de polaridad normal a inversa (Crones Brunhes-Matuyama). En la terraza inmediatamente superior, denominada del Salto de la Zorra a +75-80 m la polaridad es normal, por lo que razonablemente tiene que ser Jaramillo -0.99 a 1.07 M.a. (Pinilla *et al.*, 1995 y Pérez-González *et al.*, 1997). Es muy probable que dada la relativa similitud altitudinal de las terrazas que hay entre uno y otro valle de la cuenca de Madrid (Pérez-González, 1994), la terraza de +66 m de Calamuecos pueda correlacionarse con las terrazas de Buenavista Superior o con la del Salto de la Zorra, que Pérez-González (*o.c.*) la hace equivaler a la de +68-72 m (Teleférico), que sería, por otra parte, la equivalente a la terraza de +66 m de Calamuecos. Estas correlaciones permiten fijar una edad del

Pleistoceno inferior a las terrazas de +66 y +86 m del perfil de Calamuecos, en Vaciamadrid.

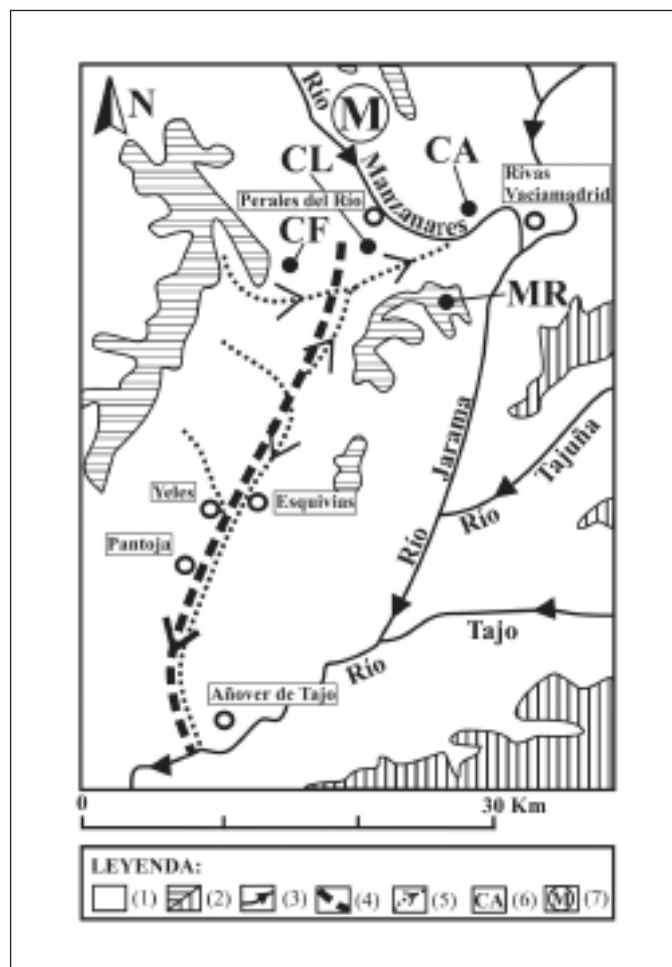


Fig. 8. Propuesta de la línea de drenaje establecida en el Pleistoceno inferior reciente o en el Pleistoceno medio inicial en la depresión de Prados-Guatén, con la cabecera en el meridiano del glacis de Carabanchel Alto, al SW de Madrid. Leyenda: (1) Cuenca de Madrid. (2) Altiplanicies y superficies divisorias. (3) Red fluvial principal. (4) Eje fluvial del antiguo Prados-Guatén. (5) Red actual de los arroyos Guatén y Prados-El Culebro. (6) Relieves con significado geomorfológico: CL Cerro de los Ángeles (667 m), CF Cabeza de Getafe (703 m), MR Marañosa (698 m), CA Calamuecos (626 m). (7) M Madrid. Los elementos geomorfológicos mayores han sido reproducidos del Mapa Geomorfológico de España a E. 1:1.000.000 (Martín-Serrano *et al.*, 2005).

Fig. 8. Proposed drainage in the lower late Pleistocene or in the middle Pleistocene in the Prados-Guatén depression with headwaters at the meridian of the Carabanchel Alto glacis, SW of Madrid. Legend: (1) Madrid basin. (2) Plateaus and dividing surfaces. (3) Main fluvial networks of the Madrid basin. (4) Fluvial axis of the ancient Prados-Guatén. (5) Current network of the streams Guatén and Prados-El Culebro. (6) Reliefs of geomorphological significance: CA Calamuecos (626 m), CL Cerro de los Ángeles (667 m), CF Cabeza de Getafe (703 m), MR Marañosa (698 m). (7) M Madrid. Main geomorphological elements reproduced from the Geomorphological Map of Spain at the scale of 1:1.000.000 (Martín-Serrano *et al.*, 2005)

Las terrazas más jóvenes, incluida la terraza de San Isidro (+25-30 m, a muro), todas ellas con importantes yacimientos de industria lítica y fauna, tienen cronologías desde la segunda mitad del Pleistoceno medio hasta bien avanzado el Pleistoceno superior (Santonja *et al.*, 1980; Rus y Vega, 1984; Rus, 1987; Pérez-González, 1994; Sesé y Soto, 2002; Rubio Jara *et al.*, 2002; Silva 2003). En este segundo grupo de terrazas estarían las terrazas complejas del valle inferior del Manzanares. Los hallazgos paleontológicos en la depresión de Prados-Guatén con restos pertenecientes a un *Mammuthus meridionalis* o a un *P. antiquus* junto con *Equus* s.p. (Silva *et al.*, 1988a y 1999), demostraría que discurría un curso fluvial N-S, que confluía con el río Tajo a la altura de Añover (Fig. 8), mientras tenía lugar la deposición de terrazas del Manzanares en Vaciamadrid, siendo el perfil de Calamuecos en la margen izquierda el testigo conservado de estos procesos.

Conclusiones

El perfil geomorfológico de terrazas escalonadas fluviales del río Manzanares en Calamuecos (Vaciamadrid), constituye una prueba evidente de que durante el Pleistoceno inferior, terrazas conservadas a +80-85 m y a +66 m, el río Manzanares drenaba este sector bajo del valle. Es también patente que la dirección actual del río Manzanares, y sus cambios de dirección de N-S a O-E en Perales del Río, ha sido la misma desde su instalación (nivel a +95 m) con depósitos de terrazas (Fig. 4). La causa de este trazado puede encontrarse en los sentidos de las pendientes regionales de las altas superficies construidas en el Plioceno (Fig. 1), hacia los colectores ya existentes de los ríos Jarama y Tajo. Estas direcciones primeras condicionaron también la disposición espacial de los glaciares encajados en las rampas y como consecuencia las orientaciones definitivas del Manzanares y de la depresión de Prados-Guatén. Por otro lado en esta depresión el control submeridiano se debe igualmente a los cambios laterales de facies miocenas que han dado lugar, por erosión durante el Cuaternario, a un valle asimétrico con facies arcóscicas y arenas micáceas al oeste y los carbonatos, yesos, margas y sílex en el lado este, mucho más resistentes a la denudación.

La hipótesis de Vaudour (1979), de colmatación de la depresión y posterior vaciado, aún siendo muy sugestiva, no se sostiene tampoco con los datos actuales. Sin embargo, sensiblemente paralelo a los ríos Guadarrama y Jarama se instaló un curso fluvial en la depresión Prados-Guatén durante el Pleistoceno inferior o en el Pleistoceno inferior-medio, teniendo

su cabecera quizás en el meridiano del glacis de Carabanchel Alto-Arroyo de Butarque, al sur de Madrid (Fig. 8). Este curso fluvial de unos 42 km de longitud tenía aproximadamente la mitad de recorrido del río Manzanares desde su nacimiento hasta su confluencia con el río Jarama en Vaciamadrid. La terraza a +15-40 m entre Esquivias y Yeles en la depresión de Prados-Guatén, (Silva *et al.*, 1988a y 1999), es un depósito conservado de esa antigua red que fue capturada en cabecera en el Pleistoceno medio avanzado o en el Pleistoceno superior inicial por el arroyo del Culebro (sistema actual Prados-Culebro), en beneficio del río Manzanares. La edad de este fenómeno de captura depende del carácter subsidente o no de la terraza a +30 m en Vaciamadrid.

Por último, el perfil de Calamuecos y el de Rivas-Vaciamadrid con sus secuencias de terrazas pueden ayudar a comprender el significado morfológico de los escarpes en materiales miocenos subhorizontales que bordean por la margen derecha al Manzanares y al Jarama, en parte como consecuencia de migraciones laterales de ambos ríos ya desde el Pleistoceno inferior y al fuerte control litológico-estructural a la erosión de los yesos, carbonatos y sílex que conforman esos taludes verticalizados, en Vaciamadrid y en la llanura aluvial de Arganda.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Consejería de Cultura, Dirección General de Patrimonio Histórico de la CAM, por el sostén económico de estas investigaciones. Igualmente a Manuel Santonja, Inmaculada Rus, Susana Rubio, Joaquín Panera y David Uribealrea por la lectura y comentarios a las primeras versiones de este trabajo. Por último a Ángel Martín-Serrano y Pablo Silva, por su detallada revisión que ha sido muy útil para mejorar el texto final del artículo.

Referencias

- Calvo, J.P., Alonso Zarza, A.M. y García del Cura, M.A. 1989. Models of Miocene marginal lacustrine sedimentation in response to varied source areas and depositional regime in the Madrid Basin, central Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 90, 199-214.
- Calvo, J.P., Alonso Zarza, A.M., García del Cura, M.A., Ordoñez, S., Rodríguez Aranda, J.P. y Sanz Montero, M.E. 1996. Sedimentary evolution of lake systems through the Miocene of Madrid Basin: Paleoclimatic and paleohydrological constraint. In: Friend, P.F. and Dabrio,

- J.C. (ed), *Tertiary Basins of Spain: The stratigraphic record of crustal kinematics*. Cambridge University Press. Cambridge, 272-277.
- Carro, S. y Capote, R. 1969. *Mapa Geológico de España a E. 1:50.000, Aranjuez (605), primera serie*, 2ª ed. IGME.
- Carrillo, L., Gisbert, J. y Arche, A. 1978. Modelo de sedimentación de la terraza baja (+18-20 m) del río Manzanares. *Estudios Geológicos*, 34, 549-552.
- Gaibar-Puertas, C. 1974. Descubrimiento de la terraza Würmiense en la margen izquierda del río Manzanares: aportaciones paleoclimáticas. Nuevos restos y testimonios del hombre madrileño prehistórico y protohistórico. *Estudios Geológicos*, 30, 235-252.
- Goy, J.L., Pérez-González, A. y Zazo, C. 1989. *Cuaternario y geomorfología del Mapa Geológico de España, E. 1:50.000, Madrid (559). 2ª serie*. IGME.
- Martín-Serrano, A., Maestro, A., Nozal, F., Salazar, A. y Suárez, A. 2005. *Mapa geomorfológico de España y del margen continental. Escala 1:1.000.000*. IGME. Madrid.
- Miall, A.D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits*. Springer. 575 pp.
- Obermaier, H. 1925. *El Hombre Fósil*. (2ª Reedición ampliada). Reedición facsimil. 458 pp. Ediciones Istmo, Madrid 1985.
- Pérez de Barradas, J. 1926. *Estudios sobre el terreno cuaternario del Valle del Manzanares (Madrid)*. Imprenta Municipal de Madrid, 135 pp.
- Pérez-González, A. 1971. Estudio de los procesos de hundimiento en el valle del río Jarama y sus terrazas (nota preliminar). *Estudios Geológicos*, 37, 317-324.
- Pérez-González, A. 1980. Geología y estratigrafía de los yacimientos de Áridos en la Llanura aluvial de Arganda (Madrid). En: Santonja, M., López, M. y Pérez-González, A. (ed), *Ocupaciones achelenses en el valle del Jarama*. Diputación Provincial de Madrid, 49-61.
- Pérez-González, A. 1982. *Neógeno y Cuaternario de la Llanura Manchega y sus relaciones con la cuenca del Tajo*. 179/32, UCM. Madrid, 787 pp.
- Pérez-González, A. 1994. Depresión del Tajo. En: Gutiérrez Elorza, M. (ed.), *Geomorfología de España*. Ed. Rueda, Madrid, 389-436.
- Pérez-González, A., Pinilla, L., Almorox, J., Benito, M., Gallardo, J., Aparicio, M.T., Sesé, C., Soto, E., Bógalo, M.C., Seller, T., Ruiz-Zapata, B., Parés, J.M., Rendell, N.M. and Santonja, M., 1997. Palaeoclimatic and Environmental study of Quaternary deposits in the River Tajo valley. (E.C.N.S.T.). *Palaeoclimatological revision of climate evolution and environment in W Mediterranean regions*, Brussels-Luxembourg, Part A, Task 2, 23-71.
- Pérez-González, A. y Uribelarrea, D. 2002. Geología del Cuaternario de los valles fluviales del Jarama y Manzanares en las proximidades de Madrid. *Zona Arqueológica*, 1, 302-317.
- Pérez Mateos, J. y Vaudour, J. 1972. Estudio mineralógico y geomorfológico de las regiones al sur de Madrid. *Estudios Geológicos*, 28, 201-208.
- Pinilla, L., Pérez-González, A., Sopena, A. y Parés, A. 1995. Fenómenos de hundimientos sinsedimentarios en los depósitos cuaternarios del río Tajo en la cuenca de Madrid (Almogera-Fuentidueña de Tajo). En: Aleixandre Campos T. y Pérez-González, A. (ed), *Reconstrucción de paleoambientes y cambios climáticos durante el Cuaternario*. Monografías del Centro de Ciencias Medioambientales, 3. CSIC, Madrid, 125-140.
- Prado, C. de. 1864. *Descripción Física y Geológica de la Provincia de Madrid*. Junta general de Estadística, Madrid, 219 pp.
- Riba, O. 1957. Terrases du Manzanares et du Jarama aux environs de Madrid. *INQUA V International Congress. Madrid-Barcelona, Livret guide de l'Excursions C2*, 5-55.
- Roquero, E. y Silva, P.G. 2004. Parada 6. Antiguos areneros de Pantoja de la Sagra. Depresión Prados-Guatén. Antiguos depósitos fluviales del Manzanares. En: Pérez-González, A., Silva, P.G., Roquero, E. y Gallardo, J. *Geomorfología fluvial y edafología de sector meridional de la Cuenca de Madrid (Toledo-Madrid). Itinerarios geomorfológicos por Castilla-La Mancha*. G. Benito y A. Díez Herrero (ed), VIII Reunión Nacional de Geomorfología, SEG, 35-40.
- Royo y Gómez, J., Menéndez Pugué, L. y Abbad, M. 1929. *Cartografía geológica y memoria de la Hoja Geológica a E. 1:50.000 de Madrid (559)*. 1ª Edición IGME.
- Rubio Jara, S., Panera, J., Martos, J.A., Santonja, M. y Pérez-González, A. 2002. Revisión crítica del Paleolítico de los valles del Manzanares y Jarama. *Zona Arqueológica*, 1, 338-357. Alcalá de Henares. Museo Arqueológico Regional.
- Rus, I. y Vega, L.G. 1984. El yacimiento de Arriaga: problemas de una definición actual de los suelos de ocupación. Primeras Jornadas de Metodología e Investigación Prehistórica. Ministerio de Cultura, Madrid, 387-404.
- Rus, I. 1987. El Paleolítico. 130 años de Arqueología madrileña, Consejería de Cultura de la Comunidad de Madrid, Madrid, 20-43.
- Shackleton, N.J. 1995. New data on the evolution of Pliocene climatic variability. In: Vrba, E.S., Denton, G.ri., Partridge, T.C. and Burckle, L.H. (ed), *Paleoclimate and Evolution with Emphasis on Human Origins*, 242-248. Yale University press, New Haven.
- Santonja, M., López, N. y Pérez-González, A. (ed.) 1980. *Ocupaciones achelenses en el valle del Jarama (Arganda, Madrid)*. Diputación Provincial de Madrid, 15-352.
- Silva, P.G., Goy, J.L. y Zazo, C. 1988a. Evolución geomorfológica de la confluencia de los ríos Jarama y Tajuña durante el Cuaternario (Cuenca de Madrid, España). *Cuaternario y Geomorfología*, 2, (1-4), 125-133.
- Silva, P.G., Goy, J.L. y Zazo, C. 1988b. Neotectónica del sector centro-meridional de la Cuenca de Madrid. *Estudios Geológicos*, 44, 415-427.
- Silva, P.G., Goy, J.L., Zazo, C., Hoyos, M. y Alberdi, M.T. 1988c. El valle del Manzanares y su relación con la Depresión Prados-Guatén durante el Pleistoceno inferior (Madrid, España). *Comunicaciones II Congreso Geológico de España*, 1, 403-406. Granada.
- Silva, P.G., Hoyos, M., Goy, J.L., Zazo, C., Rus, I. y Querol, A. (1989). El Valle inferior del Manzanares. *Libro Guía Excursión C-2, 2º Reunión Internacional del Cuaternario Ibérico*, Madrid, 42 pp.

- Silva, P.G., Palomares, M., Rubio, F., Goy, J.L., Hoyos, M., Martín-Serrano, A., Zazo, C. y Alberdi, M.T. 1999. Geomorfología, estratigrafía, paleontología y procedencia de depósitos arcósicos cuaternarios de la Depresión Prados-Guatén (SO Madrid). *Cuaternario y Geomorfología*, 13, 79-94.
- Silva, P.G. 2003. El valle inferior del Manzanares (Cuenca de Madrid, España). "Volumen homenaje a D. Manuel Hoyos". *Estudios Geológicos*, 59, 107-131.
- Silva, P.G. y Roquero, E. 2004. Parada 5. Cercanías del centro penitenciario Madrid III (Valdemoro). Depresión de los Gózquez. Bloque de La Marañosa-Espartinas Divisoria Jarama-Guatén. En: Pérez-González, A., Silva, P.G., Roquero, E. y Gallardo, J., *Geomorfología fluvial y edafología de sector meridional de la Cuenca de Madrid (Toledo-Madrid). Itinerarios geomorfológicos por Castilla-La Mancha*. G. Benito y A. Díez Herrero (ed). VIII Reunión Nacional de Geomorfología, SEG, 31-35.
- Sesé, C. y Soto E. 2002. Vertebrados del Pleistoceno del Jarama y Manzanares. *Zona Arqueológica*, 1, 318-337. Alcalá de Henares. Museo Arqueológico Regional.
- Vaudour, J. 1969. Dones nouvelles et hypothèses sur le Quaternaire de la région de Madrid. *Etudes et travaux de Méditerranée*, 8, 79-92.
- Vaudour, J. 1979. *La région de Madrid, altérations, sols et paléosols*. Francia. Ed. Ophrys, 5-390.
- Vegas, R., Pérez-González, A. y Míguez, F. 1975. *Mapa Geológico de España. E. 1:50.000, Getafe (582), 2ª serie*. IGME.
- 1994 (Revised Edition). *Munsell Soil Color Charts*. New Windsor. NY.

Recibido: diciembre 2005

Aceptado: agosto 2006