

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/382423924>

Tectónica Cuaternaria en el Valle del Tajuña (Cuenca de Madrid, España): Aspectos Geológicos y Geomorfológicos.

Article in *Revista Geotemas* · July 2024

CITATIONS

0

READS

82

7 authors, including:



Pablo G. Silva

Universidad de Salamanca

378 PUBLICATIONS 6,572 CITATIONS

SEE PROFILE



Miguel Angel Rodriguez-Pascua

Instituto Geológico y Minero de España. Institute of Geology and Mining of Spain

257 PUBLICATIONS 2,806 CITATIONS

SEE PROFILE



Maria Angeles Perucha

Instituto Geológico y Minero de España

111 PUBLICATIONS 456 CITATIONS

SEE PROFILE



Alicia Medialdea

National Research Centre on Human Evolution (CENIEH)

99 PUBLICATIONS 1,306 CITATIONS

SEE PROFILE

Tectónica Cuaternaria en el Valle del Tajuña (Cuenca de Madrid, España): Aspectos Geológicos y Geomorfológicos.

Quaternary Tectonics in the Tajuña Valley (Madrid Basin, Central Spain): Geological and Geomorphological markers.

P.G. Silva¹, M.A. Rodríguez-Pascua², M.A. Perucha², A. Medialdea³, Y. Sánchez-Sánchez¹, J. Elez¹
M.J. Muñoz Hernández¹, E. Roquero⁴

- 1 Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, Ávila-Salamanca. España. pgsilva@usal.es, j.elez@usal.es, [yolanda.ss@usal.es](mailto: yolanda.ss@usal.es)
- 2 Instituto Geológico y Minero de España (CSIC). C/Ríos Rosas 23, Madrid, 28003. España. ma.rodriguez@igme.es, ma.perucha@igme.es
- 3 Lab. Luminiscencia. Centro Nacional de Investigación sobre Evolución Humana (CENIEH), Burgos, España. alicia.medialdea@cenieh.es
- 4 Departamento de Edafología, E.T.S.I. Agrónomo, Universidad Politécnica Madrid, 28040 Madrid, España. elvira.roquero@upm.es

Resumen: El presente trabajo analiza la tectónica cuaternaria del Valle del Tajuña (Madrid) haciendo hincapié en el ensamblaje geomorfológico de superposición/solapamiento de los niveles de terraza más modernos (+8, +10 y +12m), y las características de los Escarpes en yesos (fallas) de unos 60 m de altura que los enmarcan. El análisis se completa con la datación OSL preliminar de los niveles de terraza deformados. Todos los datos apuntan a que esta zona es la más activa del interior de la Cuenca de Madrid, presentando una actividad sísmica y tectónica compatible con el colapso de la gran flexura litosférica NE_SO que atraviesa la cuenca.

Palabras clave: Tectónica Cuaternaria, Escarpes en yesos, Karst aluvial, Geocronología, Valle del Tajuña

Abstract: This paper analyses the Quaternary tectonics of the Tajuña Valley (Madrid) focusing on the geomorphological assemblage of onlapping/overlapping of the most modern terrace levels (+8, +10 and +12m), and the features of the 60 m high gypsum escarpments (i.e. vertical faults) that enclose them. The analysis is completed with preliminary OSL dating of these deformed terrace levels. All data suggest that this area is the most active in the interior of the Madrid basin, presenting a seismotectonic compatible with the collapse of the great NE_SW lithospheric flexure that traverses the basin.

Key words: Quaternary tectonics, Gypsum Escarpments, Alluvial karst, Geochronology, Tajuña Valley

MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

El Valle del Tajuña, tributario del Río Jarama por su margen izquierda, se sitúa en la zona central de la Cuenca Neógena de Madrid. Posee una dirección general NE-SO, subparalela a la de los ríos Tajo (al Sur) y Henares (al Norte) así como al límite meridional del Sistema Central, que desvela el gran control estructural de las direcciones de drenaje en esta Cuenca (Silva et al., 1988a). El Tajuña se encuentra encajado en la superficie divisoria de los ríos Henares y Tajo materializada en los afloramientos centrales de la Caliza del Páramo que dan lugar a las denominadas mesas de la Alcarria al norte y de Chichón al sur (Fig. 1). Más al sur de estos afloramientos se encontraría la denominada Mesa de Ocaña que enlazaría con los afloramientos de estas calizas lacustres en la Llanura Manchega. El techo de estas calizas finimiocenas y rellenos pliocenos asociados conforman la denominada “Superficie del Páramo” la cual presenta regionalmente un abombamiento NNO-SSE subparalelo al Sistema Central sobre cuyo eje se encaja o colapsa el valle del Tajuña (Silva et al., 2018a; De Vicente et al., 2007; Giner et al., 2012). El Tajuña constituye el sistema fluvial de instalación más reciente en la zona central de la Cuenca de Madrid encajándose en la terraza de +60 m del río Jarama en el entorno de Titulcia (Silva et al., 1988b). Esta terraza se registra en las inmediaciones de esta población

y colgada sobre los escarpes en yesos que delimitan el valle en toda su extensión.

Datos geocronológicos y paleomagnéticos regionales indican que este nivel de terraza registra la inversión magnética Matuyama-Brunhes, es decir el tránsito Pleistoceno Inferior-Medio (Pérez-González et al., 2013; Silva et al., 2017). Así pues, el colapso generalizado que acompaña el encajamiento e instalación definitiva del valle del Tajuña, se puede situar poco después del mencionado tránsito, ya entrado el Pleistoceno Medio. Retazos de esta terraza colgada del Jarama están constituidos mayoritariamente por gravas de cuarcita procedentes del Sistema Central y contrastan notablemente con los depósitos del Tajuña constituidos fundamentalmente por gravas calcáreas muy cementadas de procedencia Cordillera Ibérica (Silva et al., 1988b).

No obstante, en estas zonas los elementos geomorfológicos dominantes son las amplias vertientes de sustitución tipo glaciares que articulan el encajonado Valle del Tajuña con la Superficie del Páramo. Estas vertientes de sustitución delinean amplias valladas de morfología en artesa de hasta 7 km de anchura, sobre las que se encaja el actual valle del Tajuña de unos 2,5 km de anchura. De hecho, el Valle del Tajuña representa el colapso de la charnela de radio kilométrico que afecta al

conjunto del relleno sedimentario de la Cuenca (Fig. 1) y que es reflejo de la flexura litosférica al Sur del Sistema Central que ha controlado la evolución paleogeográfica y sedimentaria de la Cuenca de Madrid a lo largo del Mioceno (De Vicente et al., 2007). La flexura litosférica controla los sistemas de fallas cuaternarias y tectónica activa y la sismicidad en el conjunto de la Cuenca (Giner-Robles et al., 2012). En este trabajo se presentan datos geomorfológicos y geocronológicos preliminares que permiten caracterizar la actividad tectónica cuaternaria a lo largo del Valle del Tajuña y su relación con los procesos de karstificación y halocinesis con las facies evaporíticas miocenas.

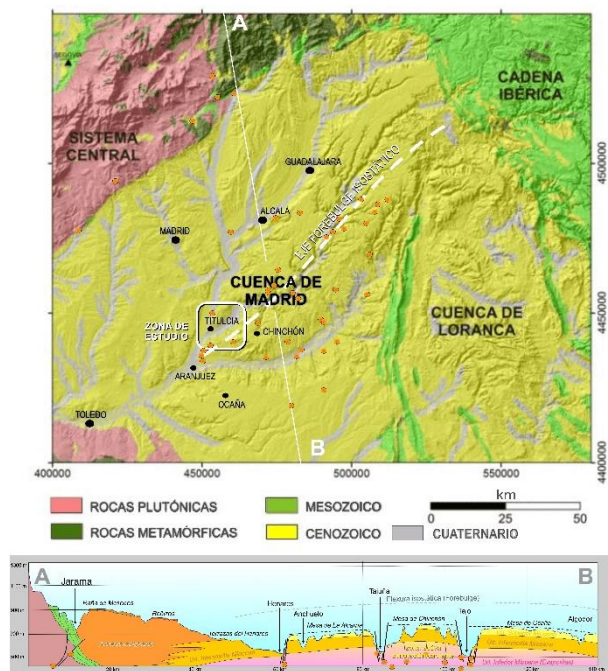


FIGURA 1. Esquema geológico simplificado de la Cuenca de Madrid mostrando la ubicación de la zona de estudio y sismicidad instrumental más importante (círculos). Abajo: corte geológico esquemático de la disposición de las unidades miocenas y valles cuaternarios en relación a la flexura litosférica o forebulge isostático del Sistema Central.

GEOMORFOLOGÍA

El análisis realizado en este trabajo se centra en la zona de confluencia del Valle del Tajuña con el del Jarama. Los marcadores geomorfológicos indicadores de actividad tectónica se agrupan en los siguientes conjuntos: (1) dispositivo de superposición y solapamiento de los sistemas de terraza más recientes ($\leq +20$ m) que ocupan el valle actual; (2) deformaciones sinsedimentarias en estos niveles fluviales; (3) Escarpes en yesos y anomalías geomorfológicas ligadas a procesos de colapso y deformación abruptos; (4) deformaciones activas y anomalías en la llanura de inundación actual.

(1) Terrazas. En el interior del valle, las terrazas más recientes se encuentran a +20 m (T1), +15m (T2), +12m (T3), +10m (T4), +7-8m (T5) más dos niveles anómalamente escalonados de llanura de inundación que se encuentran a +5m y +2-3m sobre la llanura de inundación del Jarama. Todos los niveles se encuentran solapados y en su mayoría engrosados y superpuestos resultando en potencias vistas de hasta 8 m. Todos los

niveles se desarrollan sobre las facies evaporíticas (yesos sacaroides y arcillas yesíferas) de la Unidad inferior Miocena. En el vecino Jarama estas terrazas bajas pueden alcanzar hasta los 20 m de potencia. En el Tajuña la terraza de +20 m aparece fuertemente cementada, fracturada y en su mayoría troceada y colapsada en grandes bloques de decenas de metros a lo largo de la margen derecha del Tajuña en el entorno de Titulcia (Rubio y Silva, 2010). En el Jarama los depósitos basales de la terraza de +15-20 m han librado fauna de *Elephas antiquus* lo que le relaciona con las terrazas engrosadas complejas del Jarama (Arganda TCB) y Manzanares (Arriaga-Prerresa TZM) con industria fundamentalmente achelense situada a +18-20 m. Múltiples dataciones TL, OSL, ESR y AAR en estas terrazas complejas de la región de Madrid sitúan sus niveles basales en el MIS 9 – MIS 8 (ca. 200 a 300 ka; Silva et al., 2013; Moreno et al., 2019; Panera et al., 2019). No obstante, los niveles superiores de estas terrazas engrosadas, similares a las que aparecen en el Tajuña pueden alcanzar el MIS 5 e incluso MIS4 (Moreno et al., 2019). Todas las terrazas del Tajuña se encajan en el nivel de +15-20 m del Jarama y por tanto deben presentar cronologías más modernas asimilables como máximo al MIS5. Dentro del Valle las terrazas más desarrolladas corresponden a las de +12 y +10 m las cuales se encuentran solapadas o incluso superpuestas. Los afloramientos de estas terrazas en la margen izquierda del valle presentan numerosas deformaciones presentando fallas normales y plegamientos muy laxos.

(2) Deformaciones Sinsedimentarias. Estas son evidentes en los afloramientos de las terrazas de +12 y +10 m. Las deformaciones y ondulaciones de las superficies que presentan estas terrazas pueden interpretarse como consecuencia de fenómenos de fracturación subparalelos a los escarpes en yesos asistidos por procesos de subsidencia y disolución kárstica en las facies evaporíticas subyacentes. Fallas y flexuras se disponen en dirección ENE-OSO a NE-SO. Las fallas por lo general poseen saltos inferiores a un metro y desarrollan pequeños pliegues de arrastre produciendo ligeras reordenaciones en las gravas afectadas (Fig. 2). Los surcos generados por las flexuras están rellenos de limos y arcillas suavemente combados por fenómenos de subsidencia kárstica (colapsos y *sagging*) en los yesos infrayacentes. En ocasiones los limos poseen un contenido en materia orgánica muy importante con gasterópodos y rizolitos y concreciones calcáreas (Fig. 3). Estos depósitos responden a zonas subsidentes dentro de las antiguas llanuras de inundación y a depósitos palustres (limos oscuros) constituyen a facies de lagunas. Las laxas deformaciones acompañantes indican que se trataría de pequeñas dolinas de hundimiento o subsidencia consecuencia de un karst aluvial cubierto en los yesos miocenos infrayacentes. Estas deformaciones sinsedimentarias crean complejos ensamblajes de superposición y solapamiento de las distintas unidades sedimentarias que conforman las terrazas de +8, +10 y +12 m (Fig. 3). En todos los casos las directrices estructurales de fallas, pliegues y flexuras que afectan a los materiales fluviales



FIGURA 2. Detalle de las deformaciones sinsedimentarias en la terraza de +10 m del Tajuña en las proximidades de Titulcia durante su muestreo para datación OSL.

son subparalelas a las grandes líneas de falla (NE-SO) que condicionan los escarpes en yesos que enmarcan los valles. En ocasiones los fenómenos de subsidencia son tan acusados que los niveles más antiguos pueden presentar altimetrías relativas inferiores a los más modernos, como ocurre en la margen izquierda del Tajuña. Estos procesos kársticos continúan activos en la actualidad. Multitud de dolinas aluviales de importantes dimensiones que se sitúan a lo largo del pie de los escarpes en yesos de la margen izquierda del valle entre Titulcia y Morata de Tajuña. La más importante de estas depresiones es la Laguna de San Juan que actualmente presenta una zona lagunar activa, dando cuenta de la actividad presente de los procesos de disolución en el karst aluvial cubierto de los yesos miocenos infrayacentes.

(3) Escarpes en Yesos. Estos son una característica casi exclusiva de la zona central de la Cuenca de Madrid, donde los valles del Jarama, Manzanares, Tajo y Tajuña se encuentran delimitados por estos en prácticamente todo su recorrido (Silva et al., 1988a). Estos poseen longitud kilométrica y presentan desniveles de entre 80 y 60 m, quedando colgadas las terrazas más altas (≥ 60 m) sobre ellos. En el caso del Tajuña solo en el sector de desembocadura aparecen terrazas colgadas, pero se tratan de las terrazas altas del Jarama. Aguas arriba los

únicos depósitos son los amplios glaciares de sustitución que articulan los escarpes con la “Superficie del Páramo” de las Mesas de La Alcarria y Ocaña (Fig. 1). En la zona de estudio el valle es netamente asimétrico presentando los escarpes en yesos a lo largo de la margen izquierda (Sur del Valle). En estos escarpes subverticales se registra todo un elenco de formas tectónicas, gravitacionales y kársticas que atestiguan la peligrosa dinámica actual de los mismos.

Sobre estos escarpes los tributarios de mayor recorrido conforman desembocaduras en forma de “cuello de botella”, mientras que los de menor recorrido que dan completamente colgados (*perched*) sobre los escarpes (Fig. 4). También son características la formación de facetas triangulares de falla que denotan su origen tectónico ya que se encuentran afectando a los yesos sacaroideos subhorizontales de la Unidad Inferior Miocena (Fig. 1). Las líneas de fractura subverticales son comunes a lo largo de los escarpes y a favor de ellas se producen importantes fenómenos de vuelco y desplome. Estos procesos conforman una importante franja coluvial al pie de los escarpes que incluyen gigantescos bloques de yesos de decenas de metros y centenas de m³, que podrían clasificarse como “*mega-colluvial wedges*” asociadas a las fallas que definen los escarpes (Fig. 4). A pesar del importante desarrollo de estas formaciones todavía se observa la parte superior del escarpe libre (*free-face*) de estas fallas, lo que nos indica el carácter activo de los procesos de elevación y subsidencia diferencial ligada a estos escarpes.

Los escarpes no son un elemento lineal único, sino que conforman una especie de zona de falla, de hasta 120 m de anchura, definida por múltiples líneas de fractura y/o fallas a veces anastomosadas. A favor de esta zona de falla en la parte superior de los escarpes (bloque levantado) se producen importantes procesos de karstificación siendo importante la presencia de dolinas y uvalas alargadas a favor de la zona de falla. Localmente las dolinas son de colapso, presentando depresiones abiertas de 15-20 m de diámetro y hasta 30 m de profundidad. En la zona estudiada el escarpe de la margen izquierda del Tajuña tiene una longitud lineal de aproximadamente 22 km, pero de forma segmentada se continua bastante más al norte de Morata de Tajuña completando prácticamente 75 km lineales.

Mientras las facetas triangulares, los valles colgados y los escarpes libres se relacionan con el proceso abrupto que dio génesis a estos escarpes durante el Pleistoceno

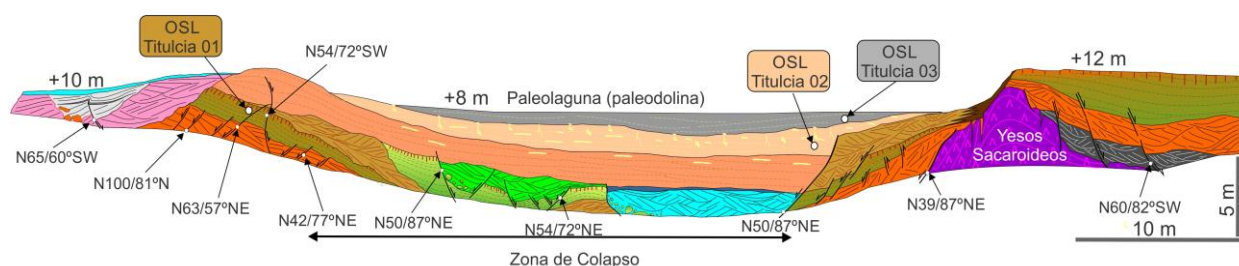


FIGURA 3. Ensamblaje geomorfológico de las diferentes unidades sedimentarias que conforman los niveles de +8, +10 y +12 m del Río Tajuña en su zona de confluencia con el Jarama en las antiguas canteras de la margen izquierda del valle en los alrededores de Titulcia. Se indica la posición relativa de las muestras OSL y direcciones y buzamientos de las fallas más significativas.



FIGURA 4. Vista aérea (Dron) de la zona de falla que define los escarpes en yesos de la margen izquierda del Tajuña en el entorno del Espacio Natural Protegido de la Laguna de San Juan (Chinchón). En la vista también se observa la parte superior del escarpe libre de la línea de fractura y las importantes formaciones coluvionares que se generan a su pie.

Superior. Los procesos kársticos y de vertiente están relacionados con la erosión y degradación de estos. A pesar de ello los escarpes mantienen una linealidad muy relevante con índices de sinuosidad (S_{mf}) en torno a 1,09 y ratios de anchura/altura de Valle (V_f) $\leq 0,1$, todos ellos indicativos de tectónica activa. Los ratios V_f se han obtenido mediante digitalización de la red de drenaje en 16 arroyos del sector estudiado (Muñoz Hernández, 2021). Estos importantes escarpes coinciden con la localización de la sismicidad instrumental más importante en el interior de la Cuenca de Madrid en la que los mecanismos focales de los eventos más someros (< 10 km profundidad) poseen mecanismo de falla normal (Giner-Robles et al., 2012). Estos datos indican que no se trata meramente de fenómenos gravitacionales, sino que su origen presenta un enraizamiento más profundo relacionado con la importante flexura litosférica NE-SO que abomba el conjunto de unidades miocenos y superficies geomorfológicas del interior de esta cuenca (Fig. 1).

GEOCRONOLOGÍA

Para el presente trabajo se han muestreado los niveles solapados de +10 y +8 m del Tajuña en fin de proveer datos numéricos geocronológicos. Las muestras están actualmente en proceso de datación por Luminiscencia Ópticamente Estimada (OSL) en los laboratorios del CENIEH. Su localización y posición relativa respecto a las unidades sedimentarias de las terrazas bajas del Tajuña se puede observar en las figuras 2 y 3. Datos regionales indican que las edades estarían entorno al MIS5-MIS4 (c. 100 – 40 ka)

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el proyecto de investigación I+D+i PID2021-123510OB-I00 (USAL) del MICIN AEI/10.13039/501100011033/

REFERENCIAS

- De Vicente, G., Vegas, R., Muñoz-Martín, A., Silva, P.G., Andriessen, P., Cloetingh, S., González-Casado, J.M., Van Wees, J.D., Álvarez, J., Carbó, A. y Olaiz, A. (2007): Cenozoic thick-skinned and topography evolution of the Spanish Central System. *Global and Planetary Change* 58: 335–381.
- Giner-Robles, J. L., Pérez López, R., Silva, P. G., Jiménez Díaz, A. y Rodríguez Pascua, M. A. (2012): Recent tectonic model for the Upper Tagus Basin (central Spain). *Jour. Iberian Geology*. 38: 113-126.
- Moren, D., Duval, M., Rubio-Jara, S., Panera, J., Bahain, J.J., Shao, Q., Pérez-González, A. y Falgueres, C. (2019): ESR dating of Middle Pleistocene archaeo-paleontological sites from the Manzanares and Jarama river valleys (Madrid basin, Spain). *Quaternary International*, 520: 23-38.
- Muñoz Hernández (2021): *Geomorfología Tectónica del Valle del Tajuña (Cuenca de Madrid, España)*. TFM Geología, USAL. 47 pp.
- Panera, J., Rubio-Jara, S., Pérez-González y A. Eds. (2019): A fundamental archive for the European Pleistocene: The Manzanares and Jarama valleys (Madrid, Spain). *Quaternary International*, 520: 109.
- Pérez-González, A., Gallardo, J.L., Uribelarra, D., Panera, J. y Rubio-Jara, S. (2013). La inversión Matuyama-Brunhes en la secuencia de terrazas del río Jarama entre Velilla de San Antonio y Mejorada, al SE de Madrid (España). *Estudios Geol.* 69: 35–46.
- Silva, P. G., Goy, J. L. y Zazo, C. (1988a): Neotectónica del sector centro-meridional de la Cuenca de Madrid. *Estudios Geológicos*, 44: 415 – 427.
- Silva, P. G., Goy, J. L. y Zazo, C. (1988b): 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., López-Recio, M., Tapias, F., Roquero, E., Morín, J., Rus, I., Carrasco, P., Rodríguez Pascua, M.A. y Pérez-López, R., (2013): Stratigraphy of the Arriaga Palaeolithic settlements in the lower Manzanares valley (Madrid, Spain). *Geomorphology* 196: 138-161.
- Silva, P.G., Roquero, E., López-Recio, M., Huerta, P. y Martínez-Grana, A. (2017): Chronology of fluvial terrace sequences for large Atlantic rivers in the Iberian Peninsula (Tagus and Duero basins, Central Spain). *Quaternary Science Reviews*, 166: 188-203.
- Rubio, F. y Silva P.G. (2010). *Mapa Geológico de España 1:50.000. hoja nº 605 (Aranjuez)*. Cartografía y Memoria Geomorfológica. IGME, Madrid.