

# LA TOBA DE ALCUBILLA

Luis Vicente García Merino

## 1 Ubicación y descripción del entorno

Situada a 6 km del Burgo de Osma, la formación tobácea de unos 8 m de potencia defiende el cerro cónico a cuyos pies se aloja el núcleo de Alcubilla del Marqués, cuyas bodegas escalan las pendientes laderas del Cerro que culmina a 939 m de altitud, sobre la Toba.

A unos 200 m al Este, se levanta el Cerro de Trascastro, un cerro testigo en materiales miocenos, protegido por una capa de calizas, que culmina a 998 m. Hacia el Este del cerro, la caída periclinal del pliegue de Burgo de Osma se sumerge bajo el Terciario del cerro, quedando fosilizado.

Al Norte, Oeste y Sur del cerro se abre un valle, por el que entre otros, corre el arroyo Madre, que surte las huertas del pueblo, con recorrido aproximadamente NE-SO, desde su nacimiento, a unos 5 km al NE de Alcubilla, hacia el Duero, donde desemboca a unos 500 m de la localidad de Pedrajas de San Esteban.

El valle, donde el lecho mayor del arroyo queda encajado, se ensancha para abrirse hacia el amplio valle del Duero al superar la localidad de Alcubilla.

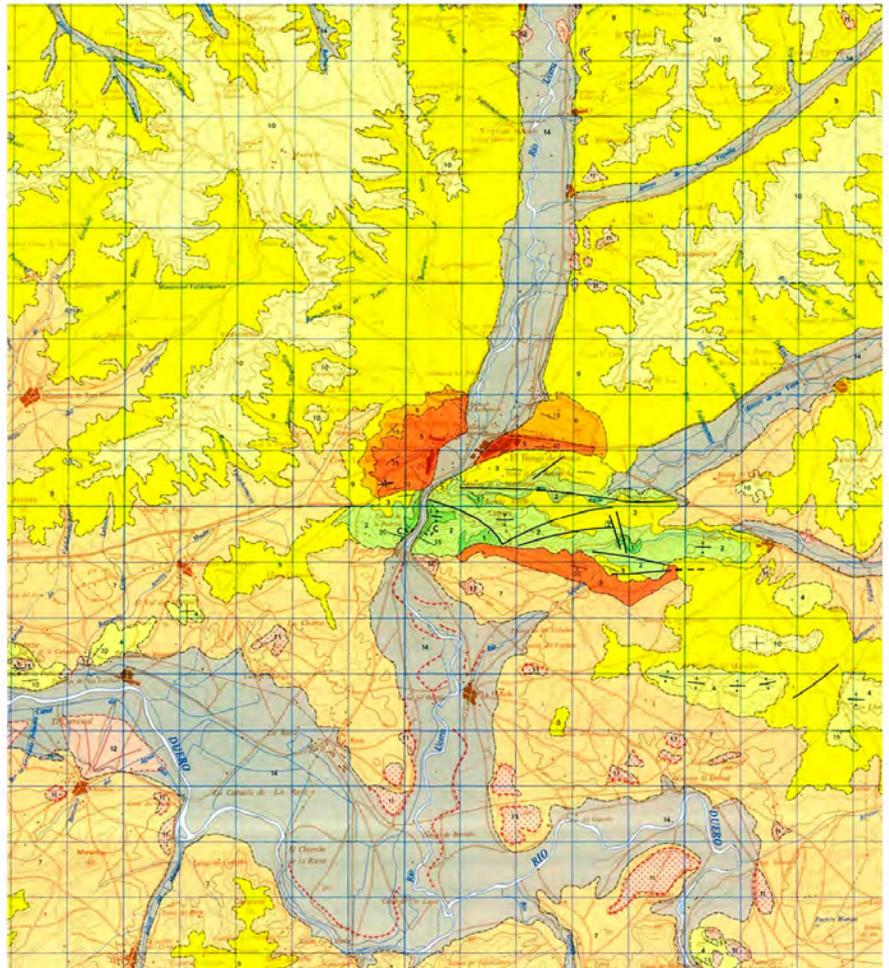


Fig. 1 Entorno de Alcubilla del Marqués. Extracto del Mapa E 1:50.000 hoja 377

Hacia el Norte las alturas que dominan el valle con unos 1000 m de altitud, están protegidas por un manto de materiales que recuerdan una alta terraza o raña sobre arcillas miocenas, mientras que, hacia el Oeste, es una serie de niveles sobre materiales miocenos más competentes lo que define estas alturas.

## 2 Contexto geológico

El área en que se encuentra la toba corresponde al umbral de Burgo de Osma, un umbral cretácico apoyado, probablemente, sobre un bloque levantado que prolonga el bloque de la Serrezuela de Pradales (GARCÍA MERINO, 1968). El umbral separa la cuenca del Duero de la Cuenca de Almazán y asociados a él están los numerosos pliegues cretácicos que, descubiertos por la erosión, afloran por toda el área, entre los que destaca el de Burgo de Osma. Aunque este umbral fue fosilizado por los depósitos terciarios, el espesor de los mismos es reducido de modo que las elevaciones de eje de los anticlinales cretácicos de mayor altitud apenas quedaron cubiertas e incluso asomaban entre los sedimentos miocenos enrasando con la culminación de estos,



### LEYENDA

CUAT.	Holoceno	12	13	14	14 Arena, gravas y arcillas (Aluvial)
	Pleistoceno	11			13 Arcillas, arenas, gravas y cantos angulosos (Coluviones)
Terciario	Plioc.	Medio	10		12 Arena, cantos, gravas y arcillas (Conos de deyección)
		Inferior	9	8	11 Gravas y cantos de cuarzo y cuarzo matriz arenosa (Terrazas)
	Mioceno	Superior	7		10 Cantos silíceos sueltos y arenas
		Medio			9 Conglomerados mixtos
Cretácico	Superior	Inferior	6		8 Conglomerados calcáreos
		Paleogeno	5		7 Areniscas, arcillas y carbonatos
		Campaniense	3	4	6 Brecha calcárea y margocalizas
		Santoniense	2		5 Areniscas amarillentas
		Coniaciense	1		4 Piso compresivo de 2 y 3
					3 Fm. Dolomías, margas dolomíticas y calizas de Santo Domingo de Sotos
					2 Fm. Calizas de Burgo de Osma
					1 Fm. Calizas nodulosas de Horteuzuelos y Fm. Calizas de Hontoria del Pinar

Fig. 2 **Encuadre Geológico**. Extracto del Mapa Geológico de España E 1: 50.000 hoja 377

como sucede con el de Burgo de Osma, cuya chanela aparece cepillada por la erosión. En el resto de los pliegues anticlinales, la cobertera tenía un espesor de 30 a 50 m, de modo que la erosión ha descubierto la mayor parte de ellos, que han sido cortados por sobre-imposición en estrechas cluses (hoces en la terminología local) o bien incisiones sub-adaptadas a la topografía o a fracturas. El resto de los materiales cretácicos, sinclinales y pliegues de menor nivel de eje aún siguen cubiertos por el terciario y solo en el valle del Duero, donde la incisión es más profunda, afloran algunos asomos cretácicos.

El Mioceno está representado por el Vallesiense que ocupa la mayor parte del afloramiento visible, caracterizado por depósitos de arcillas arenosas, margas, algunas gredas y gravas en capas alternantes y algún banco calcáreo. Sobre el Vallesiense aparece el Turolense, que remata la formación con un banco de calizas de 10-15 m de potencia. Debe advertirse que el Cerro Trascastro, Al Este de Alcubilla es el límite oriental del banco calcáreo en este sector al norte del Duero, aunque por la margen meridional se encuentra de nuevo más al Este, como puede apreciarse en Gormaz.

Sobre el mioceno, al Norte, el Turolense es sustituido por un depósito de arena y cantos rodados de 8-10 m de potencia que descansa sobre arcillas y arenas (GARCIA MERINO, 1968; ARMENTEROS Y CORROCHANO, 1983). Estos materiales que culminan a 1020-1040 m (el mismo nivel de la culminación Turolense y del pliegue de Burgo de Osma, altitud que se supone la culminación de los depósitos terciarios), han sido muy discutidos desde hace tiempo (PALACIOS, en 1890, los interpreta como diluviales) pues para unos son depósitos finales del ciclo sedimentario del Neógeno (GARCÍA MERINO, 1968, RAMOS et al, 1989; mientras que otros piensan que son depósitos de tipos raña (SÁENZ GARCÍA, 1957; ARMENTEROS Y MEDIAVILLA, 1997; HOYOS et al, 1973); un tercer grupo los considera como terrazas (HERNÁNDEZ PACHECO, 1928; SANZ, 2001), si bien no hay cursos actuales o testigos de cursos antiguos que pudieran haberlos formado como tales; para cuarto grupo de autores se trata de abanicos aluviales de cursos ramificados del tipo de los fanglomerados (ARMENTEROS y CORROCHANO, 1983), aunque parecen demasiado extensos, especialmente considerando la distancia que alcanzan desde que los cursos que los alimentaban llegaban a la llanura; por último, en la Memoria de la hoja 377 (1988) del mapa geológico (pp.19-20), se interpretan como *debris flow*, apoyándose en que suponen que el sustrato de esta formación forma una pendiente entre 1020 y 980 m.

Por último, aparecen las terrazas fluviales que si bien inicialmente se estimaban en 4 niveles (HERNÁNDEZ PACHECO, 1932; HOYOS, 1973), más tarde se distinguían 7-8 referidas al Ucero (*Memoria Magna* 377, 1988) actualmente se considera un total de 20 (RODRÍGUEZ GARCÍA Y PÉREZ GONZÁLEZ, 2002). En el cuadro adjunto se recogen para el área que estudiamos, las terrazas, edades estimadas y niveles relativos y absolutos a la altura del Duero cerca de Alcubilla, según el resumen que RODRÍGUEZ GARCÍA (2008) establece para la Zona de Osma y Ucero.

**Niveles de Terrazas en el sector Osma Burgo de O.  
Según RODRÍGUEZ GARCÍA (2008) Modificado**

<b>Edad supuesta</b>	<b>Nivel</b>	<b>Altitud. relativa, m</b>	<b>Alt. absoluta, m</b>
Holoceno	20	3,5 - 4 (lecho >)	867 - 868
10 k años	19	5 - 7	869 - 870
Pleistoceno Superior de 10k a 120 k años	18	-	
	17	8 - 9	872-873
	16	12-13	876-877
	15		
<b>128 K (B)</b>	14	17-19	881-883
Pleistoceno Medio 130 k años 700K años	13	22-26	886-888
	12	28-31	892-895
	11	34-35	898-899
	10	40-43	904-907
	9	47-50	911-914
	8	57-59	921-923
<b>780 K (M)</b> Pleistoceno inferior >780 K años	7	75-80	939-944
	6	90-100	950-964
	5	105-115	969-979
	4	125	989

En cuanto a la composición, están formadas por depósitos de cantos rodados de cuarcita o conglomerado (los cantos de caliza solo son significativos en los ríos cortos, nacidos en el Cretácico de la Sierra de Cabrejas o Altos de Ucero) donde la fracción dominante es 2,5 a <5 cm en el eje mayor, para las terrazas más altas, mientras que en las más bajas se pasa a 5 y >5 cm (RODRÍGUEZ GARCÍA, 2008). A las terrazas hay que añadir las llamadas barreras o formaciones travertínicas (RODRÍGUEZ GARCÍA, 2008), en realidad terrazas de toba o *fluvial crust* (PENTECOST (2005). RODRÍGUEZ GARCÍA (2008), señala depósitos de este tipo en el río Ucero (en Sotos del Burgo) y en el río Fuentepinilla (en Fuentelarbol). Yo los he visto, formando una terraza del Duero, en Aguilera y en las proximidades de Andaluz, en el río Fuentepinilla. Pienso que se han formado en un rápido de un curso cargado de carbonato por proceder de afloramientos en el cretácico, como es el caso del Ucero, donde la aceleración del curso y el pequeño salto aerea y desgasifica el agua, precipitando el carbonato. Tras una primera barrera, se incrementa el salto y la toba crece formando una terraza.

Cabe plantear si los afloramientos cretácicos del umbral de Burgo de Osma han podido alimentar de carbonato alguno de estos cursos. Sin embargo, no aparecen en estos pliegues exhumados cuevas o simas que permitan suponer un endokarst significativo, apenas se esboza un karts de superficie más allá de lapiaces o pequeñas depresiones de disolución, dominando en estos afloramientos calcáreos la crioclastia y muestras locales de cepillado (allanamiento) en las cumbres. Pienso que se debe fundamentalmente a que han sido fosilizados muy pronto, de modo que las cavidades que hubieran podido formarse a comienzos del Terciario han sido rellenadas (MEMORIA MAGNA hoja 377, 1988) y recubiertos, después, por una formación predominantemente arcillosa, no han tenido tiempo de desarrollar un sistema kárstico evolucionado. Según la Memoria del mapa geológico 377 (1988) el inferoflujo kárstico actual está alimentado por los pequeños ríos que los cortan, los cuales ceden agua al cretácico y la toman de los mantos aluviales que atraviesan, salvo en el caso del Duero (no olvidar que está en el nivel más bajo) que recibe una notable alimentación de surgencias en Fuentes Grandes y en la Hoz de Gormaz que en realidad están conectados con el bloque cretácico de Vildé. Salvo estos dos casos hay pocas surgencias significativas en la "pedrizas" (afloramientos cretácicos) de esta zona.

### 3 el relieve

El valle del arroyo Madre, relativamente estrecho en la cabecera, se abre en abanico a partir de Alcubilla sobre la amplia terraza del Duero de La Rasa. En esa llanura quedan algunos restos de terrazas correspondiente al nivel 12 y quizá algunas más antiguas, adosadas a la ladera SO del cerro Trascastro, con restos de toba y calcarenita, que por su altitud, 925-30, podrían corresponde al nivel 7. Adosado a la ladera occidental del cerro Trascastro aparece un conglomerado con cantos menores de 6 cm, con predominio de los de 2-3 y muy reducida presencia de cantos mayores, cuya altitud de 930 m sugiere incluir esta formación entre las terrazas de nivel 7 y la relaciona con la toba. Además, hacia Pedrajas de San Esteban afloran materiales cretácicos que pueden tener relación con el bloque de Vildé.

Por lo demás, el relieve se resuelve en un sistema de superficies colgadas, asociadas a un nivel más resistente, a cuyos pies suelen aparecer glacis más o menos extensos que enlazan unos niveles con otros. Sobre estas superficies destacan, culminantes, las defendidas por calizas Turolenses en el Cerro Trascastro y las correspondientes a los depósitos "rañoides" situadas al Norte. Dada la escasa competencia de los materiales de las laderas, el acarreamiento es importante y llega a formar un sistema de surcos y crestas de dragón en las zonas más altas del Norte (GARCÍA MERINO, 1968). No dejan de destacar a pesar de su escaso relieve los conos de deyección de los arroyos al acceder a la llanura.

La formación de Toba que nos ocupa, defiende un cerro cónico de laderas con fuerte pendiente que, en una distancia de apenas 90 m, se eleva alrededor de 40 m, de los cuales los últimos 8 o 10 corresponden a la toba que da un cantil subvertical.

Al Este, el cerro Trascastro fosiliza el descenso periclinal

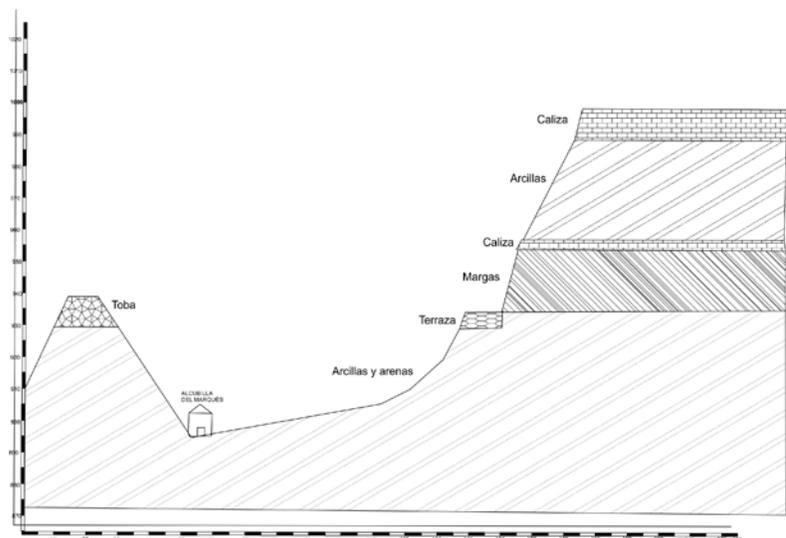


Fig 3 **Corte Oeste-Este desde el cerro de Alcubilla a la cumbre del cerro Trascastro.** Escala horizontal 1/3; vertical 1:1

del pliegue de Burgo de Osma, de manera que las calizas santonienses aparecen a menos de un km de la localidad de Alcubilla bajo las arcillas y arenas vallesienses. Al Sur de Alcubilla destacan algunos retazos de terrazas correspondientes al nivel 8 o 9, así como afloramientos calcáreos algo más bajos en la proximidad de Pedrajas de San Esteben que debe a ellos su nombre. Igualmente corresponden al nivel 7 los rellanos que forman la ladera occidental del valle del arroyo Madre. Al Este de Alcubilla. Adosado a la ladera del cerro Trascastro, aparecen restos de una terraza de nivel 7, entre 930 y 936 m de altitud, que corresponde al nivel de la toba

#### **4 La Toba**

La formación tobácea tiene un tamaño de 50 m. en el eje mayor y unos 30 en el eje menor, con una potencia de 9 m. como máximo, aunque tanto su asentamiento como su culminación son irregulares, pues presenta sectores que se han fracturado y reposan sobre un área sobreexcavada en el material subyacente o bien se han separado cayendo bajo el nivel del asiento. Culmina a 939 m. Reposo, en parte, al Norte, sobre las arcillas gredosas de edad Vallesiense medio, mientras que al Sur reposa sobre un material fluvial, de terraza, representado por lechos estratificados y gravas de cantos de reducido tamaño que puede corresponder, por su altitud al nivel 7, aunque su potencia apenas supera los 50 cm y en algunos lugares donde es visible resulta aún menor.



Fig 4 Estratificación fluvial bajo la toba



Fig 5 depósitos de terraza bajo la toba

En cuanto a su composición, presenta una estructura compleja que sugiere un intermedio entre terraza y toba. Desde el punto de vista de la formación de toba ofrece los característicos restos de troncos y material vegetal de buen tamaño, que

indican no solamente la precipitación de toba, sino también una energía considerable, pues algunos restos vegetales tienen cierto tamaño, aunque no parece haber grandes troncos, armando toda esta masa vegetal aparece toda la característica masa de precipitación calcárea porosa y oncoides. Además, presenta numerosas oquedades y tubos, evidencia de una importante disolución que corrobora la existencia de una dolina en la superficie culminante. Pero, por otra parte, hay lechos de arena, estratificación cruzada y depósitos de cantos de matriz fina, no mayor de 2 cm de eje, que rellenan los huecos (vid fotos 6 y 7).



Fig 6 restos vegetales y oquedades



Fig 7 Relleno de cavidades

Estos rasgos hacen pensar más que en una cascada en una barrera y terraza tobácea o *fluvial crust*. Alguna irregularidad en el cauce, produce un pequeño salto del agua que precipita carbonato, poco a poco va formando una barrera, aguas abajo de la cual puede formarse una cascada que precipita más toba configurando una terraza. Aguas arriba de la barrera se producen depósitos, lo



Fig. 8 En la foto De Satélite se aprecia la dolina, en tono más oscuro en el centro de la formación. Imagen procedente de Google Earth.

que incrementa el volumen de la terraza. En épocas de aguas bajas, cuando hay pocos aportes de carbonato, pues el lugar está lejos de las fuentes, se produce disolución y aumentan las oquedades. Cuando hay crecidas el agua, forzada a saltar la barrera, arrastra materiales de escaso tamaño, pequeños cantos y arenas que rellenan los huecos de la Toba. Según la tipología de formaciones travertínicas de PENTECOST (2005), reúne muchas de las características de lo que llama *fluvial crust*.



Fig. 9 Oncoides

Mientras esto se produce, el Duero ha descendido a la terraza de nivel 8 y la terraza tobácea queda colgada al nivel 7. La erosión posterior elimina los materiales blandos e incluso buena parte de la barrera que antecedió a la toba, quedando colgada. La mayor competencia de la toba, frente a las arcillas Vallesienses, potencia su papel protector para las formaciones infrayacentes, originando el cerro actual.

En cuanto a la edad, se asigna a la terraza de nivel 7 una edad de 780.000 años, de modo que la formación tobácea vendría a tener esa edad. Si bien el nivel al que se encuentra la toba corresponde aproximadamente a la mitad de la altura de la disección efectuada, el volumen extraído por encima de esa altitud es muy superior al que se ha extraído por debajo de ella. En fin, sin entrar a discutir la formación y evolución del curso del Duero, su capacidad de incisión y otros detalles que condicionarían la capacidad de erosión, me parece una edad excesiva. Esa edad nos daría una tasa media de erosión para el entorno de Alcobilla - Pedrajas menor de 0,1 mm/año por m<sup>2</sup>, lo que parece un valor muy modesto dada la consistencia de los materiales y los cambios de régimen que evidencian los depósitos fluviales. Puestos a avanzar osadas sugerencias, a la espera de confirmación mediante procedimientos cronológicos seguros, yo no llevaría su edad más allá de 300.000 años, incluso menos, pues, en una aproximación "grosso modo" con una tasa media de erosión de 0,4 mm/año iríamos a una edad de 200.000 - 230.000 años, y, con 0,3 mm/año, como mucho entre 250.000 y 300.000.

## **5 Hipótesis explicativas sobre la formación de este fenómeno**

¿Por qué se ha producido este fenómeno? Hay varias hipótesis explicativas sobre el flujo de agua cargada de carbonato que ha podido originarlo. Veamos:

Puede haberse originado en una cascada, que es la explicación más usual en formaciones de estas características; puede haberse originado como una barrera de toba, que requiere irregularidades de cierta entidad en el curso. Podría tratarse de una surgencia de aguas procedentes de los materiales cretácicos próximos, aunque hay serias dificultades para una surgencia en esa localización, en medio de arcillas y bastante alejada de los materiales cretácicos, más aún cuando los caracteres de la formación tobácea hablan de depósitos fluviales típicos. Finalmente se podría considerar la posibilidad de una zona deprimida que se inunda en crecidas con gran energía donde se almacenan elementos arrastrados por un río y donde en el tiempo entre crecidas, necesariamente largo, se evapora el agua y se precipita el carbonato. Sin embargo, esta última idea debe ser desechada porque los caracteres del carbonato y del depósito en conjunto no permiten esta suposición.

Los materiales sobre los que se asienta no permiten una cascada de entidad, pues son las arcillas del Vallesiense, muy poco adecuadas para sostener una cascada. Cierto que en la formación Vallesiense hay algunos bancos de caliza margosa que podrían haber sostenido la cascada, pero en el caso de Alcubilla el banco de caliza que aparece en el cerro Trascastro, se encuentra a unos 25 m por encima de la base de la Toba y es probable que ya hubiese sido cortado y abierto el valle antes de que comenzase a formarse la toba. Podría ser que la terraza de nivel 7 hubiese proporcionado el material resistente para formar una barrera y mantener un salto del agua, en el caso de que la toba no forme parte de la propia terraza, lo que permitiría el espesor del conglomerado, de 4 - 5 m.

En cualquier caso, sea esa la explicación o bien que una crecida del río aportó un elemento (tronco o barrera vegetal) o un depósito grueso, que creó una barrera y por tanto una irregularidad que permitió airear el agua al pasarla, lo que posibilitó la formación de una barrera de toba que crecía hacia el Sur y que en las crecidas del río sufría el relleno de las gravas arrastradas por el río. Podríamos pues definir esta formación como una terraza tobácea, complicada con el aporte de restos vegetales.

No obstante, otros autores (RAMOS MARTÍN y ALONSO GAVILÁN, 1990) interpretan esta formación como un paleokarst del tipo *subsurface paleokarst*, de edad plio-

pleistocena. Sin duda hay formas y procesos kársticos en la formación tobácea, pero no es rara la disolución, la formación de cavidades y las corrientes internas en las tobas, aunque buena parte de las cavidades se producen como consecuencia del proceso de formación de la toba. Por otra parte, los materiales del cerro de Alcubilla no parecen en absoluto adecuados para la formación de formas karsticas que se describen.

En cualquiera de los supuestos que hemos avanzado la fuente de energía y de transporte del carbonato, cantos, arena y restos vegetales, tiene que ser un curso fluvial con un cierto caudal, capaz de aportar la energía necesaria para ello y con un recorrido suficiente para haber recogido una carga suficiente de todos esos elementos. Solo hay dos posibilidades, el Duero y el Ucero o los cursos que en el pasado les precedieron. La orientación norte-sur de los depósitos y su proximidad al cerro Trascastro elimina al Duero, pues sería necesario inventar un recorrido sumamente complicado. Queda pues el precursor del Ucero como responsable de la formación tobácea.

Sin embargo, el Ucero presenta el problema de su encajamiento en la hoz que corta el pliegue del Burgo de Osma. La hipótesis que avanza es que el precursor del Ucero hace una "excursión", es decir, abandona su curso a la altura de Barcebalejo, cuando su cauce tenía una altitud de 940 m, desplazándose hacia el

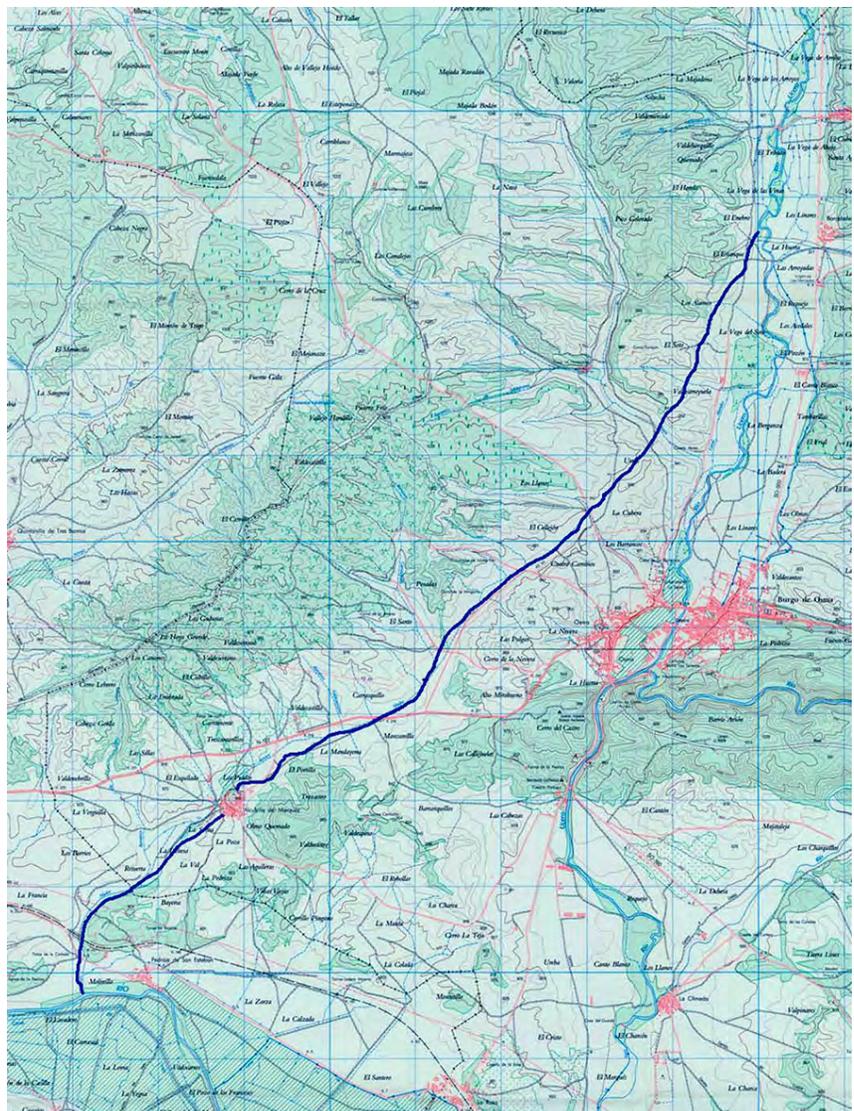


Fig 10. Posible "excursión" del Ucero hacia Alcubilla sobre el curso actual del arroyo Madre

Oeste, para seguir el trazado que hoy tiene el arroyo Madre. Durante algunos millares de años se mantiene con ese trazado para formar la terraza de toba, regresando a su cauce original en un nuevo cambio de curso. Mientras dura la "excursión", la incisión de la hoz en el pliegue del Burgo de Osma, que ha quedado detenida a los 940 m, ha podido seguir siendo labrada por el Avión que no podía salir de su encajamiento. Al regresar a su primitivo curso el Ucero vuelve a su labor de encajamiento en la hoz, mientras que el cauce abierto servirá de alojamiento al precedente del arroyo Madre. Éste y otros arroyos afluentes del Duero, trabajando sobre materiales muy poco competentes se han encargado de la disección que deja colgada a la formación tobácea formando el original cerro de Alcubilla.



Fig 11 El cerro de Alcubilla del Marqués

## **6 Algunas comprobaciones necesarias para confirmar y precisar la explicación que se aporta**

La relación entre la excursión del Ucero y la incisión de la hoz en el pliegue del Burgo de Osma es crítica para la explicación. Es necesario comprobar al detalle las altitudes del curso antes y después de la excursión y comprobar la capacidad del Avión para continuar la labor de encajamiento. No parece que haya serios inconvenientes, pero es la principal línea de crítica a la explicación y conviene tener respuestas sólidas.

También conviene revisar detenidamente las posibles alternativas para la "excursión" del Ucero, aunque la que se apunta es la que parece más probable puede haber otras alternativas.

No hay otros cursos posibles para producir la toba de Alcubilla. Tiene que ser un curso procedente de un área calcárea donde haya podido cargarse de carbonato y con bastante energía. Ninguno de los cursos situados al Oeste del Ucero en esta zona reúne esas condiciones. Todos proceden de la zona de materiales rañoides que aportan cantos y arena pero muy escaso carbonato. Podría suponerse una surgencia en la caída periclinal del Pliegue de Burgo de Osma que contornease el cerro Trascastro y viniese a Salir sobre Alcubilla. Yo he revisado esta zona sin encontrar nada que pudiera confirmar esa idea, pero convendría asegurarse. Por otra parte tendría que ser una gran surgencia con un caudal notable y es difícil suponer una alimentación en arena y cantos suficiente, de modo que algo así debería dejar una huella notable.

Aunque no modifica la explicación dada, en aras a la precisión conviene comprobar que la terraza adosada a la ladera Occidental del cerro Trascastro no es un bolsón de conglomerado o un paleocauce dentro del Mioceno. El Vallesiense arcilloso arenoso en esta zona tiene un origen fluvial y podría haber restos de un cauce, fácil de confundir con una terraza. No se ha hecho un análisis granulométrico de las arenas y de los cantos, sino solamente observación de campo.

Igualmente conviene comprobar los niveles de las terrazas situadas aguas abajo de Alcubilla y contrastar su relación con las terrazas del Duero. También conviene comprobar la existencia de terrazas al Oeste de esa localidad. A la altura de la terraza de 930-940 m aparecen varios niveles de glaciares, y convendría asegurarse de que no haya terrazas relacionadas con ellos.

En lo posible sería conveniente datar de modo seguro la edad de esta formación. Y, si eso no fuera posible, intentar relacionarla con terrazas de ese nivel datadas con métodos más fiables.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO GAVILÁN, G. Et al, (1987) *Depósitos lacustres terciarios de la cuenca del Duero (España)*. **Grupo Español de Trabajo sobre Cuencas Terciarias Lacustres. Guía de excursión**. Departamento de Geología. Universidad de Salamanca.
- ARMENTEROS, I et al (1986): *El problema del Neógeno Superior en la Cuenca del Duero: Nuevos datos paleontológicos (invertebrados) en el sector Peñafiel-Almazán*. En **Estudia Geológica Salmanticense** XXII pp.263-275.
- ARMENTEROS, I (1986): Evolución paleogeográfica miocena en el Sureste de la Depresión del Duero. En **Studia Geológica Salmanticense**, XXIII pp. 325-337.
- ARMENTEROS; I et al: (2014) *Transiciones fluvio-lacustres en el Neógeno de la Cuenca de Almazán: Sedimentología y análisis secuencial. Guía de Campo*. En **I Reunión de la Comisión de Geología Sedimentaria de la SGE**. Instituto Geológico y Minero de España. 87 págs.
- ARMENTEROS, I y CORROCHANO, A (1983): *El Neógeno del sector suroriental de la depresión del Duero*. En **Geología de España. Libro Jubilar de José María Ríos**. Vol 2. Pp 521-528.
- ARMENTEROS, I y MEDIAVILLA, B (1997): *Terciario y Cuaternario*, en **Mapa Geológico y minero de Castilla y León**: sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León. Valladolid, pp. 479-487.
- FORD, D. Y WILLIAMS, P (2007): *Karst hydrology and geomorphology*. Reprinted with correccións from the first edition 1989. Wiley & Sons. 562 págs.
- GARCÍA DEL CURA, M.A. (1974): *Estudio sedimentológico del terciario de la zona oriental de la Cuenca del Duero*. En **Estudios Geológicos** 30, pp 579-597.
- GARCÍA MERINO, L.V. (1968). *La Ribera del Duero en Soria y las vegas de Osma y Burgo de Osma*. Universidad de Valladolid. 249 págs.
- HOYOS, M.A. (1973): *Estudio minerológico de las terrazas del Duero desde Gormaz hasta Peñafiel*, en **Anales de Edafología y Agrobiología** nº 32 pp.185-198.
- HOYOS, M.A.; LEGUEY, S y RODRÍGUEZ, J (1974): *Las terrazas del río Duero desde Gormaz hasta Peñafiel*, en **Anales de edafología y agrobiología**, nº 33 pp. 185-198.

- HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1928). *Los cinco ríos principales de España y sus terrazas*, en **Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales** n° 36 151 págs.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F (1932): *Las terrazas cuaternarias del Duero en su tramo medio*, en **Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural**, n° 32 pp 479-487.
- IZQUIERDO, Mario: *Alcubilla de Marqués I Tobas calcáreas* en la pagina web [www.paleontología.co.uk/www/mediaGalery.php?accion=galery&adodb\\_next\\_page=1&id=167&key](http://www.paleontología.co.uk/www/mediaGalery.php?accion=galery&adodb_next_page=1&id=167&key), tiene una excelente colección de fotografías de la toba
- MARTÍN SERRANO; A (1988): *Sobre la posición de la Raña en el contexto morfodinámico de la Meseta: Planteamientos antiguos y tendencias actuales*. En **Bol. Geolog. Min** n° 99 (6) pp. 21-36.
- MARTÍN SERRANO, A (1991): *La definición del encajamiento de la red fluvial actual sobre el macizo Hespérico en el marco de la Geodinámica alpina*. En **Revista de la Sociedad Geológica de España** 4 (3-4) pp.129-144.
- MOLINA, E. y ARMENTEROS, I (1986) *Los arrasamientos Pliocenos-Plio-Pleistocenos en el sector SE de la Cuenca del Duero*. En **Studia Geolog. Salmanticense** 22 pp. 293-307
- NOZAL MARTÍN, F. y HERRERO HERNÁNDEZ, A (2005): *El Mioceno del borde meridional del corredor Aranda de Duero-Burgo de Osma (SE Cuenca del Duero)*. En **Revista de la Sociedad Geológica de España**, 18 (1-2) (2005) pp-21-37. Versión electrónica en [http://www.sociedadgeologica.es/archivos/REV/18\(1-2\)Art02.pdf](http://www.sociedadgeologica.es/archivos/REV/18(1-2)Art02.pdf).
- ORDOÑEZ, S; LÓPEZ AGUAYO, F; GARCÍA DEL CURA, M.M.: (1976): *Estudio Geológico de las facies rojas pliocuaternarias del Borde SE de la Cuenca del Duero (Provincia de Segovia)*. En **Estudios Geológicos** 32, pp.215-220.
- PALACIOS, P. (1890): *Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria*. Madrid 558 págs.
- PENTECOST, A (2205): *Travertine*. Springer. 445págs.
- RAMOS MARTÍN, M.C: y ALONSO GAVILÁN, G (1990): *Sedimentología y Paleogeografía del Terciario en el área de San Esteban de Gormaz-El Burgo de Osma (Soria)*. En **Rev. Soc. Geológica de España** 3 (1-2). Pp167-179.

- RAMOS MARTÍN, M.C. y ALONSO GAVILÁN, G (1990): El paleokarst cuaternario de Alcubilla del Marqués, en **Geogaceta** nº 9 pp. 77-79.
- RODRÍGUEZ GARCÍA, J.A. (2008): *Geomorfología de un sector de la Cuenca de Almazán (Soria). Procesos de erosión de suelos y planteamiento de escenarios ante el cambio climático*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid ISBN 978-84-692-0110-7.
- SANZ, E. (2001): *Las montañas de Urbión, Cebollera y Cabrejas. Geomorfología y Patrimonio geológico*. Diputación Provincial de Soria. 244 pags
- SÁENZ GARCÍA, C (1957): *La Hoz del Duero en Soria geología y espeleología locales*, en **Celtiberia** nº14 pp. 215-251.
- SIMÓN GÓMEZ, J.L. (1989): *Informe complementario sobre la tectónica alpina de la hoja 377, El Burgo de Osma*. Instituto Geominero de España. **Informes complementarios de la hoja 377 del Mapa Geológico de España E 1:50.000**
- VVAA (1991): *Memoria de la hoja 377, El Burgo de Osma, del Mapa Geológico de España E 1:50.000*. Primera Edición. 39 páginas.
- VALLADARES, I (1989): *Informe complementario sobre la sedimentología del Cretácico Superior Calcáreo del borde Occidental de la Cuenca de Almazán*. Instituto Geominero de España. **Informes complementarios de la hoja 377 del Mapa Geológico de España E 1:50.000.-**