



## Trabajo Fin de Grado

El polje de Fuendetodos como elemento de divulgación del medio natural.

The polje of Fuendetodos as an element for the environmental divulgation.

Autor

Álvaro Rey Capellín

Director

Luis Alberto Longares Aladren

FACULTAD DE GEOGRAFÍA  
2018

## ÍNDICE

RESUMEN .....	2
ANTECEDENTES .....	2
OBJETIVOS .....	3
ÁREA DE ESTUDIO .....	4
METODOLOGÍA .....	7
RESULTADOS .....	13
CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA .....	13
LA GEOMORFOLOGÍA COMO ELEMENTO DIDÁCTICO .....	23
PRIMERA PARADA; LOS PROCESOS EN EL POLJE .....	24
SEGUNDA PARADA; LA FUENTE: INFRAESTRUCTURA PÚBLICA MEDIEVAL .....	26
TERCERA PARADA; LA CANTERA .....	26
QUINTA PARADA; EL CAÑÓN FLUVIOKÁRSTICO Y SU HÁBITAT .....	28
CUARTA PARADA; LAS NEVERAS .....	30
PROPUESTAS DE GESTIÓN PARA EL ÁREA DE ESTUDIO .....	32
CONCLUSIONES .....	37
BIBLIOGRAFÍA .....	38
ANEXO .....	40
FICHA IDENTIFICATIVA .....	40
PÓSTER .....	41

## **RESUMEN**

Se estudia el modelado kárstico como testigo de la existencia de unas condiciones paleo climáticas diferentes a las actuales y su relación con el ser humano, con el fin de darlas a conocer al público en general, por medio de una guía práctica de campo y un póster (ver Anexo).

En este contexto, se cartografía y describe por primera vez el polje del municipio de Fuendetodos, en el que se describen evidencias de micromodelado kárstico y se delimitan las superficies de aplanamiento y de erosión, como rasgos más destacados y definitorios en la caracterización de este tipo de morfologías.

Constituye una formación kárstica singular en el entorno de la depresión del Ebro y el deseo, es poder realizar con este trabajo geomorfológico, una aportación al estudio de las formaciones kársticas.

Se considera importante, dar a conocer una serie de elementos característicos que presentados en conjunto, ayudan a interpretar los procesos que tuvieron lugar en el pasado y que condicionan el presente. Es satisfactorio para mí, explicar los diferentes procesos naturales y humanos que de una u otra forma, están ligados al medio físico. Como aprendizaje en mi etapa de estudiante y como forma de dar a conocer este proceso, al público en general.

## **ANTECEDENTES**

En relación con el estudio de los procesos kársticos y sus morfologías derivadas y concretamente con el estudio de los poljes en el ámbito de la Cordillera Ibérica, se han realizado importantes aportaciones:

Gutiérrez *et al.* (1982) han estudiado los poljes de la región de Torrijas-Abejuela, Gutiérrez *et al.* (1982) y Lozano (1988) han estudiado los poljes de las Serranías de Gúdar-Maestrazgo, Peña *et al.* (1987) los de Barracas-Alcotas, Alonso y Bullón (1976), Alonso *et al.* (1987), Sánchez Fabre (1989, 1990) y Gutiérrez y Valverde (1994) los sistemas de poljes de la serranía de Cuenca, Jiménez (1987, 1991) y PEÑA *et al.* (1990, 1991) han estudiado los sistemas de poljes de Guadalaviar-Villar del Cobo-Frías de Albarracín, y más recientemente Peña *et al.* (2010) sobre los sistemas de poljes de la Sierra de Albarracín.

Este trabajo pretende continuar con esta línea de investigación que diversos investigadores dedicados al estudio de la geomorfología de la Cordillera Ibérica, han tenido, en materia de karstificación. En los últimos años, constituye un elemento indicador de periodos climáticos distintos a los actuales. Por otra parte, este trabajo aporta nueva información sobre la zona, ya que este tipo de morfología no aparece mencionado en el trabajo realizado por Soriano (2010). No obstante, a lo largo de diferentes prácticas de campo en las asignaturas de Geografía Física Aplicada I y

Biogeografía del grado de Geografía, se han ido observando indicios acerca de la existencia de morfologías kársticas en la zona, no cartografiadas ni estudiadas.

Por último, en la zona existen numerosos trabajos que abordan aspectos relacionados con la divulgación y la educación ambiental (por ej.: Cinca y Ona, 2010), aunque no aportan información acerca de los paisajes kársticos en los que se incluyan los relieves derivados de sus procesos. Es por ello que el presente trabajo fin de grado, aportará conocimiento relevante de estos aspectos, ayudando a complementar la información que se ofrece a través de las actividades de educación ambiental y divulgación existentes.

## OBJETIVOS

- 1.- Dar a conocer la morfología kárstica en el municipio de Fuendetodos.

Destacar su singularidad en el entorno.

Mostrar una serie de elementos característicos que presentados en conjunto, ayudan a interpretar los procesos que tuvieron lugar en el pasado y que condicionan el presente.

Proponer la realización de un itinerario didáctico, con el fin de dar a conocer al público en general, la dinámica geomorfológica ligada a la formación de los elementos destacados en el estudio, relacionándolos con el medioambiente y con el ser humano.

- 2.- Generar una cartografía geomorfológica que destaque la existencia de una formación kárstica relevante en el extremo entre la Cordillera Ibérica y la Cuenca del Ebro.
- 3.- Realizar una aportación a todas las investigaciones realizadas, en el estudio de las formaciones kársticas en el contexto aragonés.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área del estudio realizado, se sitúa en el extremo occidental del Campo de Belchite, en las inmediaciones de la localidad de Fuendetodos, dentro de la provincia de Zaragoza (Figura 1). La zona presenta una altitud media de 690m. y desde un punto de vista geológico (Figura 2), se encuentra en el límite entre la Cordillera Ibérica y el sector central de la Cuenca del Ebro.

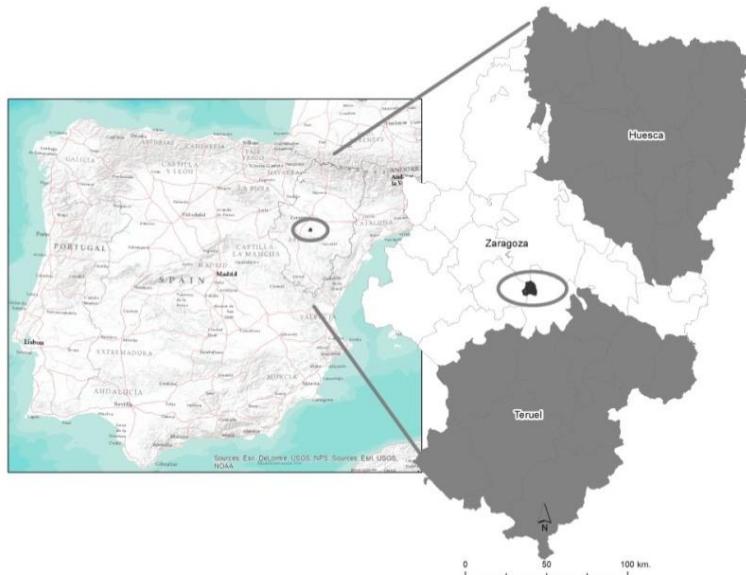


Figura 1; mapa de localización del área objeto de estudio.

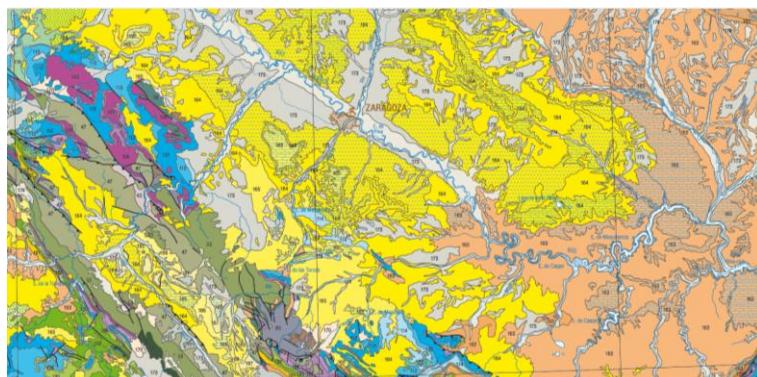


Figura 2; imagen general del contexto geológico. Fuente: Civis Llovera, 2015.

El clima de la región es de tipo mediterráneo con una influencia continental muy marcada. La temperatura media anual ronda los 15°C y las precipitaciones medias son de unos 300mm. (Municipio de Belchite). Estos valores generan una marcada semiaridez, entre los meses de Mayo y Septiembre (Figura 3).

Además, esta región experimenta un elevado contraste térmico entre las temperaturas máximas y mínimas, superando en un solo día los 20°C de diferencia (Figura 3). El déficit hídrico es muy marcado, presentando una evapotranspiración muy elevada que además se ve acentuada con el efecto del viento (cierzo).

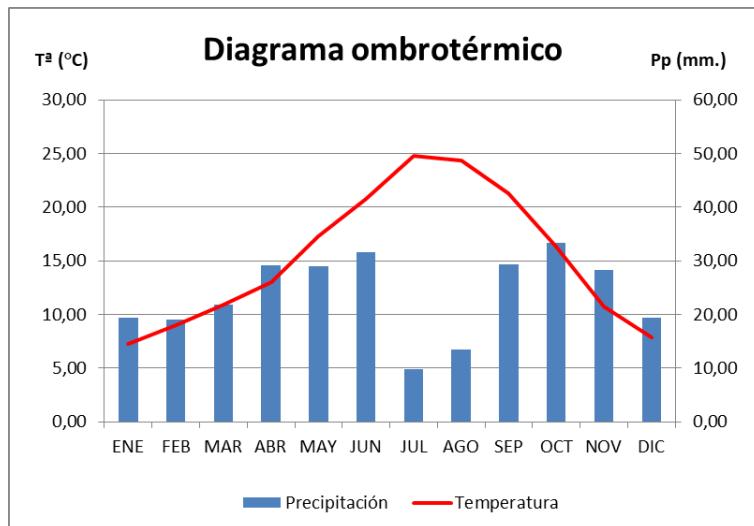


Figura 3; Diagrama ombrotérmico de la serie 1961/1999, de Belchite. Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos del Instituto Aragonés de Estadística.

Los materiales geológicos en el área de estudio, presentan un predominio de litología de naturaleza carbonatada que comprenden edades entre el Jurásico y el Mioceno superior (Figura 4), encontrando algunas zonas cubiertas parcialmente por una capa sedimentaria de edad cuaternaria (Robador Moreno *et al*, 2005).

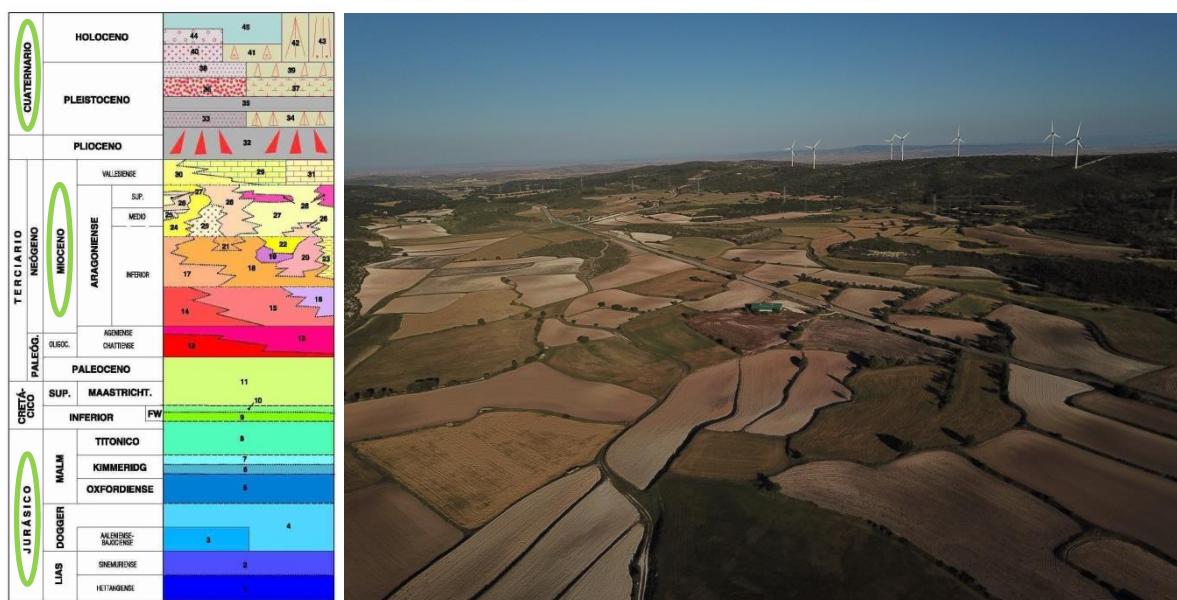


Figura 4: principales edades de los materiales presentes en el área estudiada. (Fuente: IGME y Longares, 2018).

El Jurásico queda representado por los materiales del Malm, principalmente compuestos por calizas oncolíticas que constituyen el relieve anticlinal de la Sierra Gorda, situada al norte del área de estudio y en los cuales queda instalada la depresión kárstica (Figura 5).



Figura 5; imagen aérea oblicua del anticlinal de la Sierra Gorda en el municipio de Fuendetodos. Fuente: Longares, 2018.

El Mioceno está representado por materiales fluvio-aluviales procedentes del desmantelamiento de la Cordillera Ibérica situándose de forma predominante entre Almoacid de la Cuba, Belchite y Lécera. Estos depósitos están compuestos por facies margosas y carbonatadas que representan etapas de sedimentación lacustre-palustre.

Los materiales cuaternarios, constituyen depósitos aluviales que recubren los fondos de las vales, originando el modelado más abundante y característico de la zona. Estas morfologías, son predominantes en la zona norte del área de estudio, entre las poblaciones de la Puebla de Albortón y Valmadrid.

Otra de las morfologías características del área estudiada compuestas de material cuaternario, tienen lugar en la desembocadura de los barrancos fluviokársticos y las vales; son los conos de deyección, presentando una forma de abanico abierto. Se observan en la zona de Belchite y de val Madrid (Soriano, Jiménez, 2010).

## METODOLOGÍA

En este apartado se exponen todas aquellas acciones, ordenadas según criterios cronológicos llevadas a cabo para la realización de este trabajo y que se presentan a continuación.

### 1. Revisión bibliográfica.

Por un lado, se ha realizado de forma genérica para entender cuál es el proceso evolutivo de estas formaciones kársticas y conocer sus diferentes elementos. Por otro lado, se han consultado diversas publicaciones específicas en el contexto de la Cordillera Ibérica, sobre el estudio de los poljes, con el fin de obtener recursos para el desarrollo del trabajo a nivel bibliográfico.

### 2. Trabajo de campo previo de reconocimiento del área de estudio.

Se ha contado con el asesoramiento del tutor y del catedrático de Geografía Física, José Luis Peña Monné, para analizar y definir en una primera inspección visual, los diferentes procesos kársticos que tienen lugar en el entorno del municipio de Fuendetodos y también, se han observado algunos de los elementos característicos de especial relevancia, para incluir en el recorrido interpretativo propuesto.

### 3. Trabajo de gabinete.

#### 3.1 Obtención de recursos cartográficos.

Como base en el trabajo de la cartografía, se han seleccionado las hojas y su correspondiente memoria números 411 (Longares) y 439 (Azuara) de la base cartográfica del IGME a escala 1.50.000. Las cuales han sido descargadas y estudiadas para el trabajo inicial.

Para definir el contexto geológico/geomorfológico y sus diferentes procesos (Figura 4), se han obtenido estas dos mismas hojas en formato .shape con el fin de poder realizar el trabajo de digitalización y tratamiento de la información geográfica. Ha sido intenso el deseo de poder contar con estos recursos por medios propios a través de servidores y páginas de descarga cartográfica. No obstante, este recurso está puesto a la venta a través de la página web del IGME. La decisión ha sido la de pedir ayuda al departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza, siendo el profesor don Miguel Sánchez Fabre, la persona que me ha ofrecido el material como recurso de uso exclusivamente didáctico.

Se han descargado los Modelos Digitales del Terreno con un paso de malla de 5m. en formato ráster, correspondientes a las hojas antes mencionadas (411-Longares y 439-Azuara), en la sección de descargas del sitio web del Instituto Geográfico Nacional. Con dichas capas, se han podido obtener capas derivadas para la interpretación y representación cartográfica.

Para realizar una interpretación más en detalle, también se ha contado con imágenes satélite PNOA de máxima actualidad, correspondientes a las hojas 411 y 439 que han sido descargadas en la sección de descargas del sitio web del Instituto Geográfico Nacional.

### 3.2 Fotointerpretación

El sistema de información geográfica empleado en todo el proceso, ha sido ArcMap® versión 10.3.

Se ha generado un entorno de trabajo en el SIG, creando un nuevo proyecto y generando una nueva geodatabase llamada “W”, en la cual se van a guardar todas las capas derivadas generadas en el trabajo. Dentro de esta geodatabase se ha creado una capa de polígonos para la delimitación del área que se quiere estudiar llamada “límites”, también se ha generado otra capa de polígonos para la creación del mapa geomorfológico, por otra parte se ha creado una capa de líneas y otra de puntos para la creación de la cartografía.

La primera acción para realizar el trabajo de digitalización ha sido, crear un mosaico a partir de ambas capas ráster, con la herramienta de Arc Toolbox: Data Management Tools / Raster / Raster Dataset / **Mosaic to New Raster**.

Posteriormente, se ha recortado el mosaico, con la función de Arc Toolbox: Spatial Analyst Tools / Extraction / **Extract by Mask**, siguiendo el área trazada para el estudio.

En el caso de las ortofotos PNOA, Se ha procedido de igual forma que en el caso de las capas ráster, con las herramientas de Arc toolbox: Mosaic to new raster y Extract by mask, con la intención de ajustar el área de estudio que interesa para el trabajo de gabinete.

Se ha contado con dos capas derivadas que han facilitado el trabajo de fotointerpretación y elaboración cartográfica. Estas capas derivadas proceden del Modelo Digital del Terreno, configurado para el trabajo en el área de estudio definida. Han sido; la capa de sombras y la de pendientes.

Para la obtención de la capa de sombras, se ha contado con la herramienta de Arc Toolbox: Spatial Analyst Tools / Surface / **Hillshade**.

Y para la obtención de la capa de pendientes, se ha contado con otra herramienta de Arc Toolbox: Spatial Analyst Tools / Surface / **Slope**.

Una vez obtenidas las capas derivadas, la ortofoto PNOA de máxima actualidad y la capa del mapa geológico del área de estudio, se ha procedido a realizar la fotointerpretación y creación del mapa geomorfológico.

Para ello, ha sido de gran ayuda, la reclasificación del MDT según las altitudes dentro del rango de interés en el área estudiada, el cambio de colores en el caso de las capas derivadas (sombras y pendientes) y la superposición de las capas mediante la transparencia en el caso de la ortofoto PNOA (Figura 6). Por otro lado, se ha realizado una categorización en el mapa geológico, para seleccionar aquellas litologías de interés en el estudio y descartar las que no interesaban.

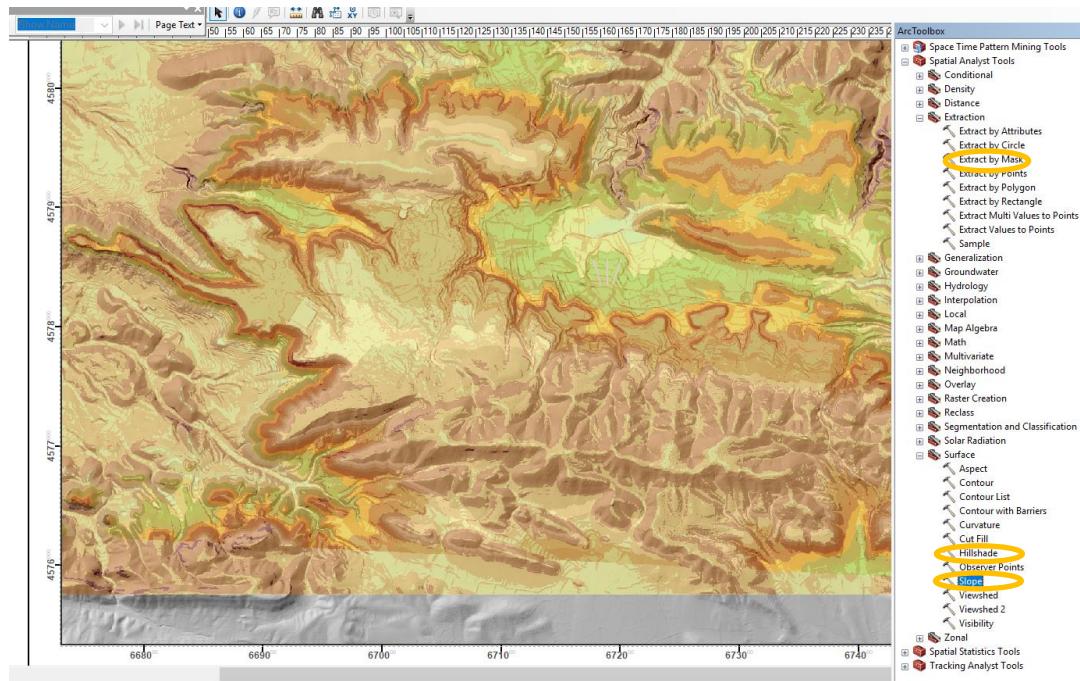


Figura 6; imagen de la composición realizada para el trabajo de fotointerpretación y algunas de las herramientas empleadas en el proceso. Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Elaboración cartográfica

A partir de la capa de polígonos denominada “Geom\_polje” dentro de la geodatabase, se han ido generando polígonos en función de criterios geomorfológicos. Cada polígono ha sido categorizado con una denominación en formato texto, dentro del campo de la tabla de atributos para su identificación (Tabla 1).

En relación a la capa de líneas creada, denominada “Line” dentro de la geodatabase, se han ido generando diferentes elementos geomorfológicos (líneas de falla, escarpes y trazado de la carretera).

Por último, la capa de puntos generada dentro de la geodatabase, se ha denominado “puntos”. En ella, se ha ubicado el punto que representa el pueblo de Fuendetodos.

OBJECTID *	SHAPE *	SHAPE_Length	SHAPE_Area	Tipo
43	Polygon	4247.581442	395659.200897	Calizas Miocénas
131	Polygon	3984.558937	448131.522635	Calizas Miocénas
28	Polygon	2725.143203	152031.972642	Barranco de incisión lineal
97	Polygon	3037.603926	174415.280259	Barranco de incisión lineal
172	Polygon	914.905864	15944.971183	Barranco de incisión lineal
136	Polygon	13125.300295	134864.023842	Calizas Jurásicas
142	Polygon	77.951768	178464.115134	Calizas Jurásicas
147	Polygon	20656.463708	1808943.859538	Calizas Jurásicas
153	Polygon	6282.304372	446574.019143	Calizas Jurásicas
157	Polygon	37016.377272	3899417.235759	Calizas Jurásicas
177	Polygon	4859.159397	207930.028207	Calizas Jurásicas
178	Polygon	1639.116348	68705.419618	Calizas Jurásicas
105	Polygon	1454.851956	111951.885898	Glaciadas
79	Polygon	13466.334617	1404090.158895	NZ
130	Polygon	3459.482521	209630.884659	NZ
75	Polygon	4481.108965	202111.025143	NZ
82	Polygon	3379.620961	173576.626123	NZ
71	Polygon	1340.737864	17847.260997	Relleno reciente
72	Polygon	1247.561528	38638.07467	Relleno reciente
122	Polygon	1467.112825	60301.120653	Relleno reciente
32	Polygon	1340.141419	202030.028207	Superficie de erosión
58	Polygon	1342.513858	80757.45428	Superficie de erosión
59	Polygon	1129.177212	44639.320073	Superficie de erosión
61	Polygon	351.927807	6962.102644	Superficie de erosión
62	Polygon	1236.288573	47218.112644	Superficie de erosión
63	Polygon	1118.149151	56202.112644	Superficie de erosión
67	Polygon	1419.515589	69301.075617	Superficie de erosión
69	Polygon	1602.632576	135697.831451	Superficie de erosión
74	Polygon	959.490905	639121.442031	Superficie de erosión
80	Polygon	4481.108965	639121.442031	Superficie de erosión
182	Polygon	1529.225658	64456.631629	Superficie de erosión
183	Polygon	922.337808	19402.171687	Superficie de erosión
184	Polygon	7.507795	6.068922	Superficie de erosión
185	Polygon	1529.231757	63800.55753	Superficie de erosión
186	Polygon	1129.177212	160301.120653	Superficie de erosión fundamental
46	Polygon	3025.470859	93233.119635	Superficie de erosión fundamental
70	Polygon	3043.757777	198897.904678	Superficie de erosión fundamental
101	Polygon	797.239075	116647.936681	Superficie de erosión fundamental
102	Polygon	1046.239245	14373.520276	Superficie de erosión fundamental
103	Polygon	1046.952648	23201.112644	Superficie de erosión fundamental
104	Polygon	2104.04978	4339.856953	Superficie de erosión fundamental
106	Polygon	1053.945443	20549.434708	Superficie de erosión fundamental
107	Polygon	21298.687482	678732.891133	Superficie de erosión fundamental
109	Polygon	1046.952648	160301.120653	Superficie de erosión fundamental
109	Polygon	282.733427	4153.248486	Superficie de erosión fundamental
113	Polygon	1106.823064	40912.374836	Superficie de erosión fundamental
114	Polygon	1854.317667	93442.724119	Superficie de erosión fundamental
116	Polygon	541.434402	11285.307312	Superficie de erosión fundamental
119	Polygon	1046.952648	116647.936681	Superficie de erosión fundamental
21	Polygon	5173.102472	162559.113761	Valle de fondo plano
44	Polygon	1922.426288	74752.630496	Valle de fondo plano
100	Polygon	2505.434098	88302.397766	Valle de fondo plano
175	Polygon	4536.693993	164912.257208	Valle de fondo plano

Tabla 1; tabla de atributos creada siguiendo criterios geomorfológicos. Fuente: elaboración propia.

Cada uno de los elementos creados en la cartografía, han sido diseñados siguiendo los criterios expuestos por Peña Monné, J.L *et al* (1997) en su libro sobre leyendas para la elaboración de mapas geomorfológicos. Este libro, orienta sobre el tipo de forma y color que ha de tener cualquier elemento geomorfológico en un mapa, con el fin de dar un orden y aclaración en la forma de representar e identificar los elementos que configuran un mapa de estas características.

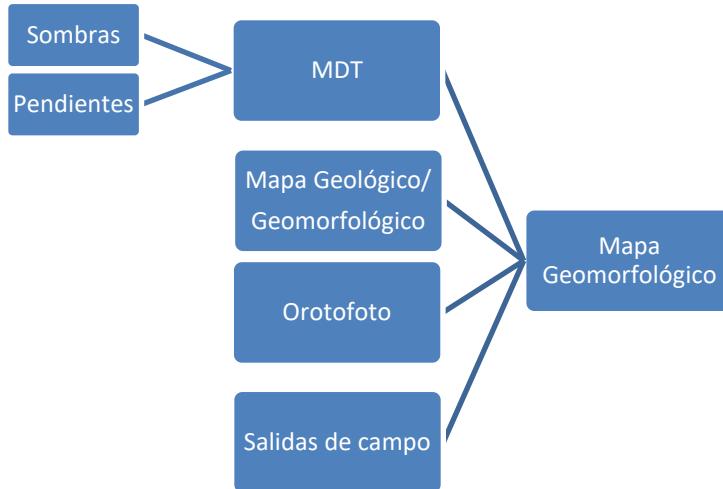


Figura 7; Árbol de acciones en el desarrollo de la cartografía.

## 4 Trabajo en campo

Una vez que se ha generado el mapa geomorfológico y se han a partir de los recursos obtenidos en la red y del conocimiento del medio, adquirido a través de mi formación, de la documentación y del asesoramiento de mi tutor en el trabajo, se ha realizado el trabajo de campo.

### 4.1 Revisión cartográfica.

Se han comparado los elementos generados en la cartografía geomorfológica con los observados in situ, para su identificación y posterior modificación. El objetivo ha sido, realizar las correcciones de aquellos elementos que pudieran originar dudas.

### 4.2 Análisis de morfologías y perfiles de suelo.

Se han documentado ciertas morfologías de las que no se tenía conocimiento. Por ejemplo, en el caso de un cono de deyección cartografiado como glacis, se ha realizado un análisis en el perfil de suelo, lo que ha permitido la observación de los diferentes horizontes sedimentarios que lo conforman. En el caso del límite del polje, se ha podido observar que se extiende algo más de lo que se suponía en un primer momento.

Por otra parte se han confirmado ciertos elementos cartografiados mediante la comprobación in situ.

### 4.3 Toma de fotografías.

Se han tomado una serie de fotografías como apoyo a la memoria realizada y como prueba para constatar la evidencia de ciertos elementos geomorfológicos.

Se han realizado varias secuencias de fotografías aéreas mediante un dron MAVIC Pro Air, a una altura de 120m. y se han realizado capturas de fotografías verticales y oblicuas de apoyo a la cartografía y a la memoria.

### 4.4 Visita a los puntos de interés.

En la primera salida de campo, se han podido identificar todos aquellos lugares de interés propuestos en este trabajo, permitiendo valorar si eran idóneos o no, para su integración en el itinerario de interpretación propuesto.

Se ha realizado una segunda salida de campo, para realizar las correcciones pertinentes y conocer ciertos aspectos puntuales de la cartografía elaborada. Por otro lado, se han organizado las paradas teniendo como referencia los puntos generados en la cartografía. Se han contrastado las opiniones del grupo de expertos que me acompañaban para decidir si la ubicación cartografiada era la correcta. El objetivo principal, se basa en realizar un circuito ameno y variado para el/ la visitante. Se han realizado las fotografías, cuidando la calidad y la representatividad de los valores e ideas que se quieren transmitir, con el fin de que ayuden a la interpretación y tengan un componente estético ante el público general.

## 5 Trabajo de gabinete

### 5.1 Correcciones.

Se han ido corrigiendo y añadiendo todos aquellos elementos considerados en la salida de campo, con el fin de enriquecer y de realizar una buena cartografía geomorfológica.

### 5.2 Elaboración de la guía de campo y el póster.

Para la realización del mapa del póster, se ha partido de la cartografía geomorfológica a la cual se le ha añadido una capa de puntos, creada en la geodatabase llamada “paradas”, para ubicar cada uno de los lugares de interés propuestos. También se ha generado una capa de líneas para realizar el recorrido y así establecer un orden de paradas.

En la realización de la guía de campo para identificar los lugares de interés propuestos, se han consultado los documentos reflejados en la publicación de Cinca Yago, J. y Ona González, J. (2010), titulada: Comarca de Campo de Belchite.

Para obtener un ejemplo de guías de campo y su forma de reflejar los contenidos didácticos, se ha contado con un recurso creado por la Red de Áreas Protegidas dependiente del Gobierno de Castilla La Mancha. Concretamente, se han seguido los folletos publicados en la sección de itinerarios interpretativos dentro del Parque Natural del Alto Tajo, disponible para su consulta y descarga en varios formatos en el siguiente enlace: <http://areasprotegidas.castillalamancha.es>.

Para ofrecer una información de interés que contenga unos contenidos didácticos, se han realizado consultas en el modelo que ofrecen los currículos de la ESO y de Bachiller para este tipo de materias.

### 5.3 Elaboración de la propuesta para incorporar la información en programas educativos y de conservación de elementos de interés.

Previamente, se ha llevado a cabo una consulta de documentos referidos a los diferentes Programas y Estrategias de Desarrollo Local: por un lado el informe de sostenibilidad ambiental de 2010, dentro del Plan Comarcal de Desarrollo Rural Sostenible de la Comarca Campo de Belchite y la Estrategia de Desarrollo Local LEADER 14/20 Campo de Belchite.

Por otro lado, se ha realizado la consulta del decreto publicado en el BOA, 274/2015, del 29 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón, para entender el proceso legal referido al Catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón.

Se ha consultado la publicación de los Puntos de Interés Geológico de Aragón, para saber si hay lugares de interés en las inmediaciones del área de estudio y así poder establecer una relación de elementos que en conjunto generen una atracción positiva para el público.

Se ha realizado una consulta a la página web: del centro de interpretación Fuendeverde para conocer qué tipo de información promocionan, con el fin de poder contribuir a la difusión del material creado en este trabajo. Se ha intentado contactar con las personas encargadas del centro, no obstante están realizando ajustes de personal y no ha sido posible mantener un contacto fluido.

Finalmente, se ha contactado con la Asociación para el desarrollo rural integral del Campo de Belchite, para ver qué posibilidades existen de ofrecer este material generado y de que los elementos señalados en este estudio, formen parte del Catálogo de Lugares de Interés Geológico en su conjunto.

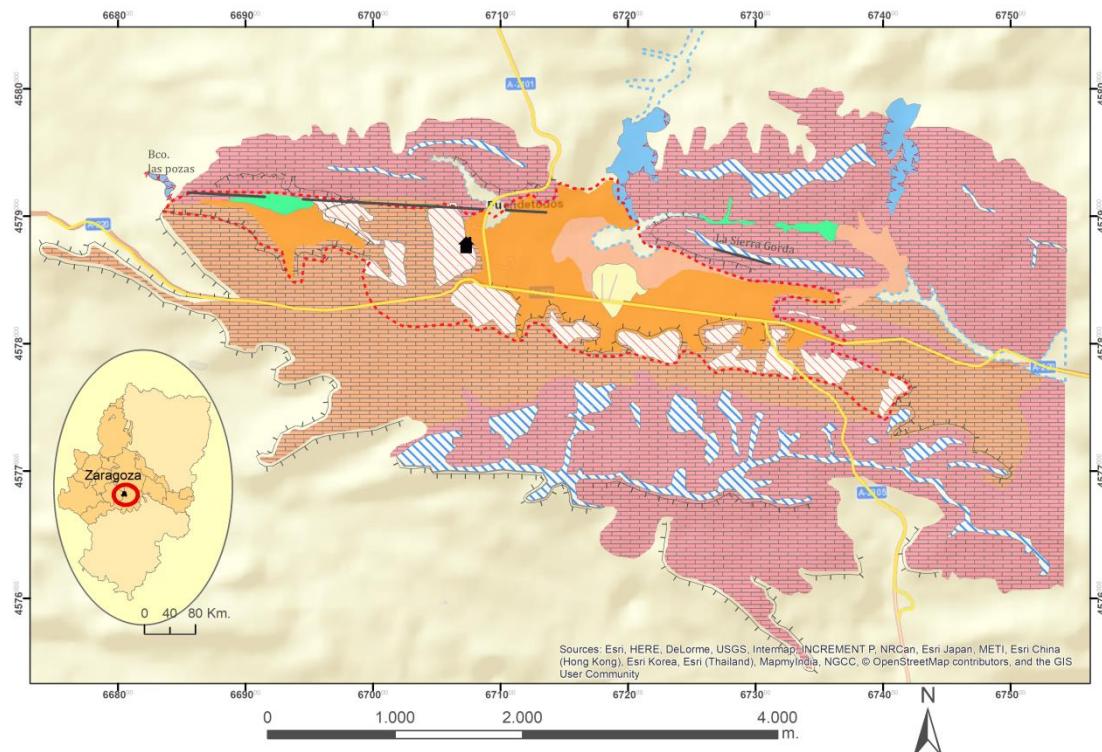
## RESULTADOS

### CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA.

En la presente cartografía, se destaca como elemento central y más significativo, el polje delimitado que constituye una morfología hasta ahora no cartografiada y por tanto desconocida y no estudiada todavía. Se han cartografiado las superficies de aplanamiento que son morfologías derivadas que indican la evolución del polje, al igual que ocurre con el sistema aterrazado en el modelado fluvial. El elemento clave en la descripción de esta forma del relieve, se centra en la composición litológica formada por calizas de edad Jurásica. En ciertas áreas exhumadas de las superficies de aplanamiento, se pueden apreciar las formas de lapiaz horizontal características del modelado kárstico.

A continuación se va a realizar una descripción más detallada del polje de Fuendetodos, sus elementos más característicos y las morfologías que forman parte del espacio estudiado.

# MAPA GEOMORFOLÓGICO DE FUENDETODOS



## LEYENDA

### CONJUNTOS MORFOESTRUCTURALES

- Calizas jurásicas
- Calizas miocenas

### SUPERFICIES DE EROSIÓN

- Superficie de erosión
- Superficie de aplanamiento

### MODELADO DE INFLUENCIA LITOLÓGICA

- Límites del polje
- Nivel 1 de relleno del polje
- Nivel 2 de relleno del polje
- Cañón fluviokárstico

### FORMAS ACUMULATIVAS

- Valle de fondo plano
- Relleno Holoceno
- Cono de deyección

### MODELADO ESTRUCTURAL

- Escarpe
- Línea de Falla

### ELEMENTOS DE ORIGEN ANTRÓPICO

- Fuendetodos
- Carretera

Elaboración: Álvaro Rey Capellán. Datum: WGS\_1984. Proyección: UTM (Zona 30N). Fecha: 07/06/2018.

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Caracterización de los principales elementos geomorfológicos del área de estudio.

### 1. El Polje de Fuendetodos.

El término polje, hace referencia a la denominación relativa a una gran depresión cerrada de fondo plano y origen kárstico o fluvio-kárstico.

Según Peña *et al.* (2010), cumple con las siguientes características:

- Depresión amplia, su longitud es de varios kilómetros y su anchura mínima se establece en 400m. siendo un valle kárstico aquella formación de inferiores dimensiones.
- Alargada, siendo paralela a las directrices estructurales dominantes y por tanto vinculadas a fallas, pliegues sinclinales y cabalgamientos.
- Cerrada, por vertientes calcáreas escarpadas, pudiendo estar abierto por uno de sus márgenes.
- Fondo plano, a veces aterrazado, constituido por rocas carbonatadas corroídas por lapiaces (superficie de aplanamiento o corrosión) y cubierto por materiales de acumulación aluvial, glaciar, periglaciar o lacustre más o menos impermeables.
- Drenaje kárstico, el agua procedente de manantiales ubicados en sus laderas o de las precipitaciones, puede percolar si el material es permeable. Por el contrario si el fondo es impermeable, se genera una arroyada superficial en la superficie del polje, hasta desembocar en las aguas subterráneas a través de un sumidero o ponor.

En la formación de los poljes intervienen diferentes procesos, siendo los más importantes los fenómenos kársticos y fluviokársticos: el agua se mezcla con el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, produciendo ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) que es capaz transformar el carbonato cálcico (calcita (CaCO<sub>3</sub>) de la roca caliza, en bicarbonato cálcico (Ca (CO<sub>3</sub>H)<sub>2</sub>) que sí se diluye en el agua.

Las calizas no están formadas sólo por calcita, tienen una proporción variable de arcillas que no se diluyen en el agua. Si la carga de detritus es grande, puede llegar a sellar el fondo del polje, provocando la inundación periódica, lo cual provoca una corrosión más agresiva en el tapiz detrítico que suele estar mezclado con materia orgánica (criptocorrosión). De esta manera se conforma un suelo fértil que es utilizado para la agricultura.

Las condiciones climáticas en las que tuvieron lugar estos procesos, parecen coincidir con unas condiciones cálidas y húmedas registradas en el Terciario (Figura 8), capaces de producir importantes cantidades de CO<sub>2</sub> y agua. La etapa álgida de karstificación en la Cordillera Ibérica, tuvo lugar durante el Plioceno medio-superior, prolongándose hasta el cuaternario (Gutiérrez *et al.*, 1982 y Alonso *et al.*, 1987 citados en Peña *et al.*, 2010).

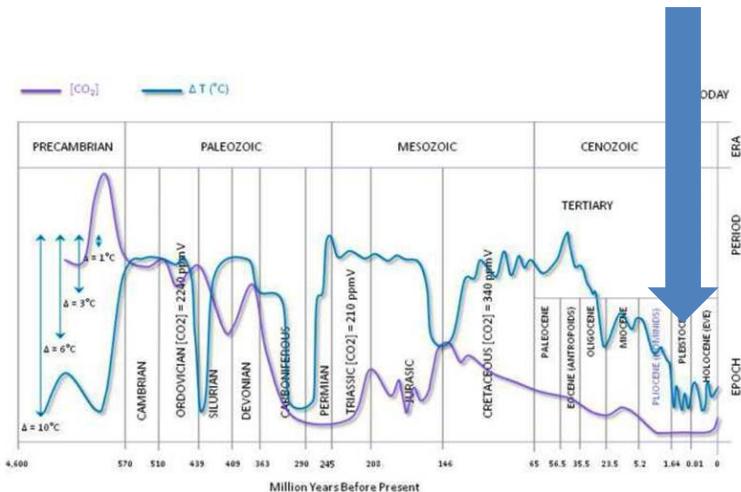


Figura 8; escala del tiempo geológico; fluctuación de temperatura y CO<sub>2</sub>. La flecha señala el periodo en el que diferentes autores plantean el momento más propicio para la generación de este tipo de morfologías. Fuente: Nahle, 2007.

La mayor parte de los pojes existentes en la actualidad, se encuentran en estado de degradación y han sido capturados por la red fluvial, pasando a denominarse paleopoljes. Es habitual que el material detrítico de entrada en la depresión kárstica, sea menor que el evacuado a través de los ponors, originando una exhumación de la roca calcárea producida por la reducción del fenómeno de la inundación. Los procesos fluviales hacen su aparición activando los canales de drenaje y se pierde el funcionamiento kárstico (Peña *et al.*, 2010).

En la zona objeto del estudio realizado se ha cartografiado una morfología tipo polje que hemos denominado “Polje de Fuendetodos” se encuentra situado en las inmediaciones del municipio de Fuendetodos. El polje, se extiende del NW al SE con una longitud de aproximadamente unos 5.000m. y con una anchura de entre 800 y 900m. Se trata de un polje con el fondo bastante plano, presentando un material de cobertura detrítico Holoceno en el N2 y Mioceno en el N1.

Por las evidencias de modelado halladas en las inmediaciones, se puede asegurar que se encuentra dividido en dos sectores:

#### El sector occidental.

Está situado al oeste de la localidad de Fuendetodos, en la cabecera del barranco de Las Pozas, es de dimensiones más reducidas (1.500m. de longitud y 500m. de anchura) y presenta algunas láminas de agua como elementos diferenciadores, pudiendo constatar que es por donde se sitúa el drenaje del polje en su conjunto. No se observa presencia de ponors o sumideros. Se encuentra cerrada por una superficie de aplanamiento en primer término y por materiales miocenos de edad más reciente. Esta configuración permite llegar a la suposición de que en su fase activa en otra época, fue de mayores dimensiones (Figura 9). Por otra parte, presenta un depósito aluvial de relleno reciente (cuaternario) que tiene origen en la dinámica ejercida por la actividad de los cañones fluviokársticos sobre materiales jurásicos que se encuentran en dirección norte del poje estudiado.



Figura 9; imagen del sector occidental del polje. En el centro de la imagen se aprecia la superficie de aplanamiento que separa los dos sectores del polje de Fuendetodos. En la parte derecha de la imagen, es característica la presencia de agua. En primer término, a la izquierda del polje, se encuentra el material de relleno reciente. Fuente: Longares, 2018.

#### El sector oriental.

Se encuentra al este del municipio de Fuendetodos y tiene unas dimensiones más amplias (2.500m de longitud y 900m. de ancho). Presenta una forma estrecha y alargada (Figura 10) con presencia de material de relleno Mioceno y Oloceno en ambos niveles (N1 y N2 respectivamente) y con una serie de morfologías sobre roca caliza que indican el proceso evolutivo que ha dado lugar a su situación actual y al desarrollo de este estudio. Es de carácter cerrado y no ha sido capturado por la red fluvial superficial. La presencia de cañones fluviolíticos en situación topográfica inferior a los niveles del polje al noroeste del mismo, pueden estar en relación con la surgencia de agua captada por la depresión kárstica.



Figura 10; foto aérea oblicua del sector oriental del polje estudiado. Fuente: Longares, 2018.

## 1.1 elementos característicos de un polje.

### a) Superficies de aplanamiento.

En estas morfologías kársticas (poljes), suelen aparecer distintos niveles de superficies de aplanamiento (similares a las terrazas en el modelado fluvial) que constituyen antiguos fondos y marcan su evolución morfológica. Estos niveles siguen una dinámica en la que se suceden fases de encajamiento de los cursos de agua subterránea y otras de inundación por sellado, incrementando el proceso de criptocorrosión (Figura 11).

La evolución en el encajamiento del curso de agua, se puede producir por la modificación de los ponors o por hundimiento de la circulación subterránea (Peña *et al.*, 2010).



Figura 11; detalle de criptocorrosión en la superficie de aplanamiento del polje.

Estas superficies de arrasamiento, son superficies exhumadas que corresponden, según la clasificación establecida por Soriano Jiménez, a superficies del Terciario Superior ( $S_2$ ) (Soriano, 1990 citado en Soriano Jiménez, 2010). Presentan un altitud en torno a 750-800m. (Figura 12).



Figura 12; en primer término, relieve de las superficies de aplanamiento sobre los campos de cultivo del N1. Fuente: Longares, 2018.

b) Niveles de superficie de relleno del polje.

Se han identificado dos niveles de relleno que corresponden originariamente, con las superficies de arrasamiento anteriormente mencionadas, cubiertas por material detrítico. Este material detrítico, está constituido por arcillas de descalcificación, o por materiales procedentes de procesos erosivos, el cual confiere unas aptitudes idóneas para el cultivo, determinando un paisaje agropecuario (Figura 10).

Estos niveles, se han constituido fundamentalmente porque el polje se encuentra en un proceso de degradación y el material de entrada en el mismo, ya no es evacuado por los procesos endokársticos. El nivel 1 (N1) se encuentra en una franja altitudinal que va de los 715m. a los 730m. y el nivel 2 (N2) presenta una cota que va desde los 710m. a los 715m.

c) Cañón fluviokárstico

El término de Fuendetodos se asienta sobre materiales de edad mesozoica que disponen de un sustrato calizo, causante de la presencia de parajes singulares en forma de cañones o barrancos encajados, con alto valor estético y ecológico (Figura 13).

Se denominan hoces a los de dimensiones grandes y focinos a los más pequeños. Este tipo de cañones se presentan sobre rocas calizas, producto del modelado kárstico. El término karst, se emplea para designar las formas resultantes de la disolución de rocas solubles como los carbonatos, yesos y sales.



Figura 13; cañón fluviokárstico o focino sobre la Sierra Gorda. Fuente: Longares, 2018.

En este caso, hace referencia a la disolución del carbonato cálcico de las rocas, producido por la acidificación del agua de lluvia, mezclada con el dióxido de carbono de la atmósfera. El agua se infiltra por los poros y forma grietas, disolviendo el carbonato cálcico que a lo largo de mucho tiempo se transforma en cavidades y galerías que pueden llegar a desmoronarse formando dolinas o simas. (Domínguez Llovería, 2010).

Si el agua circula por el interior de las rocas, se va originando un cañón de paredes verticales que se prolongan hasta la cabecera, formando las hoces y focinos, de ahí que estas formaciones, puedan haber estado funcionando como surgencias y sumideros de las aguas captadas por la superficie del polje.

Las mayores dimensiones las encontramos en el paraje denominado la Hoz Mayor, situada al noreste del área de estudio.

## 2. Otras morfologías presentes.

### 2.1 Superficies de erosión

Constituyen extensas áreas de morfología aplanada, que han sido arrasadas por diferentes procesos erosivos, correspondientes a un periodo de estabilidad tectónica. Se denomina superficie *intramiocena* (Gutiérrez *et al.*, 1989 citado en Soriano Jiménez, 2010) porque ha sido identificada entre el Paleozoico y el Neógeno (Figura 14). Se considera correspondiente a la superficie entre el Mesozoico y el Paleógeno ( $S_1$ ) identificada por Soriano Jiménez (Soriano, 1990 citado en Soriano Jiménez, 2010), al presentarse en materiales de edad Jurásica representados en el mapa geológico de la zona de estudio. Presentan un altitud en torno a 750-850m. (Figura 15).

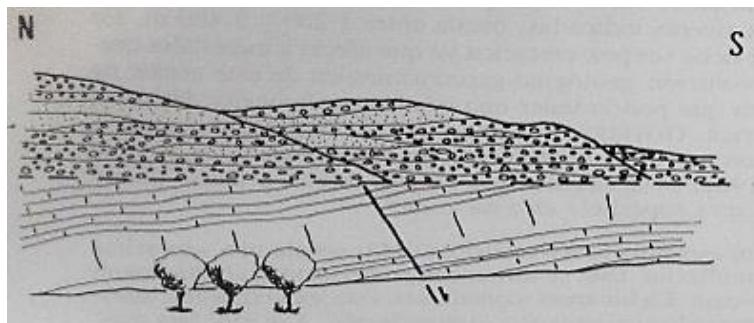


Figura 14; superficie de erosión intramiocena. Fuente: Soriano, 1990.



Figura 15; superficie de erosión en las inmediaciones de la Sierra Gorda. Fuente: Longares, 2018.

## 2.2 Cono de deyección

Se trata de una forma de abanico aluvial, propio de la acumulación de material que en este caso, procede de dinámicas fluviales que tuvieron lugar en el pasado. Los materiales se disponen en depósitos de gravas, arenas y limos.



Figura 16; foto aérea en la que se delimita el cono de deyección en el centro de la imagen. Fuente: Longares, 2018.

Se ha localizado un depósito que cumple con estas características, ubicado entre los niveles N1 y N2 de superficie de relleno del polje (Figura 16). Presenta un horizonte con una sucesión de materiales que han sido acumulados. Se presentan sin consolidar y con tamaños variables en cada uno de los niveles (Figura 17).



Figura 17; perfil del abanico aluvial que presenta diferentes niveles de acumulación.

### 2.3 Valle de fondo plano.

Según Soriano Jiménez (1990), son formas fluviales de fondo plano en las cuales se pueden diferenciar diferentes etapas de erosión/deposición:

A nivel sedimentológico, la autora diferencia tres niveles:

Nivel inferior con hasta 2m. de potencia, construido por niveles de gravas que se alternan con arenas y limos.

Nivel medio, con hasta 3m. de potencia y constituido por la alternancia de limos, gravas y bloques.

Nivel superior, formado principalmente por limos entre los que se presentan niveles de gravas de poca potencia.

- Nivel inferior con hasta 2m. de potencia, construido por niveles de gravas que se alternan con arenas y limos.
- Nivel medio, con hasta 3m. de potencia y constituido por la alternancia de limos, gravas y bloques.
- Nivel superior, formado principalmente por limos entre los que se presentan niveles de gravas de poca potencia.

En el área de estudio, al norte del polje, se localiza una val como continuación de un cañón fluviokárstico que incide en los materiales jurásicos y cuya prolongación sobre materiales más blandos, origina el valle de fondo plano. Tiene dirección hacia la Puebla de Albortón y hacia Valmadrid (Figura 18).



Figura 18; localización del cañón fluviokárstico y seguidamente el valle de fondo plano que ha recogido gran parte de los sedimentos de este cañón, hacia la amplia val de Valmadrid en la Puebla de Albortón. Fuente: Longares, 2018.

## 2.4 Relleno Holoceno

Corresponde a depósitos aluviales de material compuesto por cantos angulosos en matriz arcillosa, localizados en los fondos de los valles de fondo plano y en la salida de algunos barrancos fluviokársticos (Figura 19). Por otro lado, también corresponde a la formación de depósitos de ladera, debido a los procesos hidrológicos de arroyada superficial generados por la escorrentía que se ve favorecida por una pendiente elevada, por la litología que no favorece la infiltración y por la escasa presencia de vegetación que pueda retener el agua.



Figura 19; detalle del relleno holoceno en la zona objeto de estudio. Fuente: Longares, 2018.

## LA GEOMORFOLOGÍA COMO ELEMENTO DIDÁCTICO

### 1. Elementos geomorfológicos relacionados con la presencia del polje.

Se expone una guía didáctica de campo que plasma la geodiversidad y el patrimonio geomorfológico presente en el entorno del municipio de Fuendetodos, con el fin de sensibilizar a la población en el respeto y el aprecio al medio. La sensibilización se logra a través de la comprensión de todas las interacciones que establecen los seres vivos con el medio físico, en clave de desarrollo sostenible, como modelo impulsado por todas las administraciones a nivel europeo. Los objetivos se centran en la geoconservación y en el geoturismo relacionado con el desarrollo rural.

Esta guía se ha organizado entorno a una serie de puntos, que han sido divididos en dos bloques; por un lado aquellos elementos geomorfológicos relacionados con la presencia de polje y aquellos elementos que tienen relevancia en el entorno en el que se ubican. Todos ellos están relacionados con el patrimonio geomorfológico que se quiere impulsar en el municipio de Fuendetodos (Figura 20).

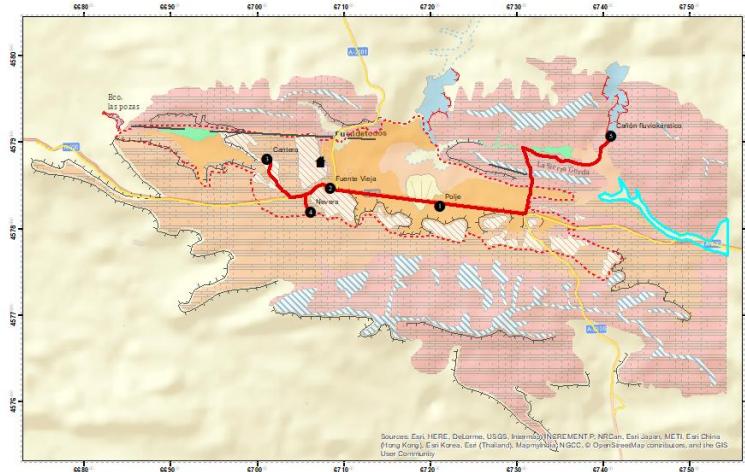
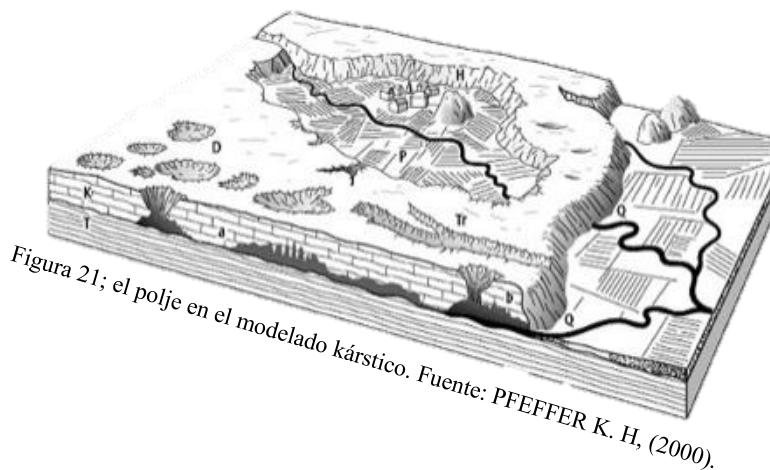


Figura 20; relación de puntos expuestos en la cartografía en los que se propone la observación de los elementos seleccionados para la guía de campo.

#### PRIMERA PARADA; LOS PROCESOS EN EL POLJE.

El itinerario se realiza en torno a la figura principal del polje, como elemento singular en el territorio. En el mismo, se plasman climas que tuvieron lugar en el pasado, para originar estas morfologías que se presentan en el modelado kárstico.



Podemos observar su morfología aplanada debido a un proceso de arrasamiento que tuvo lugar en la era paleozoica. Apreciamos, como la acción del agua subterránea, llevando a cabo un proceso de meteorización química por el efecto de la carbonatación, ha ido generando esta morfología que ha sido exhumada con el paso del tiempo y ha originado el paisaje que actualmente vemos (Figura 21).

Otro detalle característico de la erosión en la roca caliza, lo podemos observar en esta parada; el micromodelado generado en forma de lapiaz estructural existente en los diferentes niveles del polje. (Figura 22).

El lapiaz también se puede denominar karren, está formado por morfologías normalmente de pequeñas dimensiones, generadas en la roca desnuda debido a la acción del agua que diluye la roca caliza. Las formas son muy variadas; circulares (cubetas o kamenitzas, pits, pans, etc.), lineales controladas por fracturas (grikes, splitkarren, etc.), formas lineales generadas por la acción hidrodinámica (rillenkarren, runnels, etc.) y formas poligénicas. En esta última agrupación se incluyen los pavimentos kársticos, las morfologías que se pueden observar en esta parada (micromodelado en forma de lapiaz estructural), los torcales, etc. (Andreu, J.M *et al.*, 2016).

Este tipo de morfología nos permite comprender la existencia del polje y de los procesos que tienen lugar en la erosión de la roca durante la karstificación.



Figura 22; detalle de lapiaz estructural producido por meteorización química.

## SEGUNDA PARADA; LA FUENTE: INFRAESTRUCTURA PÚBLICA MEDIEVAL.

Sin duda el término de “Fuendetodos” hace referencia a la fuente vieja. Es un manantial que está alimentado por el flujo de las mismas aguas que han formado este relieve kárstico y constituye, una visita obligada para apreciar la obra que se realizó en la época medieval (Figura 23).



Figura 23; plano general, puerta de entrada e interior de la Fuente Vieja de Fuendetodos.

La fuente se localiza justo en el cambio de nivel de la superficie de aplanamiento, en el cual el agua discurre siguiendo el desnivel sobre roca caliza y donde realizaron una obra de gran importancia para la época. Es uno de los puntos donde se puede apreciar la organización del sistema kárstico, configurando unas morfologías muy interesantes para la observación y para el visitante, explicando la acción que tuvo lugar para dar origen al polje objeto de estudio.

## TERCERA PARADA; LA CANTERA

En las cercanías de la localidad, en la época romana se explotaban las canteras con una piedra ornamental llamada “caracoleña”. Se trata de una roca de edad miocena (hace 23 millones de años) formada por un material compuesto principalmente por conchas acumuladas de gasterópodos, debido a la existencia de un lago de poca profundidad rodeado de torrentes que lo alimentaban (Figura 24). El agua de lluvia, cuando era intensa, aportaba arenas silíceas que dan lugar a diversos tipos de laminaciones presentes en la piedra (Gisbert Aguilar, 2010).

Esta roca constituye uno de los niveles del polje que se ubica precisamente en la misma zona en la que se encontraba el lago de poca profundidad antes mencionado. La parada propuesta para la observación, nos revela el proceso de formación del polje, generando evidencias que además han sido empleadas por el ser humano para su provecho.



Figura 24; detalle de la morfología en la piedra "caracoleña".

Se trata pues, de unos afloramientos en facies calcarenítica, marcando unas condiciones paleoecológicas atípicas en un medio lacustre continental (Memoria IGME, 2005). Otra muestra más, de cómo unas determinadas condiciones climáticas constitúan un recurso del cual la población luego se beneficiaba, siendo en este caso para la construcción.

Los usos que ha tenido se remontan a la época romana; esta piedra fue usada para la construcción de los sillares de la presa de Almoacid de la Cuba, también fue muy estimada en la ciudad de Zaragoza, para la construcción del puente de piedra, la torre de la Seo e incluso para la basílica del Pilar (Figura 25). En nuestra época, ha sido empleada para la construcción del Edificio Pignatelli (Gisbert Aguilar, 2010).



Figura 25; detalle de la cantera de piedra "caracoleña".

## QUINTA PARADA; EL CAÑÓN FLUVIOKÁRSTICO Y SU HÁBITAT

En esta parada aprenderemos la etimología de la palabra karst.

El karst, proviene de la palabra indo-europea *kar* o *karra* que significa roca o superficie desnuda y da nombre a una plataforma caliza que se encuentra en Eslovenia (Gams, 1993 y Kranj, 2011 citados en ANDREU, J.M *et al.*, 2016). Su uso en la geología, data de principios del siglo XX (Cvijic, 1893; 1918 citado en Andreu, J.M *et al.*, 2016).

En la actualidad el término karst se define como:

Territorio de características hidrológicas que forman un relieve geomorfológico propio, resultado de la interacción del agua sobre rocas solubles (carbonatos y evaporitas) que se presentan en el medio subterráneo o afloran en el exterior. (Andreu, J.M *et al.*, 2016).

Implica:

- Un sistema de drenaje (jerarquizado e interconectado) y dirigido hacia un punto de salida (surgencia).
- Un proceso de disolución y de erosión por la acción del agua.
- La generación de un relieve en forma de una morfología característica y la generación de depósitos sedimentológicos (detriticos y químicos), pudiendo ser subterráneos y/o superficiales (Figura 26).
- 

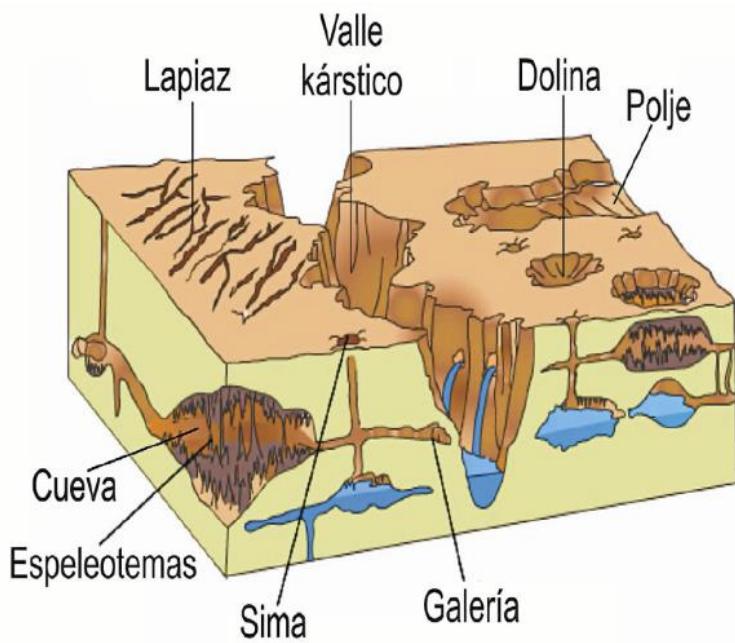


Figura 26; procesos y formas en la karstificación. Fuente: IES Blas de Otero, 2014.

El proceso de karstificación no solo se origina en la roca caliza, hay más materiales susceptibles a la karstificación pueden ser rocas muy solubles (yeso y sal gema) como la menos solubles (cuarcitas, calizas y dolomías). De hecho es más fácil encontrar grandes cavidades en materiales muy poco solubles como la cuarcita que formaciones kársticas constituidas por yesos o sales. Esto quiere decir que no solo intervienen los procesos químicos en la formación del karst, sino que hay muchos más procesos geológicos involucrados en la historia de la tierra (Andreu, J.M *et al.*, 2016).

Esta morfología kárstica, tuvo lugar bajo condiciones climáticas muy distintas a las que existen en la actualidad. Este modelado, supone la evidencia de que existieron unas condiciones climáticas muy húmedas y templadas en el pasado, para generar estas estructuras que en la actualidad, se encuentran fosilizadas y degradadas debido a la aridez climática existente en el presente.

La marcada aridez que ofrece el campo de Belchite debido a la escasa disponibilidad hídrica, puede hacer creer que supone un medio adverso para la vida. El clima, es el principal factor limitante en el desarrollo vital, (déficit hídrico, elevada evapotranspiración y oscilaciones térmicas unidas a la acción del viento) generando una vegetación rala y reseca compuesta de estepa, maquias de coscoja y sabina.

No obstante, se presenta una inesperada sorpresa al encontrar especies que se adaptan a las condiciones ambientales existentes y son capaces de proliferar (alineadas con la Sierra Gorda), ubicándose en una serie de gargantas fluviokársticas que presentan escasa circulación hídrica. Son los denominados *focinos*, siendo el de mayor entidad el de la Hoz Mayor de Fuendetodos que debido al microclima húmedo y sombrío que presenta, alberga un reducto botánico de gran interés (Figura 27) formado por un bosquete caducifolio de Arce de Montpellier (*Acer monspessulanum L.*) y Almez (*Celtis australis L.*), acompañados de Violetas (*Viola suavis L.*) y de la trepadora Nuez Negra (*Tamus communis L.*).



Figura 27; bosquete de *Celtis australis L.* y foto detalle de *Viola suavis L.* Fuente: Longares, 2018.

Por otra parte en el ecosistema asociado a los cortados rocosos generados por el relieve kárstico, aparece su fauna asociada (Figura 28); la Cabra montesa (*Capra pyrenaica*) el Águila Real (*Aquila chrysaetos*) que aprovecha oquedades en paredes rocosas, la escasa Águila Perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) en peligro de extinción, el Buitre Leonado (*Gyps fulvus*) y el Alimoche (*Neophron percnopterus*) (Blasco Lázaro y Lampre Vitaller, 2010).



Figura 28; detalle del Buitre Leonado aproximándose al cortado rocoso y numerosos ejemplares de Cabra montesa en la zona de estudio. Fuente: Longares, 2018.

## 2. Otros elementos relevantes

### CUARTA PARADA; LAS NEVERAS

Constituye un elemento cultural que explica, del mismo modo que en el caso del modelado kárstico, cómo influyeron las características climáticas, en los usos y costumbres de la población en el pasado. La evolución del clima a lo largo del tiempo, nos permite realizar una lectura de cómo aquellas construcciones ligadas a unas condiciones climáticas determinadas, ya no sirven para el uso que tenían asignado, debido a un cambio climático ligado a la aridez y a una reducción drástica de las precipitaciones.

El comercio de la nieve floreció en Europa desde mediados del siglo XVI en la Pequeña Edad de Hielo, hasta finales del siglo XIX. La cercanía a la ciudad de Zaragoza que además se encontraba bien unida por el Camino Real de Madrid unida a la moderada altitud de su municipio, hizo de Fuendetodos uno de los centros de producción de nieve más importantes de Aragón (Ona González, 2010).

En su época de esplendor, llegó a albergar una veintena de pozos de nieve llamados neveras que se distinguían en el paisaje por sus cubiertas en forma de cúpulas. Esta actividad del comercio de la nieve, en la que estaba involucrada buena parte de la población de Fuendetodos, se compaginaba con la agricultura (Ona González, 2010).



Figura 29; imágenes del interior de la nevera de Culroya.

Los pozos se excavaban en la roca, marcando un radio de 6m. y reservando la roca extraída para la construcción de la bóveda que estaba formada con doble pared de mampostería trabada con barro. La cúpula tenía forma de huevo que protegía del viento y del sol la nieve almacenada (Figura 29). El llenado de nieve o “empoce” era una tarea ardua y especializada, debido fundamentalmente a las bajas temperaturas en las que se desarrollaba. La nieve se almacenaba en capas compactas y apisonadas con una cubierta de paja que hacía de aislante, luego se extendía una nueva capa de nieve compactada con los pies. Para la evacuación del agua de escorrentía de la nieve y evitar que se estropeara, se construía un caño que sacaba el agua debajo de la tierra si era posible, sino se habilitaban diferentes mecanismos para evacuar el agua del deshielo.

Para el transporte de la nieve, se empleaban carros tirados por mulas en los cuales se derretía el 20% de la nieve en las 8 horas que costaba realizar el trayecto hasta Zaragoza.



Figura 30; nevera de Culroya.

Como vestigio de aquella actividad, se alza la nevera de Culroya (Figura 30), la única que ha conseguido mantenerse erguida, conservando su impresionante cúpula. Ha sido rehabilitada al público para su visita (Ona González, 2010).

## **PROPUESTAS DE GESTIÓN PARA EL ÁREA DE ESTUDIO**

Como se ha indicado a lo largo del trabajo, la morfología kárstica estudiada que se ha denominado “Polje de Fuendetodos” se presenta como una singularidad geomorfológica, al encontrarse en el extremo de la Cordillera Ibérica, en el contacto con la Depresión del Ebro (rama aragonesa) algo poco habitual.

Esta morfología además, presenta enclaves de gran relevancia faunística y ecológica.

Además, contiene elementos culturales que están ligados a esta morfología y a sus procesos evolutivos.

Es por todo ello que se establecen una serie de propuestas:

1. Propuesta a nivel autonómico.

Antecedentes:

El Gobierno de Aragón establece el DECRETO 274/2015, de 29 de septiembre por el cual, crea el Catálogo de Lugares de Interés Geológico estableciendo su régimen de protección.

Según define el Decreto, “el Patrimonio Geológico está constituido por el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, natural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar el origen de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y del presente en la evolución de la vida”.

Existen numerosos instrumentos legales para la protección y reconocimiento de la biodiversidad como parte del patrimonio natural, promoviendo el reconocimiento del mismo, sobre todo en casos en los que no existe una figura previa de protección que garantice la conservación de sus valores. Por ejemplo la Ley 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio Cultural Aragonés y el Decreto Legislativo 1/2015, de 29 de julio, del Gobierno de Aragón, cuyo artículo 65 define y clasifica los Lugares de Interés Geológico de Aragón, creando un catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón indicando aquellos lugares de mayor importancia, definidos como aquellos recursos naturales no renovables como formaciones rocosas, formas, paisajes, yacimientos minerales o arqueológicos que reúnan características singulares.

Por tanto, es deseo del Departamento, asignar un estatus jurídico a estos Lugares de Interés Geológico, definiendo:

Áreas de Interés Geológico: aquellos Lugares de Interés Geológico de más de 50Ha. de extensión.

Puntos de Interés Geológico: aquellos Lugares de Interés Geológico que no siendo yacimientos paleontológicos presenten una extensión inferior o igual a 50Ha.

El Decreto también asigna la categoría de Itinerarios, puntos de observación y otros espacios de reconocimiento geológico, incluyendo aquellas formaciones geológicas, que en razón de su naturaleza no son susceptibles de ser protegidas con la misma intensidad que las otras categorías.

En el apartado de Puntos de Interés Geológico de Aragón, en el citado Decreto, se contempla la Hoz Mayor de Fuendetodos como Lugar de Interés Geológico, a efecto de la inclusión en dicho Catálogo, regulada por actividades y usos autorizables (visitas y actividades didácticas o científicas orientadas al conocimiento, divulgación y apreciación de los valores naturales) y a los usos y actividades prohibidos (artículos 10, 11 y 12 de dicho Decreto).

La Hoz mayor constituye un barranco de naturaleza fluviokárstica situado en la vertiente septentrional de la Sierra Gorda, muy cerca del área objeto del estudio realizado (Figura 31).



Figura 31; elevados escarpes rocosos dominan el paisaje en la Hoz Mayor. Fuente: LONGARES, 2018.

Consideraciones a raíz del estudio realizado:

La Hoz Mayor no constituye un punto de interés en sí mismo, constituye un elemento más, dentro de un conjunto más amplio de elementos que tienen lugar en un área más amplia, cuyas características son singulares y que condicionan la biodiversidad y los diferentes usos (los cañones fluviokársticos, el polje, la cantera de piedra caracoleña, la fuente y las neveras).

Es por ello que se cree conveniente proponer la inclusión dentro del Catálogo de Lugares de Interés Geológico, al conjunto de elementos antes mencionados.

## 2. Propuesta a nivel europeo:

### Antecedentes:

En el marco de la Estrategia de Desarrollo Local 2007-2013 (Figura 32) establecida por el enfoque Leader y financiada con el fondo FEADER, se llevó a cabo la rehabilitación de una granja en el municipio de Fuendetodos en el año 2008 y con un presupuesto de 45.000€. Tenía como finalidad, albergar un espacio para la sensibilización y educación medioambiental y fue denominado Fuendeverde. Esta oficina está orientada al público en general y tiene como principal función, dar a conocer el entorno natural, para lo cual, realizan rutas y talleres que ayudan al visitante a descubrir el entorno singular en el que se encuentran (ADECOBEL, 2012).



Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales

Figura 32; instituciones y empresas implicadas en la Estrategia de Desarrollo Local Leader (EDLL). Fuente: ADECOBEL, 2017.

Por otra parte, dentro de la estrategia llevada a cabo a nivel europeo y denominada Europa 2020, se aplican los objetivos estratégicos a largo plazo (Comisión Europea, 2018), para la política de desarrollo rural 2014-2020. Se destacan a continuación los siguientes objetivos:

- Garantizar la gestión sostenible de los recursos naturales y la acción por el clima.
- Lograr un desarrollo territorial equilibrado de las economías y comunidades rurales incluyendo la creación y conservación del empleo.

También es deseo de la estrategia Europa 2020 que los estados miembros elaboren sus Programas de Desarrollo Rural, basándose en al menos cuatro de las seis prioridades comunes de la UE, dentro de las cuales se destacan:

- Fomentar la transferencia de conocimientos e innovación.
- Restaurar, conservar y mejorar los ecosistemas dependientes de la agricultura.
- Fomentar la inclusión social, reduciendo la pobreza.

A nivel estatal, el Parlamento y el Consejo de la Unión Europea, a través del reglamento nº1305/2013 de ayuda para el desarrollo rural para el periodo 2014/2020, otorga la posibilidad de que los estados miembros con programas regionales, presenten un Marco Nacional que tenga una serie de medidas. Se destacan a continuación las más interesantes para este trabajo:

Agroambiente y clima.

Estrategia LEADER.

A nivel autonómico, se establece el Programa de Desarrollo Rural, Aragón 2014-2020 en el cual se seleccionan 10 necesidades consideradas como prioritarias y que agrupan entre otros, 4 ámbitos de prioridad:

Transferencia e innovación.

Estructura productiva.

Medio ambiente.

Desarrollo Local y diversificación de la economía rural.

En este sentido, se ha puesto en marcha la Estrategia de Desarrollo Local-Leader 2014/2020 Campo de Belchite (en adelante EDLL), que fue iniciada por la anterior Estrategia de Desarrollo Local 2007-2013.

Esta estrategia, ha sido promovida por el Grupo de Acción Local (GAL), Asociación para el Desarrollo Rural Integral de la Comarca Campo de Belchite (ADECOBEL). Este grupo, inició su andadura en el año 2002 y está compuesto por 36 representantes de instituciones privadas y públicas, cuya finalidad se centra en lograr el desarrollo rural del territorio Campo de Belchite. Tiene como función, gestionar los planes de desarrollo en la Comarca de Belchite, poniendo en marcha las iniciativas (económicas, sociales, culturales etc.) que existan en el territorio, siguiendo las medidas establecidas por la Estrategia Europa 2020. (Extraído de la página web: <http://www.adecobel.org/>).

En dicha Estrategia (EDLL 2014-2020), se destacan una serie de iniciativas promovidas por el GAL: puesta a disposición de una página web turística ([www.descubrecampodebelchite.com](http://www.descubrecampodebelchite.com)) y un proyecto turístico ornitológico denominado Birding Belchite promocionado bajo la marca “Te impresionará” (Figura 33).



Figura 33; encabezado sacado de la página web: <http://www.birdingbelchite.com/>.

Por otra parte, en la EDLL se realiza un análisis DAFO en el cual este trabajo solo detallará los concernientes al apartado Medioambiente, por ser los del ámbito de la sugerencia.

Dentro de las necesidades prioritarias, se plantea necesario fomentar la dinamización social del territorio, favorecer la creación de puestos de trabajo relacionados con la conservación del medio ambiente, puesta en valor y conservación de los entornos naturales destacados por sus características ambientales, flora y fauna, y dar a conocer a la población el gran valor de los recursos naturales que posee Campo de Belchite, sensibilizando acerca del cuidado y respeto al medio ambiente.

El análisis de puntos fuertes, destaca la educación ambiental ofrecida en currículos escolares y entre muchas otras, la existencia de parajes naturales atractivos que tiene el territorio señalado.

El análisis de puntos débiles, rebela la falta de conocimiento de la población hacia los recursos medioambientales que posee el territorio, la falta de consideración social del turismo como un potencial recurso económico del territorio y la existencia de recursos culturales, naturales y turísticos infrautilizados.

Dentro de las oportunidades detectadas en la zona, destaca la potenciación de los parajes naturales como por ejemplo las Foces, dinamizar la red de senderos comarcal o integrar otras actividades como el deporte y la cultura aprovechando los recursos naturales e históricos.

Las amenazas más destacables en este sentido son: el deterioro paulatino del patrimonio tanto geológico como histórico, la disminución del turismo al carecer de nuevos productos.

#### Consideraciones:

De los cinco objetivos estratégicos propuestos por la EDLL, el quinto versa sobre hacer de Campo de Belchite el referente de una comarca pionera en respeto al medio ambiente. Convertirla en una comarca verde porque cuenta con importantes recursos naturales que requieren en primer lugar darlos a conocer a la población local para ponerlos en valor y crear el proyecto de comarca verde.

Por todo esto, se considera interesante la posibilidad de contemplar la propuesta realizada en este trabajo, dentro de lo posible, atendiendo a la EDLL a nivel europeo y reconocer la figura de protección como parte del Patrimonio Aragonés para este conjunto de elementos, siguiendo las especificaciones del Decreto 274/2015, de 29 de septiembre a nivel autonómico/estatal.

Para su puesta en marcha, podría ser planteada en los ayuntamientos de la Comarca Campo de Belchite.

## CONCLUSIONES

Como conclusión en la realización de este trabajo, se han cumplido una serie de objetivos de manera satisfactoria:

Se ha generado una cartografía geomorfológica al detalle para poder presentar la morfología kárstica tan singular en el entorno en el que se ubica.

Se ha diseñado un itinerario didáctico que pretende dar respuesta a un público diverso, sobre los diferentes procesos geomorfológicos que tuvieron lugar en el pasado, dando lugar al estado actual del paisaje y del medioambiente en el municipio. De igual forma, trata de explicar los diferentes usos de la materia prima empleada por su población durante la historia, para satisfacer diferentes necesidades constituyendo en la actualidad el patrimonio etnográfico y cultural.

La elaboración del póster ha pretendido dar a conocer la morfología kárstica de una forma amena en el municipio. Una vez llevada a cabo la divulgación pertinente, podría darse por cumplido dicho objetivo.

Este trabajo en sí mismo, pretende aportar un granito más en el conjunto de las investigaciones realizadas ligadas al karst y a la geomorfología en el contexto aragonés.

En relación a la propuesta de contemplar los elementos señalados dentro del Catálogo de Lugares de Interés Geológico, se han mantenido contactos tanto con el Ayuntamiento como con el grupo de desarrollo local, no obteniendo una respuesta que pueda hacer suponer la posibilidad de su integración en un futuro. No obstante es uno de los puntos que pueden desarrollarse de cara a un futuro.

Otro de los puntos que quedan abiertos y que pueden desarrollarse más ampliamente, es la puesta en funcionamiento de la propuesta divulgativa, en relación a la redacción y maquetación de todas las fichas de interpretación de las paradas elegidas o la elaboración de otro tipo de materiales de ayuda a la divulgación.

No obstante, toda la información y material realizado en la elaboración de este trabajo, puede ser implementado en cualquier iniciativa que pretenda divulgar el patrimonio geológico y cultural del municipio.

La realización de este trabajo, me ha permitido tener una perspectiva más abierta a la hora de relacionar los aspectos geomorfológicos y humanos de un entorno. Por otra parte, he sido testigo de primera mano, de todos los procesos que hay que llevar a cabo para la realización de un trabajo de investigación y de las dificultades que entraña llevarlo a cabo de manera satisfactoria. Me ha permitido aglutinar todos mis conocimientos y volcarlos en una publicación que he considerado de interés desde el primer momento y para la que he creído importante darla a conocer.

## BIBLIOGRAFÍA

Andreu, J.M *et al.* (2016). *Karst: un concepto muy diverso*. Asociación Española para la enseñanza de las ciencias de la tierra. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/137009> [Consultado 07-06-2018].

Asociación para el Desarrollo Rural Integral de la Comarca Campo de Belchite, ADECOBEL (2012). *Estrategia de Desarrollo Local LEADER (EDLL) 2007-2013 Campo de Belchite*. Disponible en: <http://www.adecobel.org/> [Consultado 20-05-2018].

Asociación para el Desarrollo Rural Integral de la Comarca Campo de Belchite, ADECOBEL (2017). *Estrategia de Desarrollo Local LEADER (EDLL) 2014-2020 Campo de Belchite*. Disponible en: <http://www.adecobel.org/> [Consultado 10-06-2018].

Blasco lázaro, M. y Lampre Vitaller, F. (2010). *El medio natural en Campo de Belchite*. En: Cinca Yago, J. y Ona González, J. Comarca de Campo de Belchite. Zaragoza: Gobierno de Aragón.

Civis Llovera, J. (2015). Mapa geológico de España E. 1:1.000.000 ITGE.

Comisión Europea (2018). *Estrategia Europa 2020*. Disponible en: <https://ec.europa.eu> [Consultado 11-06-2018].

Domínguez Lloveira, J. (2010). *Hoces, focinos y focinicos en el entorno de Fuendetodos*. En: Cinca Yago, J. y Ona González, J. Comarca de Campo de Belchite. Zaragoza: Gobierno de Aragón.

Gisbert Aguilar, J. (2010). *Rocas de usos constructivos en el Campo de Belchite*. En: Cinca Yago, J. y Ona González, J. Comarca de Campo de Belchite. Zaragoza: Gobierno de Aragón.

Gobierno de Aragón (2015). Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad: *Programación de Desarrollo Rural de Aragón (2014-2020)*. Disponible en: <http://www.aragon.es> [Consultado 11-06-2018].

Gobierno de Aragón (2015). Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad: *Decreto 274/2015 por el que se crea el Catálogo de Interés Geológico de Aragón*. Zaragoza: Boletín Oficial de Aragón.

Hernández Samaniego, A. (2005). *Estratigrafía*. En: Instituto Geológico y Minero de España. (2005). Memoria explicativa de Longares. Madrid: Ministerio de Industria y Energía, Servicio de Publicaciones.

IES Blas de Otero (2014). *Apuntes de 2º de Bachiller*. Disponible en: <https://geoiesblasdeotero.wordpress.com/> [Consultado 13-05-2018].

Instituto Aragonés de Estadística (IAEST). Disponible en: <http://www.aragon.es> [Consultado 13-06-2018].

Longares L.A. (2018). *Colección fotográfica*.

Nahle, N. (2007). *Cycles of Global Climate Change. Biology Cabinet Journal Online*. Article N° 295. Disponible en: <http://www.biocab.org>. [Consultado 13-06-2018].

Ona González, J. (2010). *Nieve en Fuendetodos*. En: Cinca Yago, J. y Ona González, J. Comarca de Campo de Belchite. Zaragoza: Gobierno de Aragón.

Parlamento y Consejo de la Unión Europea (2013). *Reglamento nº 1305/2013 de desarrollo rural a través del Feader*. Bruselas: Diario Oficial de la Unión Europea.

Peña Monné, J.L., Pellicer Corellano, F., Chueca Cía, J. y Julián, A. (1997). Leyendas para mapas geomorfológicos a escalas 1:100.0001: 200.000 y 1:25.0001:50.000.

Peña Monné, J.L., Sánchez Fabre, M. y Lozano Tena, M.V. (2010). *Las formas del relieve de la Sierra de Albarracín*. Teruel: CECAL.

Pfeffer, K.H. (2000). *Karst: Entstehung - Phänomene - Nutzung (Studienbücher der Geographie)*. Heidelberg: Borntraeger.

Robador Moreno, A., Hernández Samaniego, A., Ramírez Merino J.I., Navarro Juli, J., Cortes Gracia, A.L., Rodriguez Santisteban, R., Babiano González, F., Gómez Gras, D., Ramírez del Pozo, J., Cuenca Bescos, G., Pozo Rodríguez, M. y Sainz de Aja, J.C. (2005). Mapa geológico, mapa geomorfológico y memoria de la hoja nº 411 (Longares). Mapa Geológico de España E. 1: 50.000 ITGE, 97pp.

Soriano Jiménez, M.A. e Institución "Fernando el Católico" (1990). *Geomorfología del sector centromeridional de la depresión del Ebro*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico.

Soriano Jiménez, M.A. (2010). *Geología y geomorfología de la Comarca de Campo de Belchite*. En: Cinca Yago, J. y Ona González, J. Comarca de Campo de Belchite. Zaragoza: Gobierno de Aragón.

## ANEXO

### FICHA IDENTIFICATIVA

Esta ficha, corresponde con una explicación de la flora que se desarrolla de manera singular dentro del barranco fluviokárstico que se encuentra en la parada número 5. Cada parada contará con una serie de fichas identificativas que explicarán todos los elementos de interés para el público general en esa zona.

## *Celtis australis L.*

**Nombre común:** Almez o Latonero.

**Distribución:** se desarrolla fundamentalmente en bosques, barrancos y grietas de rocas. Sobre suelos sueltos y pedregosos.



**Descripción:** árbol de hasta 25m. Caduco, más o menos grueso, liso, alto, robusto, de color grisáceo, sistema radicular profundo, ramificación densa. Florece en abril, fruto de color negro a finales del verano.



**Curiosidades:** los frutos llamados celtinas son comestibles para la avifauna (mirlo) y se fabricaba un vino dulce con ellos. La madera era usada para mangos de herramientas como las horcas, empleadas para aventar en las eras.



Fuente: floravascular.com y Real Jardín Botánico.



