

El Patrimonio Natural de Argamasilla de Calatrava

Rafael Ubaldo Gonsálvez Rey • Rafael Becerra Ramírez
Estela Escobar Lahoz • Elena González Cárdenas (coords.)

Instituto de Estudios Manchegos (CSIC)
Ayuntamiento de Argamasilla de Calatrava

El Patrimonio Natural de Argamasilla de Calatrava

*Rafael Ubaldo Gonsálvez Rey, Rafael Becerra Ramírez,
Estela Escobar Lahoz y Elena González Cárdenas (coords.)*

Ciudad Real
Instituto de Estudios Manchegos
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
2015

Imágenes de portada y contraportada, y de las páginas 112, 125, y 132:

©JesúsRecuero. *www.jesusrecuero.com. info@jesusrecuero.com*

Imagen página 146:

©RufinoCarreteroRuiz

Todas las fotos que ilustran este libro (a excepción de las que expresamente lo indican al pie de la misma), están hechas en parajes naturales del término de Argamasilla de Calatrava.

Imprime: Lozano Artes Gráficas

Edita: Instituto de Estudios Manchegos (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). *c/ Caballeros, 3. Ciudad Real. iem-cr@hotmail.com. www.institutoestudiosmanchegos.es*

Patrocina: Ayuntamiento de Argamasilla de Calatrava

Depósito Legal: CR-254-2015

ISBN: 978-84-87248-38-2

ÍNDICE

PRÓLOGO	5
EL RELIEVE VOLCÁNICO DE ARGAMASILLA DE CALATRAVA Y SU ENTORNO: GEODIVERSIDAD Y GEOPATRIMONIO	7
1. El volcanismo como seña de identidad del Campo de Calatrava	8
2. Origen y edad del volcanismo calatravo	11
3. Erupciones y morfologías volcánicas en el Campo de Calatrava	15
4. Los volcanes de Argamasilla de Calatrava y su entorno	17
4.1. Volcanes de génesis magmática	19
Volcán Cabeza Parda, Volcán Hormigoneros o El Cabezuelo, Volcán de Las Mesas, Volcán La Zarza, Volcán La Vaqueriza y Volcán de El Morrón	
4.2. Volcanes de génesis hidromagmática	35
Maar de la Laguna Blanca, El Rinconcillo, Navarredondilla, Complejo hidrovolcánico Las Carboneras-Los Lomillos y Maares del Sector NE del municipio	
5. Aprovechamiento geoturístico de los volcanes	47
6. Referencias	60
LAS HUELLAS DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA CUATERNARIA EN EL CAMPO DE CALATRAVA	65
1. Introducción	65
2. Espacio de estudio	66
3. Metodología de trabajo	68
4. Resultados	70
4.1. Dinámicas freatomagmáticas y sus depósitos	70
4.2. Deformaciones de origen sísmico observadas en los depósitos hidromagmáticos	71
4.3. Diapiros de licuefacción localizados en Calzada de Cva.	73
4.4. ¿Riesgo potencial?	75
5. Conclusiones	77
6. Referencias	78

EL HOMBRE Y EL VOLCÁN : USOS DE LOS MATERIALES VOLCÁNICOS EN ARGAMASILLA DE CVA. Y SU ENTORNO	81
1. Introducción	81
2. Las rocas volcánicas del Campo de Calatrava	81
2.1. Clasificación de las rocas	81
2.2. La región volcánica del Campo de Calatrava: dinámicas eruptivas y material emitido	83
3. Aprovechamiento de los recursos volcánicos en el Campo de Calatrava	87
3.1. Utilización del material construcción en el patrimonio histórico-artístico, arquitectura religiosa y popular así como otros usos	89
3.2. Recursos derivados de la emanación de gases. Uso público de los hervideros o baños	93
3.3. Negrizales, meteorización de las coladas para usos del suelo agrícolas	94
3.4. Explotación de los volcanes como canteras	95
4. Manifestación y materiales volcánicos en Argamasilla de Cva. y su entorno	96
5. Conclusión	103
6. Referencias	103
BIODIVERSIDAD EN EL MUNICIPIO DE ARGAMASILLA DE CVA.: LAGUNAS, DEHESAS Y AVES ESTEPARIAS	107
1. Sobre el concepto de biodiversidad	107
2. Diversidad de especies en el municipio de Argamasilla de Cva.	109
3. Contexto geográfico: sierras, llanos y volcanes	113
3.1. Localización y análisis topográfico	113
3.2. Geología	115
3.3. Vegetación y usos del suelo	118
3.4. Hábitats y elementos geomorfológicos de interés especial	120
3.5. Espacios y áreas protegidas	124
4. Valor ambiental 1: Las Lagunas Volcánicas	125
5. Valor ambiental 2: Las Dehesas	140
6. Valor ambiental 3. Las comunidades de aves esteparias	143
7. A modo de conclusión: La propuesta del POM y la biodiversidad en Argamasilla de Calatrava	148
8. Referencias	150
AUTORES	158

PRÓLOGO



Prologar un libro eminentemente divulgativo y científico, que habla de la naturaleza y la tierra de uno mismo, como éste, nunca es fácil y a la vez es un placer inmenso pues este libro es en sí mismo ya un legado para las gentes de la Argamasilla, los rabaneros y rabaneras de hoy y sobre todo del futuro. Y precisamente de legados habla este libro, quizás del más importante por ser el más primario: el territorio, la naturaleza que cobija e hizo nacer esta realidad que es Argamasilla, naturaleza que tiene y debe ser protegida, en un esfuerzo compartido y sostenido a través del tiempo que nos implique a todos y cada uno de los que vivimos en ella.

No es cuestión baladí, es más diría que al más largo plazo es La Cuestión al fin y al cabo es cuidar el entorno donde vivimos y que hasta hace bien poco sustentaba directamente a sus habitantes con la riqueza de la tierra a través de la agricultura y que no nos engañemos sigue haciéndolo, aunque las labores agrícolas, ya no sean las principales, el origen de todo siempre está en el mismo sitio. Y con ese afán de promover un espíritu de conocimiento, protección y reencuentro con nuestro patrimonio natural nace este libro, por que como se dice en las conclusiones que cierran esta publicación: “Dar a conocer la biodiversidad del municipio de Argamasilla de Calatrava ha sido el objetivo principal del presente trabajo, pues somos conscientes de que solo se puede conservar aquello que se valora y solo se puede llegar a valorar aquello que se conoce.” Y ahí estamos, poniendo el conocimiento como servicio público para que los ciudadanos lo conviertan en un arma de futuro y progreso.

Decía al principio que la cuestión se vuelve más compleja cuando es la tierra de uno mismo, y con esto quiero referir-

me en que en ocasiones la cercanía nos hace perder perspectiva o visión de conjunto no dando valor a lo que tenemos delante por la sencilla razón de que está ahí y siempre ha estado ante nuestros ojos, no dudo de que todos los hombres y mujeres de este pueblo y todos los que lo conocen o se acercan lo aprecian y mucho, al menos tanto como yo... Argamasilla y sus parajes, caminos, sierras, lagunas y paisajes son, sin duda conocidos y compartidos por todos, en mayor o en menor medida y en ellos nos identificamos. Pero también es cierto que siempre es bueno revisar y dirigir una nueva mirada a lo que siempre ha estado cerca de nosotros, que nos permita ahondar y aprovechar mejor el valor que nuestro patrimonio natural nos brinda. Este libro es una invitación a observar con una mirada renovada ese gran tesoro que es nuestro término municipal.

También es un compromiso institucional de salvaguarda de los intereses colectivos que siempre esconde la defensa del medioambiente, en este caso el que nos corresponde: el más inmediato y cercano.

Por último, agradezco profundamente a todos los autores su interés, implicación y generosidad al compartir su valioso conocimiento y al Concejal de Cultura de este Ayuntamiento, José Antonio Molina por la iniciativa.

Concluyendo: nuestro patrimonio natural se nos presenta como un imponente legado del pasado para las generaciones venideras, una fuente de oportunidades y de progreso para el presente y un compromiso social que nos une en un objetivo colectivo: su defensa, en el que nos lo jugamos todo.

Disfrutad y aprovechad su lectura.

Jacinta Monroy Torrico
Alcaldesa de Argamasilla de Calatrava

EL RELIEVE VOLCÁNICO DE ARGAMASILLA DE CALATRAVA Y SU ENTORNO: GEODIVERSIDAD Y GEOPATRIMONIO



Rafael Becerra Ramírez

Licenciado en Geografía y Doctor por la Universidad de Castilla-La Mancha | Grupo de Investigación GEOVOL del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio UCLM | Colaborador científico de INVOLCAN

“...Con una gran intensidad, constancia e ilusión he recorrido los extensos campos eruptivos de la región central de España... el territorio en el cual se asientan las formaciones volcánicas de Ciudad Real, aparece constituido en su mayor parte por una extensa penillanura... dicho territorio queda limitado hacia el norte y sur por zonas montañosas más o menos quebradas, las cuales aparecen intensamente trastornadas por pliegues y fallas... se aprecia que el territorio ocupado por los fenómenos volcánicos es de gran extensión...”

Fco. Hernández Pacheco (1932): *La Región Volcánica Central de España.*

La Naturaleza se presenta como recurso y patrimonio natural de todas las sociedades, por tanto, debe valorarse desde diversos puntos de vista: estético, ético, científico, educativo y cultural (González-Trueba, 2006). El patrimonio natural de un territorio implica una amplia visión de los aspectos bióticos y abióticos del mismo y constituye la seña de identidad más emblemática del grado de conservación del espacio por parte de los pueblos. Sin embargo, todavía sigue primando el criterio biológico a la hora de hablar de la diversidad natural, dejando en un segundo lugar a la *geodiversidad* y estando

prácticamente ausente la *hidrodiversidad* (González-Trueba, 2006; Dóniz-Páez, 2009 b). La geomorfología sólo se ha tenido en cuenta como valor estético y paisajístico (González-Trueba, 2006), pero tanto la biodiversidad como la geodiversidad forman parte de la diversidad natural (Serrano, 2002; Serrano y Ruiz-Flaño, 2007), que se conforma como uno de los principales recursos territoriales.

Los volcanes constituyen un fenómeno morfogenético de gran dinamismo, con repercusiones geomorfológicas importantes y reorganizador de la fisonomía de los territorios en los que tiene lugar (Romero, 2001). Los volcanes forman parte del patrimonio natural desde una triple perspectiva (biodiversidad, geodiversidad e hidrodiversidad): constituyen formaciones geológicas y geomorfológicas específicas y singulares, albergan formaciones y comunidades vegetales y animales, y el agua es clave en muchos de sus ecosistemas y paisajes. El estudio de la geodiversidad de los fenómenos eruptivos debe servir tanto para aumentar el valor del espacio natural, como para incrementar el número y la variedad de lugares que se conserven por su patrimonio natural (Dóniz-Páez, 2009 b: 90).

La valoración del relieve volcánico como geopatrimonio es una necesidad desde diferentes escalas y con un doble enfoque: su fuerte adscripción territorial y paisajística y por constituir un elemento singular e individualizado del resto.

1. EL VOLCANISMO COMO SEÑA DE IDENTIDAD DEL CAMPO DE CALATRAVA

La zona central de la provincia de Ciudad Real, es una de las pocas áreas volcánicas de la Península Ibérica, entre las

que aparecen la zona de La Garrotxa (Girona), el Cabo de Gata (Almería), el Mar Menor-Cartagena (Murcia) y los pequeños afloramientos de Cofrentes (Valencia) y Cancárix (Albacete), pero también destacan las islas volcánicas de Alborán y Columbretes.

Es un volcanismo asociado al ámbito geológico y geodinámico de la cuenca mediterránea en el que convergen las placas tectónicas Africana y Euroasiática, siendo los empujes de ambas placas, los responsables del nacimiento de las cordilleras alpinas que bordean al Mediterráneo y de la intensa y dilatada actividad volcánica desde hace millones de años. Este volcanismo estaría asociado a zonas de subducción, espacios de distensión de la corteza (*rifts*) y/o a flexiones de la misma, que desembocarían en el ascenso de magmas a la superficie y el desarrollo de los procesos eruptivos (González *et al.*, 2013). El volcanismo del Mediterráneo occidental, donde se encuadra la Península Ibérica, ha tenido una menor duración que el resto de la cuenca y eventos eruptivos holocenos como en Campo de Calatrava (hace menos de 6.000 años), en Macizo Central Francés (hace 6.000 años) y en la zona de Olot.

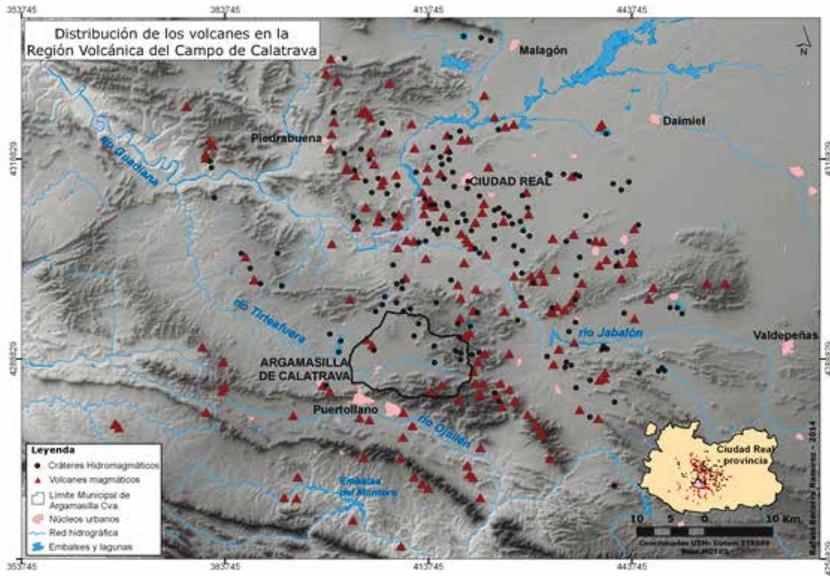
La actividad volcánica del Campo de Calatrava, o Región Volcánica del Campo de Calatrava, por deferencia a los estudios de Hernández-Pacheco (“La Región Volcánica Central de España”, 1932) y Ancochea (“La Región Volcánica Central Española”, 1983) y a que el volcanismo supera con creces los límites administrativos y socioeconómicos de esta comarca histórica, supone un rasgo definitorio del paisaje de la zona central de la provincia de Ciudad Real.

El volcanismo calatravo se caracteriza por ser de composición básica y ultrabásica, procedente de magmas alcalinos muy ricos en dióxido de carbono y bajos contenidos en sílice (inferior al 45%). Se extiende por un amplio territorio

de carácter montano de más de 5.000 km², con un diámetro medio de 80 km de longitud de norte a sur y de este a oeste (Becerra-Ramírez, 2013), y cuyos límites vienen impuestos por la presencia de los afloramientos eruptivos periféricos: al norte los Montes de Toledo, a poniente los Montes de Ciudad Real, al sur Valle de Alcudia y Sierra Morena y hacia levante la gran Llanura Manchega.

La distribución de los edificios eruptivos no se presenta de forma aleatoria y caótica, sino articulados en claras alineaciones volcánicas que se entrecruzan siguiendo directrices tectónicas heredadas sobre el roquedo paleozoico (variscas y tardivariscas) y también propias, destacando alineaciones principales con dirección NO-SE, NNO-SSE, y secundarias NE-SO (Ancochea, 1983; Cebriá *et al.*, 2011; Becerra-Ramírez, 2013; González *et al.*, 2013). Si analizamos la densidad de conos volcánicos en esta zona, de 0,035 conos/km², y la distancia de separación entre éstos, de 1,73 km, veremos que son datos propios de campos volcánicos de plataforma, intracontinentales y de escasas diferencias altitudinales (Becerra-Ramírez, 2013). Como consecuencia, se distingue un espacio central en el que se concentra el mayor número de volcanes, rodeado de espacios periféricos en los que el número e intensidad va disminuyendo progresivamente hasta desaparecer.

Los últimos estudios, desarrollados por el Grupo de Investigación GEOVOL de la universidad regional, hablan de la existencia de más de 330 aparatos eruptivos (Mapa 1), con diversas morfologías fruto de las distintas y complejas erupciones que los construyeron, siendo más del 53% volcanes de génesis magmática y el 47% restante de génesis hidromagmática (Becerra-Ramírez, 2013).



MAPA 1. Distribución de los volcanes en la Región Volcánica del Campo de Calatrava y término municipal de Argamasilla de Calatrava (Elaboración propia).

2. ORIGEN Y EDAD DEL VOLCANISMO CALATRAVO

La interpretación tanto de la génesis como de la cronología de las manifestaciones eruptivas en la región volcánica calatrava han sido temas bastante controversos en los últimos años, interpretadas por diferentes investigadores que intentaban aproximarse a la explicación del por qué hay volcanes en el centro de la Península Ibérica, y al cuándo comenzaron a desarrollarse y cuándo acabaron estas manifestaciones.

Las propuestas para la explicación de la génesis del volcanismo calatravo aparecen resumidas en la Tabla I, sin embargo parece que las que mayor aceptación tienen son las teorías de López Ruiz *et al.* (1993) y la de Vegas y Rincón Calero (1996), coincidiendo en que el volcanismo calatravo

es consecuencia de la elevación de las Cordilleras Béticas durante la orogénesis Alpina.

Tabla I. INTERPRETACIÓN DE LA GÉNESIS DEL VOLCANISMO CALATRAVO

(Modificado a partir de González et al. 2013)

AUTOR/ES	AÑO	INTERPRETACIÓN	CONSIDERACIONES
Cadavid	1977	Proceso de <i>Rifting</i> abortado	Elevación cortical y adelgazamiento de la litosfera.
Ancochea	1983	Anomalía térmica mantélica (¿Punto Caliente — <i>hot spot</i> ?)	
Bergamín y Carbo	1986	<i>Rift</i> poco evolucionado	Anomalía relativa de Bouguer (-20 mg). Subida local de la temperatura. Adelgazamiento de la corteza (31 km).
López Ruíz et alii	1993	Debilidad cortical por los empujes béticos	Abombamiento de la corteza. Ascenso de magmas basálticos (diapiros). 2 etapas: diapírica y distensiva.
Vegas y Rincón Calero	1996	<i>Proceso Flexural</i> : ascenso del manto astenosférico, descompresión y fusión parcial. (Campos de esfuerzos compresivos: Cordilleras Béticas e Ibérica)	Deformación del antepaís bético. Combamiento de la corteza. Reactivación y creación de fallas direccionales. Desarrollo de diaclasas en el basamento hercínico.
Gallardo	2006	<i>Rifting</i> oblicuo. Paleomagnetismo: movimiento de bloques	No hay desplazamiento magnético. Volcanismo calatravo posterior a los movimientos orogénicos béticos.
Cebriá y López Ruíz	2010	Modelo petrogenético basado en el EAR (Oyarzun et al. 1997): <i>metasomatismo</i> del manto litosférico en las regiones volcánicas europeas	El reservorio del volcanismo cenozoico europeo procede de la <i>Pluma del Atlántico Central</i>

López Ruiz y colaboradores plantean para el centro del Campo de Calatrava un área de debilidad cortical como consecuencia de los empujes béticos sobre el centro peninsular, esto provocaría una etapa de ascenso de diapiros magmáticos que abomban la corteza y la resquebrajan. Posteriormente se produciría un proceso de distensión, en la que las fracturas variscas y la nueva fracturación favorecerían la salida del magma y la aparición de las erupciones. La teoría de Vegas y Rincón Calero, considera que el volcanismo calatravo se genera mediante procesos de flexión de la corteza que afectarían al manto, provocando su fusión parcial, como consecuencia de los esfuerzos compresivos de las Béticas y la Ibérica. A través del combamiento de la corteza, de la reactivación de fallas antiguas y la creación de otras nuevas, el magma ascendería hacia la superficie dando lugar a los episodios eruptivos.

En cuanto a la cronología, tradicionalmente se había datado este volcanismo en el Terciario, concretamente en el período Mioceno (Tabla II). Los datos cronológicos de Ancochea (1983) establecen las primeras manifestaciones eruptivas hace 8,7-6,4 millones de años (Mioceno Superior) con la aparición del Morrón de Villamayor. Sin embargo, los estudios de las últimas dos décadas, plantean una revisión de la cronología eruptiva en relación a la etapa final del mismo, afirmando que éstas llegarían hasta el Holoceno Medio, con manifestaciones eruptivas hace apenas 6.000 años en el volcán Columba, según las dataciones por radiocarbono realizadas por González *et al.* (2006, 2007, 2008) sobre restos vegetales encontrados en un paleosuelo fosilizado entre depósitos volcánicos.

Tabla II. CRONOLOGÍA DEL VOLCANISMO
CALATRAVO
(González *et al.* 2013)

AUTOR/ES	AÑO	CRONOLOGÍA	OBSERVACIONES
Quiroga Cortázar	1880	Mioceno	
Hernández- Pacheco	1932	Plioceno Superior Pleistoceno Medio	
Molina	1975	3 Fases: 1. Intra-Mioceno 2. Plioceno Inferior 3. Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior	En función de la disposición de los materiales volcánicos respecto a los depósitos de cuencas sedimentarias.
Ancochea	1983	2 Etapas: 1. 8'7 M.a. hasta 6'4 M.a. (Mioceno Superior) 2. 4'5 M.a. (Plioceno) hasta 1'5 M.a. Pleistoceno Inferior)	Análisis petrológicos, geoquímicos y mediante dataciones absolutas de K-Ar.
Poblete Piedrabuena	1995	3 Etapas Volcánicas: EV1. Mioceno Superior - Plioceno Inferior EV2. Plioceno Inferior - Superior EV3. Villafranquiense Inferior - Medio	En función de la disposición de los materiales volcánicos con respecto a las calizas ruscinienses
Poblete Piedrabuena y Ruíz	2002/7	EV4?. Pleistoceno - ¿Holoceno? Final del Pleistoceno Superior hasta el Holoceno Medio (< 10.000 años)	Para la cuenca del Ojalén y el Jabalón. Dataciones relativas en función de la disposición de los materiales volcánicos con respecto a la sedimentación de la cuenca.
González <i>et alii</i>	1996b 2004 2006 2007	Últimas erupciones: finales del Pleistoceno Superior — Holoceno Medio Erupción asociada al volcán Columba: Holoceno Medio (< 6.000 años)	Dataciones absolutas a partir de restos vegetales encontradas en un paleosuelo fosilizado por depósitos hidromagmáticos. Análisis por radiocarbono (^{14}C).

Estas últimas dataciones, junto con referencias históricas de actividad fumarólica (González, 1996 a) en La Sima y su continua emanación de gases (CO_2 , CO, Rn...), la presencia de manantiales termales (hervideros), anomalías térmicas descritas en este territorio, la repentina aparición de surgencias tipo “géiser” (Granátula de Calatrava en el año 2000 y Bolaños de Calatrava en 2011 y 2013-14) y el aumento también repentino de la temperatura en los pozos de la zona apoyarían la existencia de eventos eruptivos durante el Holoceno medio en la región volcánica (Becerra-Ramírez, 2013; González *et al.* 2013; González, 2014). Estos fenómenos han hecho que organizaciones internacionales como el Smithsonian Institution (*National Museum of Natural History* — EE.UU.) reconozcan e incluyan a la Región Volcánica del Campo de Calatrava en el listado de zonas volcánicas activas dentro del *Global Volcanism Program* (Becerra-Ramírez, 2013; Smithsonian, 2013).

3. ERUPCIONES Y MORFOLOGÍAS VOLCÁNICAS EN CAMPO DE CALATRAVA

Al ser un volcanismo propiamente alcalino de plataforma e intracontinental, estaría englobado dentro del llamado volcanismo basáltico monogénico y policíclico (Kereszturi y Nèmeth, 2012), fruto de erupciones efusivas y explosivas (estrombolianas e hidromagmáticas — freáticas y freatomagmáticas).

Las erupciones efusivas (o hawaianas) se caracterizan por su baja explosividad, ya que los gases volcánicos se separan de forma “tranquila” del magma que los contiene, por la emisión de abundantes coladas de lava (con 1.000-1.200°C) y por la generación de fuentes de lava en la boca del cráter que desarrolla

unos depósitos muy específicos: las escorias soldadas o *spatter*. Estas escorias, pueden llegar a formar pequeños edificios volcánicos o coneletes de escorias (*spatter cones*).

Las erupciones estrombolianas, son de carácter explosivo, ya que el gas contenido en el magma se separa de éste de forma violenta, con mayor o menor intensidad y dan lugar a la expulsión de trozos de lava incandescente (piroclastos) que se acumulan en torno al cráter y desarrollan edificios cónicos (conos de piroclastos — *cinder cones*). En función de la mayor o menor intensidad en la explosión, los piroclastos pueden ser más o menos grandes en tamaño, desde los más pequeños como las cenizas, pasando por los *lapilli* y las escorias, hasta las bombas y los bloques como los más gruesos. Cuando la explosividad disminuye en intensidad, también pueden llegar a emitir coladas de lava.

Las erupciones hidromagmáticas también son de carácter explosivo como resultado de la interacción entre el magma en ascenso (a través de la corteza terrestre hacia la superficie) y el agua contenida en acuíferos o sobre la superficie. Cuando ambos cuerpos, magma y agua, entran en contacto directo provocan la vaporización de toda o una parte del agua desencadenándose potentes explosiones freatomagmáticas que generan flujos piroclásticos (oleadas piroclásticas principalmente). Si el contacto no es directo, sólo por calentamiento por proximidad del magma al agua, se producirán explosiones freáticas, fruto de la vaporización súbita del agua. Estas erupciones desarrollarán amplias y profundas depresiones, cráteres de explosión hidromagmáticos (maares) con sus depósitos asociados, modificando rotundamente el paisaje, rompiendo los relieves paleozoicos previos o los sedimentos mio-pliocenos en las zonas de llanura.

Estas construcciones volcánicas, los maares del Campo de Calatrava, son únicas en el volcanismo de la Península Ibé-

rica, e incluso también podríamos afirmar que en el volcánico del Mediterráneo occidental. En condiciones climatológicas y geológicas óptimas, muchos de estos cráteres de explosión llegan a albergar láminas de agua, lagunas muy ricas desde el punto de vista ecosistémico, que las hacen especiales a nivel ecológico y también conservacionista (Gosálvez, 2012).

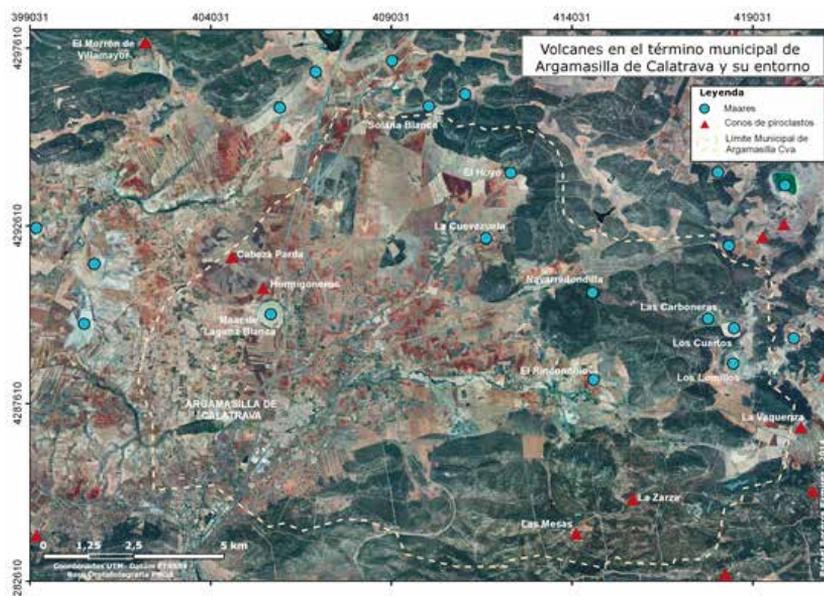
4. LOS VOLCANES DE ARGAMASILLA DE CALATRAVA Y SU ENTORNO

El término municipal de Argamasilla de Calatrava se localiza en la parte meridional de la comarca histórico-cultural de Campo de Calatrava, y en la zona centro-meridional de la región volcánica. El territorio queda enmarcado dentro de dos unidades morfoestructurales: la depresión anticlinal de Argamasilla-Tirteafuera y parte del Macizo de Calatrava occidental (García Rayego, 1994), con altitudes que oscilan entre los 660-700 msnm en la zona de llanura y los 850 msnm en las alineaciones serranas. Esta localización favorece la presencia de varios volcanes en sus límites municipales y en el entorno (Mapa 2), en los que están presentes todos los estilos eruptivos y morfologías comentadas y descritas anteriormente.

Algunos de estos edificios eruptivos son emblemáticos en la región volcánica calatrava, y destacan desde diversos puntos de vista: genético, morfológico, ecosistémico, paisajístico y conservacionista. En el entorno cercano a Argamasilla, se encuentra el volcán más antiguo de la región, además de ser un hito de referencia paisajística en todo el territorio: el Morrón de Villamayor. Aparece también el volcán más grande de la región (Cabeza Parda), algunas de las lagunas

volcánicas más estudiadas (Laguna Blanca) y mejor conservadas del Campo de Calatrava (Los Carboneros, Los Lomillos), y cuenta con uno de los Monumentos Naturales con mayor número de volcanes de la región volcánica.

Por ello, Argamasilla de Calatrava es uno de los pocos municipios de la provincia que cuenta con una elevada geodiversidad y geopatrimonio volcánico, con interesantes oportunidades de aprovechamiento científico (geomorfológico y biológico) y económico, con la posibilidad de desarrollar actividades sostenibles como el senderismo, el turismo de naturaleza, el *birdwatching* o *birding* (observación de aves) o el geoturismo (visita de elementos geológico-geomorfológicos destacados), a través de otros elementos del patrimonio cultural, como la Cañada Real Soriana que aún se conserva, más allá de las tradicionales actividades agrícolas, pastoriles o cinegéticas.



MAPA 2. Distribución de los volcanes en el término municipal de Argamasilla de Calatrava y su entorno (Elaboración propia).

El relieve volcánico de Argamasilla de Calatrava y su entorno:
Geodiversidad y Geopatrimonio

En los sucesivos trabajos de campo realizados por el grupo de investigación GEOVOL, se han reconocido un total de 13 edificios volcánicos en este municipio calatravo, de los cuales sólo cuatro son de génesis magmática y el resto cráteres de explosión hidromagmáticos. Las morfologías reconocidas son conos de piroclastos, coladas de lava y amontonamientos de *spatter*, en los edificios magmáticos; y cráteres de explosión y anillos de tobas en las construcciones hidromagmáticas. A continuación se desarrollan las características intrínsecas más importantes, así como los valores histórico-culturales y de uso y gestión actual de los volcanes reconocidos en este territorio.

4.1. Volcanes de génesis magmática

Más de la mitad de los edificios volcánicos calatravos se han desarrollado a partir de erupciones magmáticas, como ya se ha dicho. En función del grado de explosividad de las erupciones que varían desde las más tranquilas como las efusivas, a las estrombolianas y las estrombolianas violentas, los depósitos también variarán en forma y en tamaño, desde las más finas cenizas, pasando por los pequeños *lapilli* y las escorias, hasta tamaños más groseros como las bombas o los bloques. Algunas escorias son el resultado de la presencia de fuentes de lava que las depositan aún incandescentes en el borde del cráter y tienen la particularidad de formar agregados de materiales lávicos que resisten a los efectos erosivos post-eruptivos. Estas escorias soldadas o *spatter*, son muy interesantes desde el punto de vista geomorfológico al desarrollar escarpes, cornisas u oquedades en los flancos de los volcanes.

No obstante, las morfologías más abundantes en Campo de Calatrava son los conos piroclásticos, contruidos alrededor de un cráter a partir de los materiales comentados líneas

atrás. Aunque existen algunos volcanes con el cráter muy bien conservado, es cierto que en la mayoría de los conos no es posible reconocerlo, fundamentalmente por los efectos erosivos que los han colmatado poco a poco como consecuencia de la caída de material del borde del cráter hacia su interior. En general, la morfología actual que presentan los conos calatravos está muy desdibujada, muy suavizada precisamente por el efecto modelador de los agentes erosivos, principalmente el agua de escorrentía y el viento, que durante miles o millones de años han actuado sobre ellos (Becerra-Ramírez, 2013).

Tabla III. VOLCANES MAGMÁTICOS EN ARGAMASILLA DE CALATRAVA Y SU ENTORNO
(Becerra -Ramírez, 2013)

Volcán	Tipo erupción	Morfología	Altur. (m)	Diám. (m)	Superf. (km ²)	Volum. (km ³)
Cabeza Parda	Efusiva y estromboliana	Montaña de <i>spatter</i> y lavas (sin cráter)	50	1.945,5	2,856	0,04955
El Cabezuelo (hormigones)	Estromboliana	Montaña de piroclastos (sin cráter)	27	669,5	0,377	0,00317
Las Mesas	Efusiva y estromboliana	Abierto en arco	23	390	0,134	0,00126
La Zarza	Estromboliana	Abierto en diapasón	80	719	0,412	0,0165
La Vaqueriza*	Estromboliana	Abierto en diapasón	41	524	0,198	0,00394
El Morrón*	Efusiva y estromboliana	Montaña de <i>spatter</i> y lavas (sin cráter)	45	302,5	0,075	0,00108

* Volcán fuera del término municipal de Argamasilla de Calatrava.

Volcán Cabeza Parda

Cabeza Parda se configura como el cono más grande tanto en extensión como en volumen de toda la región volcánica

(Figura 1). Se levanta en la llanura central del anticlinal desventrado de Argamasilla y está relacionado genéticamente con el maar de la Laguna Blanca y con el pequeño volcán de Hormigoneros. Los tres edificios están alineados en una fractura de dirección NO-SE (Figura 3).

Cabeza Parda se gesta tras una erupción plenamente estromboliana en la que se desarrolla este gran edificio volcánico donde se pueden reconocer *lapilli*, escorias, bombas y pequeños derrames lávicos que quedan colgados sobre los flancos del cono. En la cima se aprecian dos pequeñas depresiones subredondeadas, una escotada hacia el E y la otra hacia OSO que posiblemente responden a los restos desfigurados de dos cráteres, sin reflejo morfológico ni cartográfico. Dado el tamaño y el volumen del cono, estas dos bocas eruptivas o centros de emisión fueron las responsables de la expulsión de los materiales que han construido el edificio volcánico, de lo que se deduce sus altas tasas de emisión. Estos centros eruptivos probablemente comenzaron su actividad de forma coetánea construyendo dos conos volcánicos separados en un primer momento, y que, conforme avanzaba la erupción y el aporte de nuevos materiales, desarrollaron una única morfología por yuxtaposición y coalescencia entre ambos. Esto explicaría las enormes dimensiones y volumen que alcanzó este volcán en relación al conjunto de la región volcánica calatrava.



Figura 1. Volcán Cabeza Parda, vista desde el flanco oriental.

Los materiales que más abundan sobre el edificio volcánico son los derrames lávicos y las escorias, sin embargo, las coladas no se pueden reconocer más allá de la base del cono, bien porque no las hubiera o porque están semienterradas por los depósitos calcáreos pliocenos que colmatan la cuenca sobre la que se levantó este volcán. Estos depósitos calcáreos también fosilizan parte de la base del cono, así como el maar de la Laguna Blanca. La erosión ha sido bastante intensa, suavizando la morfología original del aparato eruptivo, meteorizando lavas y piroclastos, y desarrollando negrizales en toda la superficie del edificio. También son reconocibles varias acanaladuras de forma radial fruto de la escorrentía superficial sobre el edificio volcánico.

Actualmente el volcán está muy antropizado, sobre el que se han roturado las lavas y piroclastos para el cultivo de cereal y olivo, se han realizado descantes y amontonamientos en majanos para facilitar los cultivos y delimitar parcelas, y su entorno está rodeado de casas de campo, naves industriales y vallados. Desde el punto de vista geopatrimonial y positivo para su aprovechamiento geoturístico, destaca la presencia de elementos etnográficos tan importantes como antiguas quinterías, fuentes o pozos, la presencia de la Laguna Blanca apenas a 1 km de distancia, en la que existe un ecosistema con altos valores ecológicos ligados al agua, y también la cercanía de las rutas turísticas del Quijote y la red oficial de senderos que circula sobre la antigua Cañada Real Soriana Oriental — PR-CR13 (Becerra-Ramírez, 2013).





Figura 2. Fotos de detalle de las lavas y majanos en el volcán Cabeza Parda, y de los usos actuales.

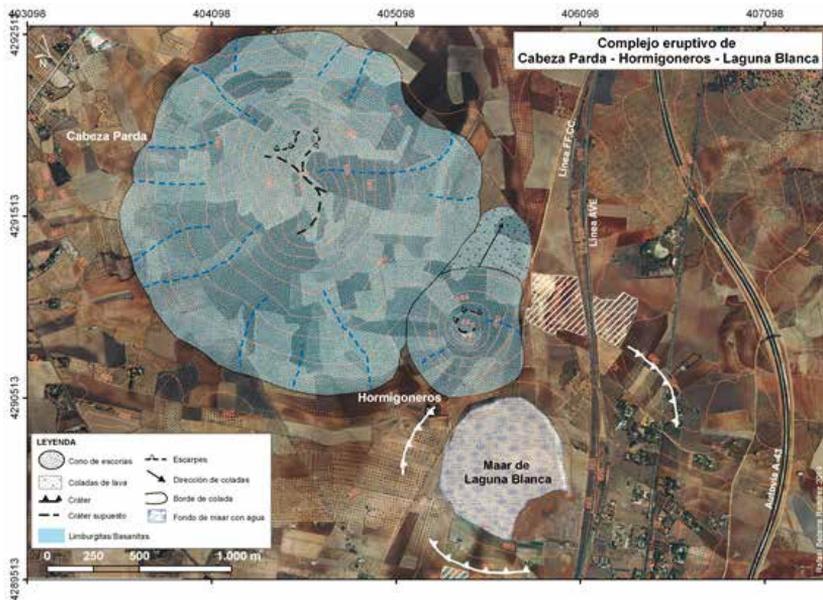


Figura 3. Esquema geomorfológico del complejo eruptivo de Cabeza Parda — Hormigoneros — Laguna Blanca (Elaboración propia).

Volcán Hormigoneros o El Cabezuelo

También se levanta en la llanura central del anticlinal desventrado de Argamasilla y sobre la fractura de dirección NO-SE en la que se alinea y se relaciona genéticamente con Cabeza Parda y el maar de la Laguna Blanca (Fig. 3).



Figura 4. Panorámica del volcán Hormigoneros y el maar de la Laguna Blanca.

Es un cono de topografía muy poco destacada sobre el llano, de planta ligeramente elíptica y construido básicamente en una erupción estromboliana que emitió abundantes materiales piroclásticos (*lapilli*, escorias y bombas). En la cima existe una pequeña escotadura bordeada por derrames lávicos y *spatter* (Fig. 5), posiblemente la boca eruptiva principal, muy desfigurada y sin reflejo morfológico.

En la base N del cono se observa una pequeña colada sin apenas recorrido (500 m), porque está semienterrada por los depósitos calcáreos pliocenos que colmatan la cuenca. Estos depósitos también fosilizan parte de la base del cono, como ocurre en Cabeza Parda y el maar de la Laguna Blanca.

La erosión ha sido muy intensa, los materiales sueltos han sido prácticamente desmantelados, quedando en resalte sólo las escorias soldadas y superficies lávicas del entorno del cráter (Figura 5), generando un pequeño escarpe en la cima. Recientemente se ha descrito la existencia de una fisura en el flanco S del cono, sobre la cual los cultivos de cereal se secan fruto de la posible emisión de gases a través de la misma (González, 2014).



Figura 5. Fotos de detalle de los materiales del volcán sobre sus flancos (derrames lávicos y escorias soldadas) y la cantera abierta en su base oriental.

La erupción hidromagmática del maar de la Laguna Blanca posiblemente se produjera tras la construcción de este edificio, ya que parte de los depósitos brechoides de la explosión se han superpuesto al material lávico en el flanco S y SE del cono. En las hormigoneras de la zona oriental se han reconocido estos depósitos y flujos piroclásticos del maar así como los piroclastos de la erupción estromboliana que formó el aparato eruptivo de Hormigoneros. Los piroclastos están formados por *lapilli* grueso, negros y sueltos, entre los que se intercala algunas bombas redondeadas de pequeño tamaño y escorias con grandes vacuolas en las que se han producido tapizados internos y rellenos parciales de carbonatos (González, 2014).

Los usos actuales que se desarrollan en este volcán son parecidos a Cabeza Parda, cultivos de cereal, descantes y amontonamientos de lavas en majanos, que roturan parte de las lavas y piroclastos del cono. Como se menciona anteriormente existe una cantera/hormigonera de la que se extraía picón volcánico reutilizada posteriormente como escombrera y como circuito de motocross/*bikecross*. La apertura de esta cantera facilita la difícil labor de reconocimiento e interpretación de las erupciones que tuvieron lugar en estos volcanes, ya que en ella se pueden reconocer los depósitos brechoides, oleadas piroclásticas y piroclastos de caída tanto del cono volcánico como del maar.

Recurso interesante para ser acondicionado y aprovechado turísticamente, gracias también a la cercanía de las rutas turísticas (Quijote y red de senderos) y los caminos de acceso a Argamasilla de Calatrava, la Cañada Real Soriana, la presencia de elementos etnográficos y la existencia de un ecosistema palustre como es el de la Laguna Blanca, ofrecen importantes posibilidades de interpretación paisajística y aprovechamiento geoturístico del conjunto volcánico (Becerra-Ramírez, 2013).

Volcán de Las Mesas

Este volcán se levanta en el flanco norte de la Sierra de Calatrava, en una pequeña zona topográficamente llana a modo de mesa en la cima de la crestería cuarcítica, de ahí el nombre que recibe (Figura 6). Se gestó a partir de una erupción principalmente fisural-efusiva, con la formación de un pequeño cono de escorias con abundancia de *spatter*, de planta elíptica y con un pequeño cráter abierto en arco hacia el N a través del que se emitieron algunos flujos lávicos. Sobre el cono, existen pequeños escarpes que responden a la erosión diferencial entre los derrames lávicos y los piroclastos sueltos que han sido desmantelados. Posiblemente existiera otra boca eruptiva en la cima del edificio, ya que morfológicamente se intuye una pequeña depresión, aunque tampoco se descarta su origen antrópico.

Las lavas se extienden sobre la mesa cuarcítica hacia el N-NE y otra lengua de lava hacia el NO, de unos 500 m de longitud que llega a descender ladera abajo a favor de la pendiente, quedándose colgada a media ladera. Ésta tiene que saltar una pequeña ruptura resultado de los frentes de los estratos cuarcíticos, generando un pequeño escarpe por el que las coladas se desbordaron.

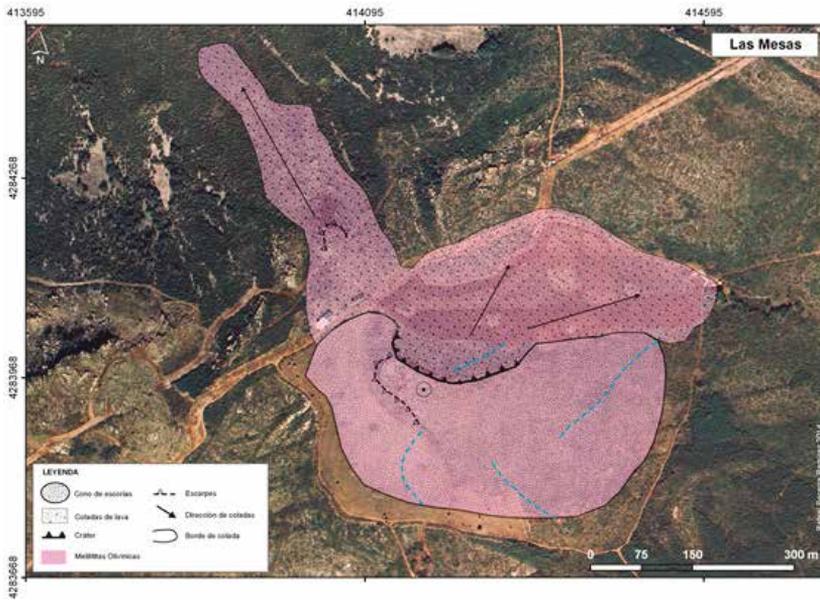


Figura 6. Esquema geomorfológico del volcán Las Mesas, en la crestería de la Sierra de Calatrava (Elaboración propia).

Volcán La Zarza

Este cono de piroclastos se levanta en el flanco norte de la Sierra de Calatrava, situación que genera una clara disimetría altitudinal ya que el dorso S del cono se apoya en lo alto de la crestería cuarcítica, mientras que el lado opuesto está desarrollado en la parte baja del flanco cuarcítico. La morfología es ligeramente elíptica y su cráter se abre hacia el NNO a favor de la pendiente impuesta por la topografía previa (Figura 7).

Se gestó en una erupción estromboliana con pulsos efusivos responsables de la emisión de coladas, también la presencia de fuentes de lava durante la erupción depositaron *spatter* en el borde del cráter y en los dorsos del cono, que han quedado en resalte por la erosión diferencial entre materiales sueltos y soldados. La morfología del cono, sin embargo, está bastante bien conservada.

Los flujos lávicos se encauzan ladera abajo a favor de la pendiente hacia el NNO, atravesando un pequeño estrechamiento de la sierra para, después, abrirse en forma de abanico en la parte más baja del piedemonte llegando a alcanzar la cabecera del río Tirteafuera. Parte de la colada está semienterrada por los importantes procesos de denudación de las sierras y formación de coluviones cuarcítico-arcillosos que se entremezclan con los materiales lávicos en las laderas y fondos de valle.

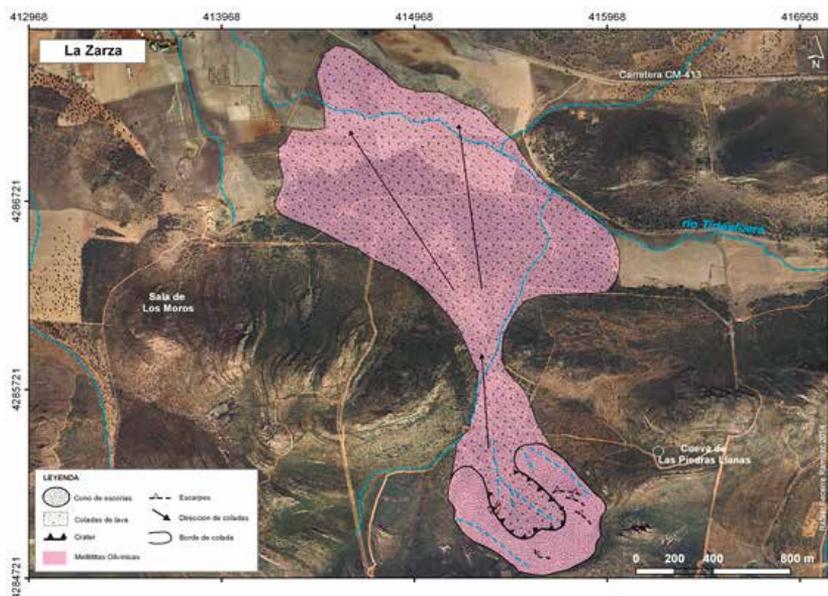


Figura 7. Esquema geomorfológico del volcán La Zarza en la crestería cuarcítica de la Sierra de Calatrava (Elaboración propia).

Los usos actuales del volcán y su entorno son el agrícola (cereal, olivo y almendro), el forestal (pinos), el ganadero (ovino y bovino) y principalmente el cinegético como coto de caza mayor, de ahí la inaccesibilidad a este aparato eruptivo ya que se encuentra en una finca privada delimitada por vallas que impiden el acceso.

La belleza del paisaje constituido sobre dehesas en las zonas llanas y monte sobre zonas de sierra, el relativo buen

estado de conservación del cono volcánico, la cabecera del río Tirteafuera, elementos geológicos como la Cueva de las Piedras Llanas, las cresterías cuarcíticas y las pedrizas, son elementos geopatrimoniales que dotan de gran importancia a este edificio volcánico, enriquecidos a su vez, por la presencia de elementos culturales tan importantes como los restos arqueológicos de la cercana Sala de los Moros. Hechos que deberían ser puestos en valor para desarrollar un aprovechamiento geoturístico de este aparato volcánico o incluso para poder incluirlo dentro de la red de espacios naturales protegidos de Castilla-La Mancha (Becerra-Ramírez, 2013).

Volcán La Vaqueriza

De este aparato volcánico sólo una pequeña parte de las coladas emitidas por el mismo quedan dentro del término municipal de Argamasilla. Se trata de un cono de piroclastos que se construyó en la parte sur del Macizo de Calatrava, en el piedemonte que da lugar a un pequeño vallejo por el que discurre la carretera de Aldea del Rey a Argamasilla de Calatrava. Su emplazamiento en piedemonte genera una clara disimetría altitudinal ya que el flanco N del cono se apoya en lo alto de la crestería cuarcítica, mientras que el flanco opuesto está desarrollado en la parte baja del vallejo (Figuras 8 y 9). Este emplazamiento favorece que su morfología sea ligeramente elíptica y presente una clara apertura del cono y del cráter en dirección sur, hacia el vallejo gracias a la pendiente de la topografía previa.

El cono se construyó en una erupción básicamente estromboliana, que emite *lapilli*, escorias y bombas alrededor del cráter, y escorias soldadas en el borde del mismo fruto de la presencia de fuentes de lava. La alternancia entre piroclastos sueltos y *spatter* marca una clara diferencia erosiva quedando este último en resalte y generando escarpes en toda la superficie del

aparato volcánico a modo de terrazas. También se emitió una extensa colada hacia el S que se abrió en forma de abanico (con un frente de más de 1 km) rellenando parte del valle y alcanzando las coladas que descienden de lo alto de la Sierra de Calatrava desde los centros eruptivos de El Rincón y Cerro Prieto (Figura 9). Parte de éstas han sido semienterradas por los coluviones de las laderas y crestas cuarcíticas.

La acción erosiva ha generado algunos aterrazamientos en los flancos del cono. Destaca un escarpe de unos 6 m de altura en el flanco oriental que es el resultado del dismantelamiento del cono por efecto de la escorrentía superficial que ha generado un barranco que nace justo en la cima del cono. La erosión se ha producido sobre el material basáltico, en un lateral del barranco, mientras que en el otro lateral afloran cuarcitas que han resistido más a la acción erosiva de arroyada.

Al parecer, parte del cono fue afectado por extracciones de picón — hoy abandonadas (González, 2014) — pero los usos en la actualidad están sólo relacionados con la agricultura (cereal), ganadería (ovina), la apicultura y como coto de caza.



Figura 8. Panorámica de La Vaqueriza en el piedemonte meridional del Macizo de Calatrava.

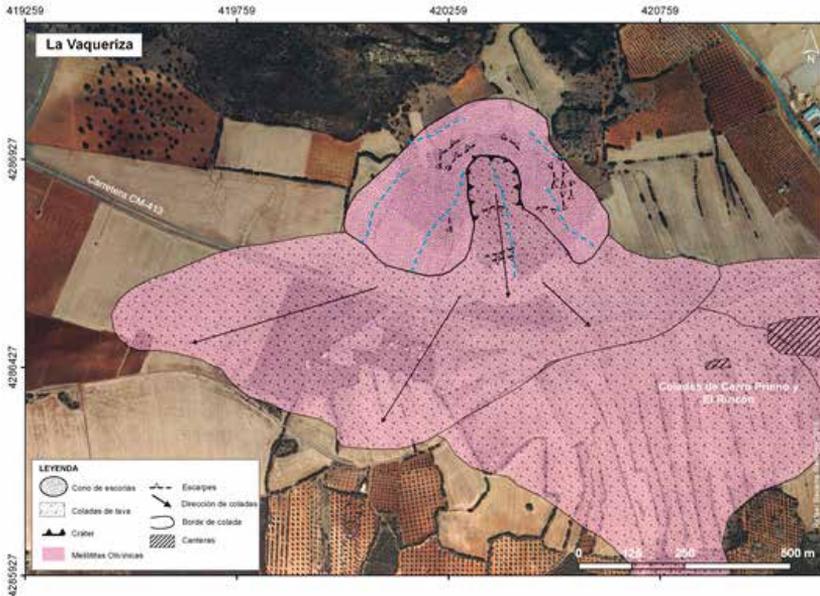


Figura 9. Esquema geomorfológico del volcán La Vaqueriza, al este del municipio de Argamasilla de Calatrava y en el piedemonte meridional del Macizo de Calatrava (Elaboración propia).

La importancia geopatrimonial de este edificio volcánico radica, no sólo en la belleza de su morfología sino también en la belleza del paisaje de su alrededor, construido sobre dehesas y monte, con presencia de antiguas quinterías, canteras de basalto y su cercanía al Monumento Natural del Macizo de Calatrava (La Vaqueriza queda justo en el límite del área protegida). Además, para su aprovechamiento geoturístico destaca su fácil acceso, a través de la carretera CM-413 desde Argamasilla a Aldea del Rey, y la cercanía de las rutas turísticas del Quijote y la red oficial de senderos que se adentran en la Sierra y Macizo de Calatrava (Becerra-Ramírez, 2013).

Volcán de El Morrón

Si bien este volcán no queda dentro del término municipal de Argamasilla de Calatrava, su importancia geológica, geo-

morfológica, paisajística, ecosistémica y cultural, tanto para el entorno cercano como para el conjunto de la región volcánica de Campo de Calatrava, merece su inclusión en este trabajo (Figura 10).

Este edificio eruptivo se levanta en el flanco N del anticlinal de Argamasilla coronando la sierra y presentándose como el punto más elevado de la misma (Fig. 11). Es un edificio que, según dataciones radiométricas K-Ar (Ancochea, 1983) tuvo tres momentos eruptivos bien diferenciados (8,7 - 7,7 - 6,4 M.a.), configurándose como el inicio de las erupciones en la región volcánica. Además, desde el punto de vista litológico, supone el único afloramiento del volcanismo calatravo con emisión de Leucititas y Melaleucititas olivínicas.



Figura 10. Panorámica de El Morrón de Villamayor.



Figura 11. Esquema geomorfológico del Morrón, en la sierra de Villamayor de Calatrava culminando el nivel de cumbres (Elaboración propia).

La génesis de este aparato volcánico respondió a un pequeño edificio escoriáceo (González, 2014) de edad 8,7 M.a. (Ancochea, 1983). La forma actual se debe a las fases eruptivas más recientes y originalmente correspondería un conjunto volcánico múltiple, originado en una erupción de tipo fisural que sigue una fractura de dirección NNO-SSE sobre la que se desarrollaron dos bocas eruptivas ubicadas a diferentes alturas (Figura 11). La boca principal y topográficamente más elevada desarrolló dinámicas estrombolianas y efusivas intensas, vertiendo lavas que corrieron ladera abajo en dirección S y SO con forma de abanico y más de 10 m de potencia, colmatando un paleovalle. La boca secundaria, localizada a menor cota, desarrolló comportamientos efusivos responsables de los derrames lávicos y generó un conelete de escorias soldadas. Las lenguas de lava procedentes del cráter principal, durante un segundo episodio efusivo, colmataron la

boca secundaria, al mismo tiempo que dejó pequeñas plataformas lávicas colgadas a media ladera.

La intensa erosión sobre el cono, debida a la antigüedad del mismo, ha hecho que los materiales piroclásticos (*lapilli* y escorias) estén desmantelados por completo, mientras que los derrames lávicos del cráter han quedado en resalte, generando una morfología caótica de lavas y bloques amontonados a modo de castillejo volcánico. Parte de las coladas emitidas por este aparato eruptivo están semienterradas por los coluviones de las sierras circundantes.

Las lavas fueron objeto de explotación minera y sufrieron la apertura de una cantera de extracción de basaltos para la obtención de adoquines a finales del siglo XIX y principios del XX, que se reactivaron durante la construcción del AVE Madrid-Sevilla a finales del XX (González, 2014). En la actualidad, los usos que recibe son principalmente agrícola (cereal, olivar y almendro), ganadero (ovino) y cinegético (coto de caza mayor). Si bien, es cierto, que la estructura de sus rocas, las oquedades y grietas con que cuentan sus lavas son un importantísimo refugio natural para todo tipo de especies animales, especialmente aves (águila real, águila imperial, búho real...) que aprovechan para nidificar en ellos.

Todos estos hechos, junto con la belleza del conjunto volcánico y serrano como elemento dominante en el paisaje (se sitúa a 845 m de altitud, punto culminante de la sierra de Villamayor), la cercanía de la microrreserva del maar de la Laguna de Caracuel y junto a importantísimos recursos culturales cercanos como las construcciones mineras, el Castillo de Caracuel, la Cañada de Ciudad Real o La Plata o las vías pecuarias que atraviesan la sierra a los pies del volcán, merecen que El Morrón sea valorado por parte de las administraciones públicas y comiencen a gestionarse los pasos necesarios para su inclusión dentro de la Red de Espacios

Naturales Protegidos de Castilla-La Mancha bajo la figura de Monumento Natural. Esto favorecería el desarrollo geoturístico de la comarca, ya que comenzaría a tomar la importancia y el interés que se merece sobre la población local y la foránea, más allá de la puramente científica.

4.2. Volcanes de génesis hidromagmática

La actividad hidromagmática del Campo de Calatrava se debe a la importante fracturación y esquistosidad de las rocas del sustrato paleozoico que han facilitado el desarrollo de acuíferos locales (Gosálvez, 2012), necesarios para que se desencadenen erupciones freáticas y freatomagmáticas, especialmente en aquellas zonas donde aflora el zócalo varisco como el Macizo de Calatrava.

Las formas explosivas descritas dentro de los límites municipales de Argamasilla de Calatrava, son de diferentes dimensiones y morfología generados en erupciones de edad pliocena y pleistocena en los que se reconoce perfectamente la entalladura y la depresión explosiva sobre la roca (en zonas de sierra y piedemonte) o anillos de tobas en zonas de llanura. Según González (1996 a, b y 2014) y Gosálvez (2012) estas erupciones implican la generación de oleadas piroclásticas basales de carácter húmedo, por lo que la presencia de *lapilli* acrecional será un rasgo común en la mayoría de maares de este sector de la región volcánica. Los análisis muestran que se trata de depósitos tipo *base surge*, masivos y planares, intensamente litificados, con potencias superiores a los 60 m, en muchos casos. Están afectados por alteraciones hidrotermales y encostramientos carbonatados post-deposicionales, así como por fracturación, grietas de asiento/enfriamiento y por la presencia de sismitas asociadas a eventos sísmicos de elevada magnitud.

Tabla IV. MAARES EN ARGAMASILLA DE CALATRAVA Y SU ENTORNO
(Modificado a partir de: Gosálvez, 2012; González, 2014)

Volcán	Tipo erupción	Unidad Topográfica	Altura (m)	Diámetro (m)	Superf. (km ²)
<i>Laguna Blanca</i>	Freatomagmática	Llanura	667	±1.050	135
<i>El Rinconcillo</i>	Freatomagmática	Piedemonte	690	±2.000	480
<i>Navarredondilla</i>	Freatomagmática	Sierra	750	±850	95
<i>Las Carboneras-Los Cuartos</i>	Freatomagmática	Sierra	770	±855	114
<i>Los Lomillos</i>	Freatomagmática	Sierra	752	±1.300	146
<i>El Hoyo</i>	Freatomagmática	Piedemonte	709	±1.500	194
<i>La Cuezuela</i>	Freatomagmática	Piedemonte	700	±1.000	156
<i>Zapateros y Solana Blanca</i>	Freatomagmática	Piedemonte	740	300	40

Maar de la Laguna Blanca

Forma parte del complejo eruptivo de Cabeza Parda — Hormigoneros — Laguna Blanca (Figura 3) habiéndose formado en una erupción plenamente freatomagmática que genera una depresión cratérica de más de 1.000 m de diámetro. La erupción desarrolla un amplio maar cuyo anillo de tobas recubre los piroclastos de caída del cono piroclástico de Hormigoneros, situado al NNO. Los depósitos de oleadas basales que forman el anillo de tobas presentan facies masivas y planares con estratificación cruzada y deformaciones por carga, siendo abundante la presencia de bloques del sustrato paleozoico (esquistos del Cámbrico), así como los pertenecientes al relleno terciario de la cuenca (González 1996 a, 2014).

Los depósitos freatomagmáticos están formados por una capa de escasa potencia que forma una brecha de explosión

constituida por material del sustrato, intensamente fragmentado, sobre la que se emplazan sucesivos depósitos de oleadas húmedas que van haciéndose progresivamente más secas a techo de la formación y en las zonas distales. El depósito está integrado por la roca de caja pulverizada que engloba líticos magmáticos juveniles, clastos del sustrato paleozoico (algunos de tamaño bloque) y lentejones de piroclastos de caída, posiblemente incorporados a la oleada por procesos erosivos. La inclinación de las capas es 25° en el borde del cráter, pasando suavemente a posiciones subhorizontales en espacios distales donde también aparecen ondulaciones, estratificación cruzada y deformaciones por carga, propias de este tipo de depósitos. No hay evidencia de la presencia de *lapilli* acrecional (Gosálvez, 2012; González, 2014).



Figura 12. Panorámica del maar de Laguna Blanca colmatado de agua en su interior.

El entorno del maar está muy antropizado, tanto por encontrarse en una zona llana en la que abundan los cultivos de cereal y olivo (Figura 12), como por su cercanía a la ciudad de Argamasilla y la construcción de las vías de comunicación (carretera N-420, autovía A41 y la línea de ferrocarril AVE Madrid-Sevilla-Málaga). Estas construcciones e infraestructuras modifican, en parte, la morfología original del anillo de tobas que bordea al maar, junto con la cantera abierta en los depósitos del N como se ha descrito anteriormente. Sin

embargo, la existencia de antiguas casas de campo, construcciones típicas de zonas rurales, la cercanía a la propia ciudad o a las redes turísticas como la Cañada Real Soriana Oriental y la presencia de la laguna, que enriquece este paraje desde el punto de vista biótico y ecosistémico (posibilidad de observación de aves y otra fauna asociada a estos medios lacustres), son algunas de las posibilidades de aprovechamiento geoturístico que ofrecería este edificio volcánico.



Figura 13. Fotos de la cantera y pista de motocross y los depósitos de oleadas piroclásticas y lapilli de caída de Laguna Blanca y Hormigoneros.

El Rinconcillo

Se abre en el extremo suroccidental del macizo de Calatrava, sobre la cuenca de Argamasilla y en las laderas cuarcíticas del paraje “El Rinconcillo” como consecuencia de una erupción freatomagmática que genera una depresión disimétrica, subcircular, de 2.700 y 2.000 metros de ejes mayor y menor, con un desnivel máximo de 150 m, una de las de mayores dimensiones de la región volcánica (Figura 14).



Figura 14. Maar de El Rinconcillo.

El río Tirteafuera atraviesa esta depresión dividiéndola en dos mitades y alterando su morfología original al romper el borde oriental del anillo de tobas, erosionando y arrasando parte de los materiales de oleadas piroclásticas que recubrían su fondo, a la vez que los enmascara con sus acarreos. El río entra en la depresión explosiva cuando abandona el estrecho pasillo intramontano que le sirve de curso alto. Una vez en ella, se encharca y se divide en varios brazos, adquiriendo un marcado carácter anastomosado como consecuencia de un brusco cambio de pendiente. Los procesos de subsidencia que siguieron, una vez formada esta depresión, condicionan esta situación en el trazado del río, que desaparece cuando el Tirteafuera abandona el área del cráter (González 1996 a, 2014) y se vuelve a encauzar en su cauce permanente (Figura 15).

Entre los materiales del terreno que ocupa el cráter se distinguen fragmentos angulosos de cuarcita y otras rocas del sustrato paleozoico y de los materiales sedimentarios de la cuenca cenozoica, cantos rodados de igual naturaleza y fragmentos desgastados de basalto oqueroso, posiblemente arrastrados por el Tirteafuera desde las coladas de La Zarza (Becerra-Ramírez, 2013). En la zona interna del cráter se genera un espacio ligeramente más hundido que no ha sido recubierto de sedimentos fluviales, en el que se observa gran cantidad de *lapilli* acrecional (de hasta 3 cm de diámetro) englobados en una matriz extremadamente fina de naturaleza cuarcítica y tonalidad amarillenta. Los depósitos de flujos piroclásticos se extendieron por una amplia zona al este de Argamasilla de Calatrava y se han podido reconocer durante las obras de la autovía Ciudad Real-Puertollano (González, 2014).

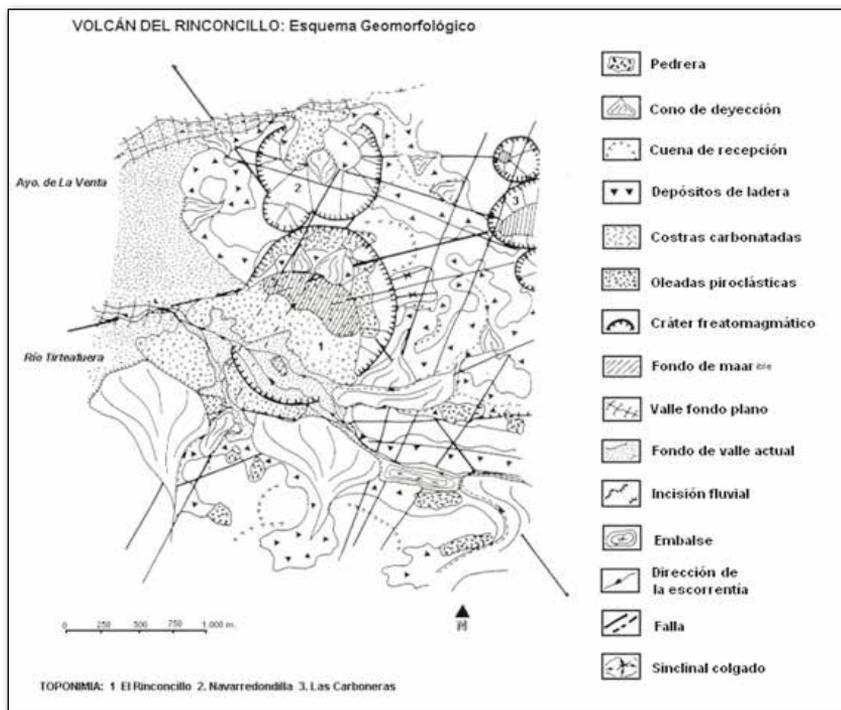


Figura 15. Esquema geomorfológico de El Rinconcillo y Navarredondilla (esquema extraído de González 1996 a, 2014).

El paraje donde se localiza este volcán está ampliamente antropizado, principalmente por cultivos de cereal y olivo en la zona más deprimida, junto con casas de labor, casas de campo como segundas residencias y la carretera que atraviesa el maar, CM-413 de Argamasilla a Aldea del Rey. Sin embargo, elementos naturales como el río Tirteafuera y los encharcamientos que produce, posibilitando la presencia de fauna asociada a medios acuáticos, la relativa buena conservación de parte del monte mediterráneo en las laderas cuarcíticas que bordean al maar, junto con las crestas cuarcíticas y pedrizas (elementos geomorfológicos y geológicos de interés especial protegidos por ley en Castilla-La Mancha), o la existencia de antiguas canteras de extracción de minerales de hierro, son algunos de los valores patrimo-

niales que presentaría este volcán para ser aprovechados como recurso geoturístico.

Navarredondilla

Muy próximo al maar de El Rinconcillo, se desarrolla la depresión explosiva de Navarredondilla, en el paraje del pozo que le da el nombre, justo al borde de las alineaciones serranas de Los Collados que dan paso a un pequeño pasillo intramontano por el que discurre el arroyo de La Venta desde el interior del Macizo de Calatrava (Figura 15). Las alineaciones serranas en este sector están rotas por multitud de fracturas que se entrecruzan y que son las responsables del desarrollo de este maar que alcanza un diámetro medio de 850 m y 50 m de profundidad. De formas muy suavizadas por la erosión, alberga en su fondo materiales de oleadas piroclásticas, recubiertos por los derrubios de las laderas interiores y por pequeños conos de deyección, que han sido poco a poco evacuados hacia la cuenca de Argamasilla a través del arroyo de La Venta (González, 1996 a: 183).

En el borde sur del cráter parece existir otra pequeña depresión subredondeada, de 550 m de diámetro y unos 50 m de profundidad, que podría corresponder realmente a otro cráter abierto de forma coetánea al de Navarredondilla. En este caso, podríamos afirmar que se trata de un complejo hidromagmático en el que se han desarrollado dos depresiones cratéricas a lo largo de un mismo evento eruptivo, formando realmente un único edificio volcánico como consecuencia de la imbricación y coalescencia de estas dos morfologías. Posiblemente, esté íntimamente relacionado con la apertura y desarrollo del maar de Navarredondilla, al sur, ya que se alinean en la misma dirección de las fracturas que abren este gran edificio hidromagmático.

La Cañada Real Soriana Oriental, discurre justo por el borde norte de este maar, a lo largo del pasillo intramontano por el que se vierten las aguas del arroyo de La Venta. El paisaje agrícola, fuertemente antropizado, va dando paso poco a poco a espacios adhesados en el piedemonte del macizo, y en el interior del maar, hasta alcanzar las manchas de monte típicamente mediterráneo, dominado por encinares y coscojares, en las vertientes con mayor desnivel y que bordean al cráter. Estos elementos paisajísticos, en los que se insertan casas de labor, cultivos (cereal, olivo), pastoreo ovino y bovino, junto con los aprovechamientos cinegéticos, son parte de los valores culturales con que cuenta este edificio volcánico, sin olvidar otros elementos naturales presentes en la zona, y que comparte con El Rinconcillo.

Complejo hidrovolcánico Las Carboneras-Los Lomillos

Se trata de dos edificios volcánicos desarrollados en erupciones exclusivamente freatomagmáticas, favorecidas por la intensa red de fracturas entrecruzadas sobre el roquedo paleozoico en el centro del Macizo de Calatrava (Figura 16). El primer edificio consta de dos cráteres, Las Carboneras de forma subelíptica y con 1.300 m de diámetro, y el de Los Cuartos, redondeado y de apenas 1.000 m de diámetro (Figura 17). El segundo, Los Lomillos, está situado al sur de los anteriores y presenta un mayor diámetro que supera los 1.500 m de eje (Figura 18).

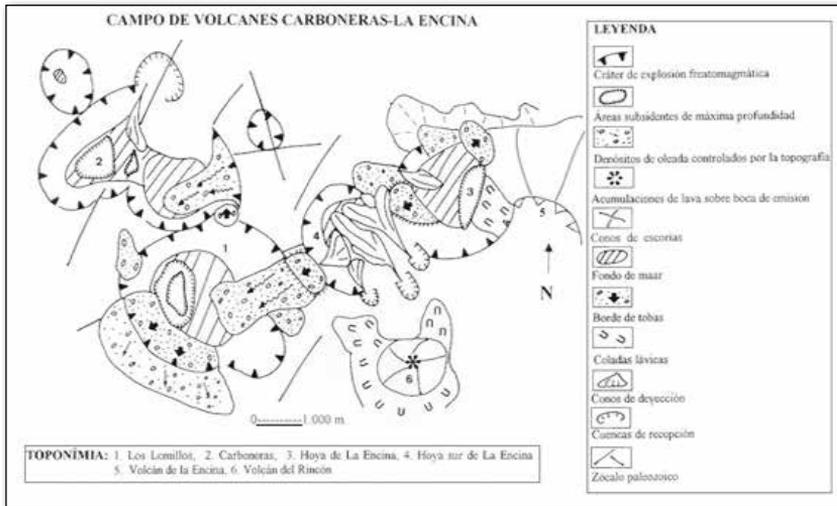


Figura 16. Esquema geomorfológico de los maeres Las Carboneras-Los Lomillos y La Encina (Extraído de González, 2014).

Estas depresiones conservan anillos de tobas muy bien desarrollados formados por depósitos de oleadas piroclásticas y brechas de explosión en los bordes. Según González (2014), la secuencia eruptiva para el conjunto volcánico se desarrollaría en unas primeras fases eruptivas freatomagmáticas que se superpondrían a dinamismos efusivos anteriores, en las que una relación agua/magma elevada daría lugar a la presencia de brechas de explosión con fragmentos de la roca de caja de gran tamaño. Seguirían erupciones en las que esta relación iría haciéndose paulatinamente menor y un aumento en la energía explosiva. Los fragmentos líticos reducen considerablemente su tamaño siendo soporados por una matriz fracción ceniza, y con presencia de *lapilli* acrecional de gran tamaño (sobre las oleadas piroclásticas y en el relleno del cráter). González también señala la importancia de estas dinámicas eruptivas tan complejas que corroborarían la existencia de “maeres poligénicos” en el Campo de Calatrava

En función del ambiente climático e hidrogeológico, gracias a lluvias abundantes y a los sistemas de acuíferos locales instalados sobre las fracturas del roquedo varisco, estas depresiones son capaces de albergar lagunas temporales creando puntualmente paisajes de gran belleza, como es el caso de Las Carboneras y Los Lomillos (Gosálvez, 2012). El caso del maar de Los Cuartos, actualmente no llega a albergar lámina de agua estacional, no es de extrañar que en su día contuviera una laguna en su interior.



Figura 17. Panorámica del complejo hidromagmático Las Carboneras (al fondo y con agua) y Los Cuartos (fondo de cráter sin lámina de agua).



Figura 18. Panorámica del maar Laguna de Los Lomillos.

El buen estado de conservación tanto geológico/geomorfológico, como biótico/ecosistémico y paisajístico, sirvió para que estos maares quedaran dentro del área de protección del Monumento Natural del Macizo “Volcánico” de Calatrava en base a la Ley de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha (Ley 9/1999). A pesar de encontrarse en fincas privadas, principalmente cinegéticas, los cráteres de Las Carboneras-Los Lomillos son accesibles a través de los

caminos que se adentran en el macizo, desde la cercana carretera CM-413 de Argamasilla a Aldea. A través de estos caminos, el gobierno de Castilla-La Mancha creó en el año 2012 una red de rutas para acceder y visitar algunos de los monumentos naturales volcánicos que incluye en su red de áreas protegidas, como es el caso de estos maares junto con otros volcanes magmáticos.

Maares del sector NE del municipio

Los trabajos de González (1996 a, 2014) señalan la presencia de varios edificios volcánicos de génesis freatomagmática al sur de la Laguna de Caracuel y en el piedemonte NO y O del Macizo de Calatrava, ubicados dentro del término municipal que nos ocupa. Se trata de pequeños cráteres emplazados en los parajes de La Cuezuela, el Hoyo y el arroyo del Platero (Figura 19).

En las laderas occidentales del Pico del Aljibe se emplaza el maar de **El Hoyo**, cráter freatomagmático abierto al SO, de unos 1.500 m de diámetro medio que alcanza un desnivel de 100 m. En esta depresión se formó un reborde semicircular de alrededor de 5 m de potencia por el oeste y permite la formación de un pequeño encharcamiento estacional. A unos 500 m al sur de El Hoyo se localiza la depresión explosiva de **La Cuezuela** (o La Cabezuela según la cartografía moderna) con 1.500 m de anchura (González, 2014). Ambos cráteres emitieron depósitos de oleadas piroclásticas hacia los llanos occidentales, recubriendo parte de la cuenca sedimentaria, no reconocibles en la actualidad ya que están recubiertos, a su vez, por depósitos aluviales procedentes de los arroyos que nacen en el interior del Macizo de Calatrava, y también por los coluviones propios del piedemonte y laderas cuarcíticas.

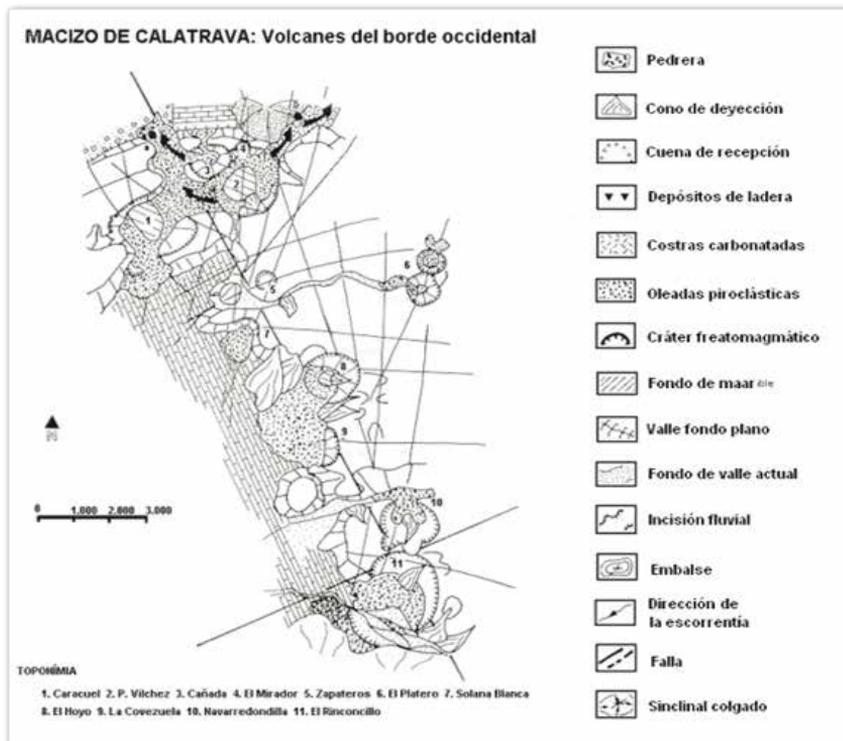


Figura 19. Esquema geomorfológico de los volcanes del NE y E del municipio de Argamasilla de Calatrava, en el contacto con el Macizo de Calatrava (esquema extraído de González 1996 a, 2014).

A lo largo de la pequeña depresión recorrida por el arroyo del Platero se abren dos cráteres semicirculares similares en tamaño y forma (diámetro mayor de 300 m y profundidad de apenas 40 m) en los que se reconocen restos de oleadas piroclásticas cuyos depósitos han sido arrastrados en parte por las aguas de arroyada hacia la cuenca de Argamasilla (González, 2014). Se trata de los pequeños maares de **Zapateros** y **Solana Blanca** que quedan justo en el límite NNE del municipio.

El emplazamiento de estos maares entre sierra y llano, ha supuesto una fuerte antropización el paisaje. Campos de cultivo cerealístico y olivares, ganado bovino y fincas valla-

das para caza mayor son los usos que dominan este sector del municipio, en un paisaje principalmente adeshado. El patrimonio geológico que debemos destacar pasaría por las crestas cuarcíticas, las pedrizas, los depósitos coluvionares y las pequeñas extensiones tipo raña sobre las que se asientan las dehesas, junto con los materiales y morfologías volcánicas, no dominantes, pero importantes para el análisis de la geodiversidad de este territorio. También destaca la relativa buena conservación del monte mediterráneo de las laderas cuarcíticas, la pequeña red hidrogeográfica que nace en el interior del macizo y que distribuye las aguas hacia la cuenca de Argamasilla, generando pequeños meandros y zonas encharcadas en momentos de fuertes lluvias.

Pero no se debe obviar los elementos culturales como casas de labor, quinterías, pozos, albercas y otros sistemas de aprovechamiento hídrico, así como las propias dehesas que son parte de los usos del territorio y su paisaje resultante. Sin olvidar la cercanía de la Cañada Real Soriana Oriental que discurre al sur de estos volcanes y que conecta los paisajes serranos del Macizo de Calatrava con el paisaje antropizado del llano.

5. APROVECHAMIENTO GEOTURÍSTICO DE LOS VOLCANES

El estudio del relieve como geopatrimonio hace necesario un conocimiento exhaustivo de los elementos del mismo mediante el estudio científico, el inventario y la evaluación como paso previo a su valoración, a su promoción como recurso (cultural, didáctico, científico y natural) y a su gestión para la conservación (González-Trueba, 2006: 674). Por ello, el estudio del relieve como geopatrimonio se presenta

como una herramienta útil y necesaria para los gestores del territorio, en aras de futuras actuaciones sobre el mismo.

Con el estudio detallado de los volcanes, se pretende ampliar el conocimiento de las morfologías eruptivas, conocer sus valores culturales (históricos, etnográficos, etc.) y el uso y grado de conservación actual, para ayudar a los gestores del territorio — fundamentalmente las administraciones públicas — a ordenar de una manera más lógica el espacio volcánico centro-peninsular, mediante medidas de protección y geo-conservación (Becerra-Ramírez, 2013: 432). Todas las medidas desarrolladas para estos relieves eruptivos, deben estar vinculadas a la potenciación y desarrollo económico de las zonas donde se localizan, ya que serán un foco de atracción turística muy importante, eso sí, un turismo de tipo ecológico, de naturaleza o, en definitiva, un Geoturismo (Dóniz-Páez, 2012).

Los principales recursos que ofrecen las morfoestructuras volcánicas están relacionados tanto con factores geonaturales (relieve, fuentes termales, vegetación, fauna...) como geoculturales (históricos, arqueológicos, religión...). Ambos están condicionados por otros factores de índole socioeconómica y política que pretenden poner en explotación turística el conjunto de atractivos volcánicos de una región concreta, con políticas públicas y/o privadas que garantizan el correcto uso de estos frágiles espacios (Dóniz-Páez, 2012). La mayoría de los trabajos recientes en geoturismo volcánico agrupan los atractivos turísticos en ocho categorías (Sigurdsson y Lopes-Gautier, 2000; Dóniz-Páez, 2012):

- el escenario o belleza de las geografías eruptivas,
- el espectáculo de la actividad volcánica (erupciones),
- los manantiales termales y 'spas' naturales,
- la práctica de deportes de riesgo y aventura sobre volcanes,

- actividades ecoturísticas y geoturismo,
- playas de arena volcánica (negra, rubia, verde),
- arqueología sobre volcanes,
- o los vínculos de la actividad volcánica con la religión.

Dóniz-Páez (2012) plantea la necesidad de conocer qué papel desempeñan los volcanes y su diversidad frente al turismo, determinar cuál es la importancia de éstos para la atracción de turistas y, a partir de ahí, diseñar estrategias de intervención y productos turísticos con la marca volcán. En este sentido, y aunque el territorio provincial presenta otros atractivos turísticos naturales importantes, sí se podría diversificar la oferta de espacios atractivos por su contenido geológico, como los relieves volcánicos, frente a otras actividades tradicionales que fomentaban, por ejemplo, el turismo de gastronomía, las fiestas locales, la visita a monumentos y edificios históricos, o la visita de los Parques Nacionales (Cabañeros y Tablas de Daimiel) y Naturales (Lagunas de Ruidera y Valle de Alcudia-Sierra Madrona) de la provincia.

Algunas actuaciones y actividades relacionadas con este tipo de turismo, que potencialmente se podrían llevar a cabo en el conjunto de los volcanes calatravos, y en particular en el entorno de Argamasilla de Calatrava podrían pasar por:

- **Divulgar el conocimiento del territorio volcánico**, a la sociedad local y comarcal, a partir de ciclos de conferencias, exposiciones, concursos de dibujo, fotografía, etc..., que fomenten la participación de la población y se resalten los valores de los volcanes de la comarca como elementos esenciales del territorio y del paisaje que habitan. Pero también a partir de publicaciones monográficas, trípticos, folletos, revistas,

páginas web, creación de centros de interpretación de volcanes... que informen de los valores naturales y culturales del entorno.

- **El diseño y desarrollo de georutas o itinerarios geológicos** a través de paisajes naturales donde se fomenta el *trekking* — senderismo — y el *geo-hiking* o geo-excursionismo. Actividades que pueden desarrollarse a lo largo de la red de caminos públicos que recorren nuestro territorio, especialmente antiguos caminos vecinales, muchos de ellos incluidos en rutas turísticas como la de Don Quijote (fomentada por el Gobierno de Castilla-La Mancha), o la red de rutas de la Asociación de Desarrollo Sostenible Valle de Alcudia. Sin olvidar la importantísima red de vías pecuarias o cañadas que atraviesan estos paisajes, destacando especialmente la Cañada Real Soriana Oriental que atraviesa el núcleo urbano de Argamasilla y pasa por algunos de los volcanes más emblemáticos de la región volcánica, reutilizada por la red oficial de senderos de la Diputación Provincial (PR-CR13 Presa del Jabalón-Argamasilla-Puertollano).

Rutas, itinerarios o senderos que necesitan obligatoriamente del asesoramiento científico multidisciplinar (geógrafos, historiadores, historiadores del arte, ecólogos...) de grupos que trabajan en el estudio de este territorio, y también de asociaciones, mancomunidades o grupos de desarrollo rural local y/o comarcal. Para ello, es necesario dotar de contenido a estas georutas mediante el acondicionamiento de caminos, zonas de acceso, aparcamiento, colocación de paneles informativos y señales “guía” que indiquen la ruta, aprovechar los ya existentes (red oficial de senderos de la diputación, o rutas para visitar los monumentos naturales), o incorporar las nuevas tecnologías dise-

ñando rutas interactivas o puntos de interés a través de GPS o códigos QR-Bidi en ciertos puntos del recorrido (*smartphones*, tabletas, PDA — puestos ya en funcionamiento para los monumentos de algunos municipios de la comarca).



Figura 20. Inicio del sendero geoturístico de visita al Monumento Natural del Macizo de Calatrava, desde la carretera de Argamasilla a Aldea del Rey, con paneles informativos.

- **Observación de aves (*birdwatching* — *birding*)** u otras especies de fauna en zonas cercanas a las áreas volcánicas. La gran peculiaridad de los mares calatravos es la existencia en su interior de lagunas que acogen importantísimas comunidades faunísticas y florísticas, desarrollando ecosistemas únicos en la Península Ibérica y en la Europa occidental (Gosálvez, 2012). La cercanía de estas lagunas volcánicas a todos los municipios calatravos, especialmente a Argamasilla con su Laguna Blanca o Las Carboneras y Los Lomillos, suponen un importantísimo atractivo natural y paisajístico para la atracción de turistas de naturaleza, no solo especializados (geógrafos, biólogos,

ecólogos...) sino turistas en general, y sobre las que ya existen propuestas de itinerarios para la observación de aves (Gosálvez, 2009: 188).

- **Visitas a espacios naturales protegidos** con presencia de volcanes. Algunos de nuestros volcanes cuentan con alguna figura de protección específica como elemento geológico (Monumento Natural) o como espacio con importancia biótica en el caso de maares con laguna (Reserva Natural, Microrreserva o Refugio de Fauna). La cercanía a estos espacios naturales protegidos (por el gobierno de Castilla-La Mancha), u otros incluidos en espacios cercanos como el Parque Natural de Valle de Alcudia y Sierra Madrona, que cuenta con edificios volcánicos en su interior, se prestan a ser visitados para conocer sus elementos naturales y crear Lugares de Interés Geomorfológico (LIG's) en el caso de los volcanes, para destacar la importancia de estas morfologías en espacios donde predominan otras formas de relieve.



Figura 21. Paneles informativos en el interior del Monumento Natural del Macizo de Calatrava, punto panorámico del maar Laguna del Acebuche. La ruta discurre a lo largo de la Cañada Real Soriana Oriental, en cuyo margen se encuentran colocados estos paneles.

- **Recuperar y reacondicionar fuentes de “agua agria” y hervideros** (manantiales termales de origen volcánico) para el uso y disfrute de la sociedad, como los Baños de la *Dehesa en Argamasilla de Calatrava* (Melero, 2007). Muchos de ellos sufrieron un importante abandono y olvido tras ser utilizados durante siglos pasados para uso terapéutico a modo de ‘spas’ (Escobar, 2010) gracias a las propiedades minero-medicinales de sus aguas (Baños de Fuensanta en Ciudad Real, Baños del Emperador en Miguelturra, la Fuente Agria y su Casa de Baños en Puertollano...). Otros tantos todavía siguen en funcionamiento como los Baños de Barranco Chico y Barranco Grande (Aldea del Rey), o han sido reacondicionados recientemente por ayuntamientos, como la Fuente y Baño del Chorrillo (Pozuelo de Calatrava) o la Casa de Baños de Carrión de Calatrava.
- **Fomentar la aparición de productos con la marca volcán.** En este sentido, usar el volcán, la terminología científica o vocablos volcánicos para denominar a productos locales (vinos, dulces...), ofrecer “menús volcánicos”, tapas y pinchos volcánicos en empresas de restauración/hostelería, productos artesanos que hagan referencia a topónimos de volcanes cercanos... es decir, animar a las empresas locales a utilizar palabras relacionadas con el volcanismo calatravo para revalorizarlo y ofrecer productos con la marca volcán como se viene haciendo en las islas Canarias y otras áreas volcánicas del planeta (Dóniz-Páez, 2012), y que se está comenzando a poner de moda entre las empresas locales de la zona (vinos volcánicos — *Vulcanus*, *Maar de Cervera*, *Lahar de Calatrava* — oferta de rutas volcánicas por hoteles y touroperadores, etc.).

A pesar de estas actuaciones y actividades potenciales, muchas de las cuales ya se llevan modestamente a cabo en la

actualidad, la singularidad que presenta el volcanismo del Campo de Calatrava, desde sus valores intrínsecos o naturales, su potencial de uso, el importantísimo patrimonio histórico-cultural, el elevado riesgo de degradación de la mayoría de los edificios volcánicos y el potencial didáctico y turístico de este territorio, hace necesarias otras actuaciones en pro de la conservación y protección de los relieves eruptivos (Becerra-Ramírez, 2013).

Los volcanes en la Región Volcánica del Campo de Calatrava han sido los grandes olvidados desde la perspectiva de la geoconservación, escapando de la sensibilización ambiental por parte de las administraciones públicas centradas en valorar y proteger otros espacios naturales como los Parques Nacionales de Cabañeros y Tablas de Daimiel o los humedales manchegos (Gosálvez *et al.*, 2010). Ciertamente que, las actuaciones a favor de la conservación del patrimonio natural al amparo de la Ley 9/1999 de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha y, en concreto, de los volcanes calatravos desde diferentes perspectivas, ecosistémicas y geológicas/geomorfológicas, ha motivado la declaración de algunos volcanes como espacios naturales protegidos (Tabla V).

Apenas una treintena de volcanes de los más de 330 contabilizados en el conjunto de la región volcánica, cuenta con al menos una figura de protección. En concreto son 28 edificios volcánicos (el 8,4% del total) los que han recibido el tratamiento espacio natural protegido desde diferentes ópticas (Tabla V). La figura de Monumento Natural, es la que más se repite en la protección de los volcanes calatravos, en base a criterios geológicos principalmente, aunque también se tiene en cuenta la importancia de los valores científicos, culturales y paisajísticos (artículo 40 de la Ley 9/1999 de Conservación de la Naturaleza). Otras figuras de protección regional como las de Microrreserva y Reserva

Natural, priman los valores ecosistémicos de nuestros volcanes, principalmente en aquellos maeres que cuentan con una laguna en su interior donde se desarrollan comunidades vegetales y fauna específicas de ambientes acuáticos (Gosálvez *et al.*, 2010).

Más allá de las figuras de protección del gobierno regional, existen otras figuras que también afectan a nuestros volcanes (Mapa 3 y Tabla V), como son las ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves) y los LIC (Lugares de Interés Comunitario) a nivel europeo, las Zonas Húmedas de Importancia Internacional (Convenio RAMSAR) y la Reserva Mundial de la Biosfera (UNESCO) a nivel internacional, cuya objetivo de protección no es el elemento geomorfológico en sí, sino los hábitats ocupados por comunidades faunísticas y de flora que habitan en esas zonas.

Una parte del término municipal de Argamasilla de Calatrava (Mapa 3) queda incluido dentro de la zona de protección del Monumento Natural del Macizo 'Volcánico' de Calatrava (denominación errónea porque, en realidad, se trata de un macizo paleozoico o cuarcítico sobre el que se han construido volcanes, y no un macizo volcánico). Sólo los maeres de Las Carboneras-Los Cuartos y Los Lomillos, como volcanes protegidos, quedan dentro del término municipal, lo que supone una importante oportunidad de cara a planificar actuaciones que fomenten el uso sostenible de estos espacios protegidos, como el geoturismo al que se ha hecho mención anteriormente.

Tabla V. FIGURAS DE PROTECCIÓN SOBRE LOS VOLCANES DE LA REGIÓN VOLCÁNICA DE CAMPO DE CALATRAVA

Elaboración propia a partir de Gosálvez et al. (2010), Becerra-Ramírez (2013) y JCCM (2014)

RED DE ÁREAS PROTEGIDAS DE CASTILLA-LA MANCHA				
Nombre	Área	Municipio	Tipo geomorfológico	Fecha declaración
<i>M.N. Laguna Volcánica de La Alberquilla</i>	111	Mestanza	Maar	05/10/1999
<i>M.N. Laguna Volcánica de Michos</i>	215	Abenójar	Maar	05/10/1999
<i>M.N. Maar de la Hoya de Cervera</i>	284	Almagro y Aldea del Rey	Maar	05/10/1999
<i>M.N. Los Castillejos Volcánicos de La Bienvenida</i>	197	Almodóvar	Conos de piroclastos y coladas	05/10/1999
<i>M.N. Maar de la Hoya del Mortero</i>	124	Ciudad Real	Maar	05/12/2000
<i>M.N. Volcán y Laguna de Peñarroya</i>	544	Alcolea de Cva. y Corral de Cva.	Cono de piroclastos, coladas y Maar	05/12/2000
<i>M.N. Volcán del Cerro Santo</i>	120	Porzuna	Cono de piroclastos y coladas	27/02/2001
<i>M. Laguna de Caracuel</i>	66,2	Caracuel de Calatrava	Maar	13/05/2003
<i>R.N. Laguna del Prado o Inesperada</i>	53	Pozuelo de Calatrava	Maar	20/07/2004
<i>R.N. Navas de Malagón</i>	446	Malagón	Maares	13/09/2005
<i>M.N. Macizo 'Volcánico' de Calatrava</i> <i>Conos magmáticos: La Conejera, Los Frailes, La Encina y La Colmenilla</i> <i>Maares: Navalacierva, El Acebuche, Hoya Larga-La Encina, Los Lomillos, Las Carboneras y Los Cuartos</i>	3.763	Varios	Conos de piroclastos, coladas y maares	24/06/2008
<i>M.N. Volcán de Piedrabuena</i>	481	Piedrabuena	Cono de piroclastos y coladas	31/03/2009
<i>M.N. Volcán del Alhorín</i>	288	Solana del Pino	Cono de piroclastos y coladas	28/09/2010
<i>P.N. Valle de Alcudía y Sierra Madrona. Conos magmáticos: El Burcio y Raso de Utrera. Incluye M.N. La Alberquilla, Los Castillejos Volcánicos de La Bienvenida y El Alhorín</i>	149.463	Varios	Valle anticlinal, conos piroclásticos y maares	06/03/2011

RED NATURA 2000 — DIRECTIVA HÁBITATS - U.E.

Nombre	Área	Municipio	Tipo geomorfológico	Fecha declaración
<i>ZEPA Campo de Calatrava</i>	8.978	Varios	Conos de piroclastos y maares	2005
<i>ZEPA Navas de Malagón</i>	466	Malagón	Maares	2005
<i>LIC Sierra de Picón-Piedrabuena</i>	7.825	Varios	Sierras Paleozoicas, Conos de escorias, maares	1997
<i>LIC Navas de Malagón</i>	466	Malagón	Maares	2006
<i>LIC Lagunas volcánicas del Campo de Calatrava Caracuel, La Carrizosa, La Perdiguera, La Alberquilla, Peñarroya, La Posadilla, El Mortero, El Prado, Lagunas de Moral y Cervera.</i>	1.862	Varios	Maares	2006

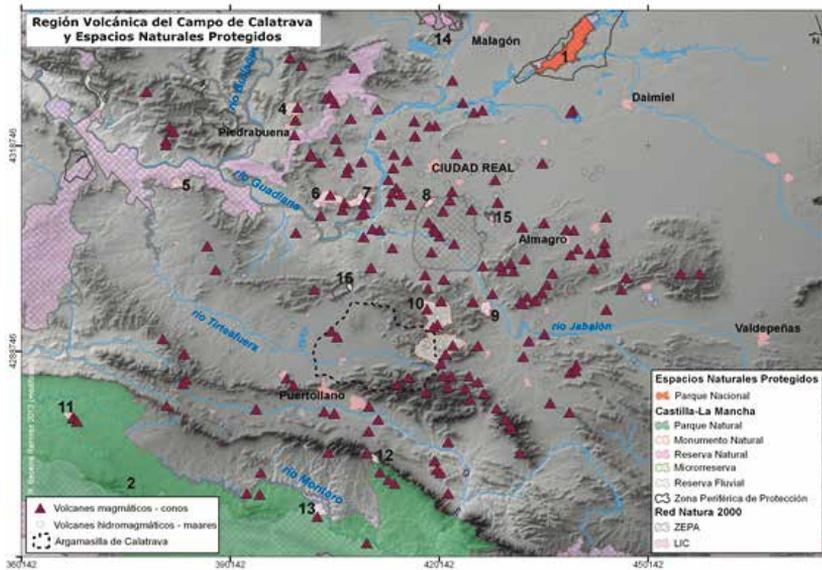
ZONA HÚMEDA DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (CONVENIO RAMSAR)

Nombre	Área	Municipio	Tipo geomorfológico	Fecha declaración
<i>Laguna del Prado</i>	53	Pozuelo de Calatrava	Maar	1993

Reserva Mundial de la Biosfera de La Mancha Húmeda - UNESCO

Nombre	Área	Municipio	Tipo geomorfológico	Fecha declaración
<i>Navas de Malagón</i>	466	Malagón	Maares	1980
<i>Laguna del Prado</i>	53	Pozuelo de Calatrava	Maar	1980

P.N.= Parque Natural; *M.N.*= Monumento Natural; *M.*= Microrreserva; *R.N.*= Reserva Natural; *ZEPA*= Zona de Especial Protección para las Aves; *LIC*= Lugar de Importancia Comunitaria.



Mapa 3. Espacios Naturales Protegidos en el entorno de la Región Volcánica del Campo de Calatrava (Elaboración Propia): 1= Parque Nacional Tablas de Daimiel, 2= Parque Natural del Valle de Alcudia y Sierra Madrona; Monumentos Naturales: 3= M.N. de Cerro Santo, 4= M.N. Volcán de Piedrabuena, 5= M. N. Laguna Volcánica de Michos, 6= M.N. del Volcán y Laguna de Peñarroya, 7= M.N. Laguna y volcán de La Posadilla, 8= M.N. Hoya del Mortero, 9= M.N. Hoya de Cervera, 10= M.N. del Macizo Volcánico de Calatrava, 11= M.N. de Los Castillejos Volcánicos de La Bienvenida, 12= M.N. Laguna Volcánica de La Alberquilla, 13= M.N. Volcán del Alhorín; 14= Reserva Natural Navas de Malagón; 15= Reserva Natural Laguna del Prado, 16= Microrreserva Laguna de Caracuel de Coa.

Sin embargo, volcanes que presentan altos valores naturales, histórico-culturales y de uso-gestión y protección, como Cabeza Parda, Laguna Blanca, la Zarza, los del entorno cercano como El Morrón de Villamayor, La Vaqueriza, Cerro Prieto (Aldea del Rey) y Cerro Pelado (Ballesteros), y otros emblemáticos de la región calatrava como Columba, Cerro Gordo (Granátula), La Yezosa (Almagro) o Cabeza Parda (Picón-Fernán Caballero) han quedado fuera de toda protección, y están sujetos a futuras explotaciones mineras que posiblemente acaben con los elevados e interesantes valores que presentan (Becerra-Ramírez, 2013). Son los municipios los que, mediante la protección de estos elementos naturales en sus POM, deben

instar al gobierno regional a tomar las riendas y comenzar a desarrollar los primeros pasos para la inclusión de estas estructuras eruptivas en la red de espacios naturales protegidos de Castilla-La Mancha. De lo contrario, perderíamos algunas de las morfologías eruptivas más peculiares y emblemáticas, no sólo de Campo de Calatrava, sino de la España peninsular.

Lo más adecuado sería una protección integral y sistemática, siendo probablemente la figura más apropiada la de Parque Natural, tal y como ha sucedido en Cataluña (*Parque Natural de la Zona Volcánica de La Garrotxa*), Andalucía (*Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar*), Francia (Auvernia, Macizo Central Francés) o Alemania (región volcánica de Eifel), sin olvidar el tratamiento integrado que ha recibido el volcanismo de las Islas Canarias (Gosálvez *et al.* 2010).

Las actuaciones de conservación/protección del territorio volcánico calatravo, el desarrollo de proyectos de divulgación y difusión de los valores geopatrimoniales del mismo, así como el fomento de actividades económicas sostenibles como el geoturismo, son las estrategias básicas que deberían comenzar a desarrollarse en la Región Volcánica del Campo de Calatrava, partiendo en primera instancia de los ayuntamientos y sobre todo, de la implicación de la población local. No hay que olvidar, la necesidad de conservación y protección de muchos de estos volcanes que aparecen, no como elementos geológicos aislados, sino como elementos esenciales del paisaje actual, el histórico y el cultural, y como seña de identidad de la sociedad que habita este territorio.

6. REFERENCIAS

ANCOCHEA, E. (1983): *Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España Central*. Tesis Doctoral. U. Complutense de Madrid, Madrid. 675 p.

BECERRA-RAMÍREZ, R. (2013): *Geomorfología y Geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la Región Volcánica del Campo de Calatrava*. Tesis Doctoral, UCLM, inédito, 822 p.

BERGAMÍN, J.F. y CARBO, A. (1986): “Discusión de modelos para la corteza y manto superior en la zona sur del área centro-ibérica, basados en anomalías gravimétricas”. *Estudios Geológicos*, nº 42, pp. 143-146.

CADAVID, S. (1977): “Avance del mapa de isopacas de una ‘corteza normal’ para la Península Ibérica y sus principales accidentes de posible alcance cortical”. *Boletín Geológico y Minero*, t. LXXXVIII-VI, pp. 561-566.

CEBRIÁ, J.M. y LÓPEZ-RUÍZ, J. (2010): “Modelos petrogenéticos y geodinámicos para el volcanismo del Campo de Calatrava”. En: GONZÁLEZ, E., ESCOBAR, E., BECERRA-RAMÍREZ, R., GOSÁLVEZ, R.U. y DÓNIZ-PÁEZ, J.: *Aportaciones recientes en Volcanología, 2005-2008*. Ed. Centro de Estudios Calatravos, Ciudad Real. pp. 45-50.

CEBRIÁ, J.M., MARTÍN-ESCORZA, C., LÓPEZ-RUÍZ, J., MORÁN-ZENTENO, D.J. and MARTINY, B.M. (2011): “Numerical recognition of alignments in monogenetic volcanic areas: Examples from the Michoacán-Guanajuato Volcanic Field in Mexico and Calatrava in Spain”. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 201, pp. 73-82.

DÓNIZ-PAÉZ, J. (2009 a): *Volcanes basálticos monogénicos de Tenerife*. Ed. Ayto. Los Realejos, Tenerife.

DÓNIZ-PAÉZ, J. (2009 b): “Patrimonio Geomorfológico de

los volcanes basálticos monogénicas de la Caldera de Gairía-Malpaís Chico y el Malpaís Grande en la isla de Fuerteventura (Canarias, España)”. *Nimbus*, 23-24. 89-103.

DÓNIZ-PÁEZ, J. (2012): Turismo Volcánico. Canarias: productos volcánicos y propuesta de itinerarios volcánicos. Ed. Academia Española, Madrid.

ESCOBAR, E. (2010): *Aprovechamiento de los recursos volcánicos en Campo de Calatrava*. Proyecto de Investigación de Doctorado, UCLM, inédito.

GALLARDO MILLÁN, J.L. (2006): “Efectos tectónicos recientes en el Campo de Calatrava deducidos de los datos paleomagnéticos del volcanismo neógeno”. *Geogaceta*, 39; pp. 35-38.

GARCÍA RAYEGO, J.L. (1994): *Mapa geomorfológico de la comarca de Los Montes-Campo de Calatrava a E. 1:200.000*. Madrid, UCLM.

GONZÁLEZ, E. (1996 a): “Secuencias eruptivas y formas de relieve en los volcanes del sector oriental del Campo de Calatrava. (Macizo de Calatrava y flanco suroriental del domo de Almagro) Ciudad Real”. En: *Elementos del Medio Natural en la Provincia de Ciudad Real*. UCLM pp. 163-200.

GONZÁLEZ, E. (1996 b): “Erupciones hidromagmáticas en el borde occidental del Macizo de Calatrava, Campo de Calatrava (España). El volcán del Rinconcillo”. En: *IV Reunión Nacional de Geomorfología*. Cuadernos del Laboratorio Xeológico de Laxe, nº 21, pp. 281-295.

GONZÁLEZ, E. (2014): Los volcanes del Campo de Calatrava. www.uclm.es/profesorado/egcardenas (última consulta 24/10/2014).

GONZÁLEZ, E. y GOSÁLVEZ, R.U. (2004): “Nuevas aportaciones al conocimiento del hidrovulcanismo en el Campo

de Calatrava (España)". En: *Contribuciones recientes sobre Geomorfología*. SEG, CSIC. Madrid. pp. 71-81.

GONZÁLEZ, GOSÁLVEZ, R.U., BECERRA-RAMÍREZ, R. y ESCOBAR, E. (2006): "*Condiciones medioambientales en el Holoceno Medio del Campo de Calatrava oriental (Ciudad Real, España): resultados preliminares*". En: *Actas del IX Congreso Nacional de Biogeografía*, Ávila. (disponible en www.uclm.es/profesorado/egcardenas - 12/I/2007).

GONZÁLEZ, E., GOSÁLVEZ, R.U., BECERRA RAMÍREZ, R. y ESCOBAR, E. (2007): "*Actividad eruptiva holocena en el Campo de Calatrava (Volcán Columba, Ciudad Real, España)*", En: LARIO, J. y SILVA, G. (eds.). *Contribuciones al estudio del período cuaternario*, Aequa, Ávila. pp. 143-144.

GONZÁLEZ, E., GOSÁLVEZ, R.U. ESCOBAR, E., BECERRA-RAMÍREZ, R. y REDONDO, M. (2008): "Condiciones ambientales en el Holoceno medio en el Campo de Calatrava oriental, Ciudad Real, España". En: VV.AA.: *Avances en Biogeografía*. Ed. Univ. Complutense de Madrid, Madrid. pp. 155-162.

GONZÁLEZ, E., GOSÁLVEZ, R.U., ESCOBAR, E. y BECERRA-RAMÍREZ, R. (2013): *Volcanes. El latido del Campo de Calatrava*. Ed. Lafarge SAU, Villaluenga de la Sagra, 186 p.

GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. (2006): *El Macizo Central de los Picos de Europa: Geomorfología y sus implicaciones geoecológicas en la alta montaña cantábrica*. Tesis Doctoral, Univ. Cantabria.

GOSÁLVEZ, R.U. (2009): *El Valle de Alcudia y Sierra Madrona. Paraíso europeo para la observación de aves. Una propuesta de Turismo Ornitológico*. Ed. Asoc. Des. Sost. Valle de Alcudia, Ciudad Real, 214 p.

GOSÁLVEZ, R.U. (2012): *Análisis biogeográfico de las lagunas volcánicas de la Península Ibérica. Bases científicas para su gestión*. Tesis Doctoral, UCLM, inédito, 1.040 p.

GOSÁLVEZ, R.U., GONZÁLEZ, E., BECERRA-RAMÍREZ, R., ESCOBAR, E. y MORALES, M. (2010): “La conservación de los volcanes del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España): hitos a considerar”. En: GONZÁLEZ, E., *et al.*: *Aportaciones recientes en Volcanología, 2005-2008*. Ed. Centro de Estudios Calatravos, Ciudad Real. pp. 389-396.

HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1932): *Estudio de la Región Volcánica central de España. Memoria de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas, y Naturales*. Madrid. 235 p.

JCCM (2014): *Red de Áreas Protegidas de Castilla-La Mancha*. http://pagina.jccm.es/medioambiente/espacios_naturales/indexrapcm.htm (última consulta 30/10/2014).

KERESZTURI, G. and NÉMETH, K. (2012 b): “Monogenetic Basaltic Volcanoes: Genetic Classification, Growth, Geomorphology and Degradation”. In: NÉMETH, K. (ed.): *Updates in Volcanology. New Advances in Understanding Volcanic Systems*. InTech, Croatia, pp. 3-89.

LÓPEZ RUIZ, J., CEBRIÁ, J.M., DOBLAS, M., OYARZUM, J., HOYOS, M. and MARTÍN, C. (1993): “Cenozoic intra-plate volcanism related to extensional tectonics at Calatrava, Central Iberia”. *Journal of the Geological Society*, vol. 150, pp. 915-922.

MELERO, D. (2007): *Ciudad Real, tierra de hervideros, fuentes y baños de aguas minero-medicinales*. Ed. Diputación Provincial de Ciudad Real, Ciudad Real, 254 p.

MOLINA, E. (1975): *Estudio del Terciario Superior y del Cuaternario del Campo de Calatrava*. Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario. Sección de paleontología de vertebrados y Humana. CSIC, Madrid. 106 p.

POBLETE, M.A. (1995): *El relieve volcánico del Campo de Calatrava (Ciudad Real)*. Ed. Universidad de Oviedo y JCCM, Oviedo. 467 p.

POBLETE, M.A. y RUIZ, J. (2002): “Morfología volcánica y dinámica fluvial en el valle medio del Jabalón (Campo de Calatrava oriental)”. En: *Estudios recientes (2000-2002) en Geomorfología, Patrimonio, Montaña y dinámica territorial*. SEG, UVA, Valladolid; pp. 465-473.

POBLETE, M.A. y RUIZ, J. (2007): “Revisión de la edad del volcanismo en la región volcánica central de España: Evidencias geomorfológicas de actividad volcánica cuaternaria”. En: LARIO, J. y SILVA, G. (eds). *Contribuciones al estudio del período cuaternario*, Aequa, Ávila. pp. 163-164.

ROMERO, C. (2001). “Geomorfología en paisajes volcánicos”. En: GÓMEZ-ORTIZ, A. y PÉREZ, A. (eds.): *Evolución reciente de la Geomorfología española (1980-2000)*. Tokio. pp. 69-96.

SERRANO, E. (2002): “Geomorphology, natural heritage and protected areas: lines of research in Spain”. En: (Reynard, E. y Coratza, P. (eds.) *Geomorphological sites: research, assessment and improvement*. Università degli Studi di Modena — I.A.G., Módena, pp. 27-33.

SERRANO, E. y RUIZ-FLAÑO, P. (2007): Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). *Boletín AGE*, 45, 79-98.

SIGURDSSON, H. and LOPES-GAUTIER, R. (2000): “Volcanoes and Tourism”. En: SIGURDSSON, H. (ed.): *Encyclopedia of Volcanoes*. Ed. Academic Press, San Diego. pp. 1283-1299.

VEGAS, R. y RINCÓN-CALERO, P.J. (1996): “Campos de esfuerzos, deformación alpina y volcanismo neógeno-cuaternario asociado en el antepaís bético de la provincia de Ciudad Real (España central)”. *Geogaceta*, nº 19, pp. 31-34.

LAS HUELLAS DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA CUATERNARIA EN EL CAMPO DE CALATRAVA



Elena González Cárdenas

*Geógrafa y Doctora por la Universidad Complutense
de Madrid | Grupo de Investigación GEOVOL del
Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
de la UCLM | Colaborador científico de INVOLCAN
elena.gonzalez@uclm.es*

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la paleosismicidad es una importante herramienta de trabajo a la hora de identificar posibles riesgos que puedan afectar a un territorio. La Península Ibérica se sitúa en la zona de colisión de las placas tectónicas Africana y Euroasiática. Su movimiento, junto al de otras microplacas implicadas, es el responsable de la actividad sísmica y volcánica del Mediterráneo (Rodríguez-Pascua, 2007).

Aunque el territorio español no sea un espacio proclive al desarrollo de grandes terremotos, si existen regiones sísmicas asociadas a la presencia de grandes fracturas regionales (Azores-Gibraltar) y a otras de menor amplitud vinculadas a los espacios tectónicamente activos meridionales y orientales. Puntualmente la liberación de tensiones da lugar a eventos de magnitud que puede situarse por encima de los 5 grados. En España se registra una media de 1.300 terremotos anuales, la mayoría de los cuales son de baja magnitud e intensidad y no son percibidos por la población.

Evidencias de actividad sísmica de magnitud media-alta, se han identificado en el Campo de Calatrava afectando a depósitos volcánicos asociados a erupciones freatomagmá-

ticas desarrolladas en la región a lo largo del Pleistoceno y del Holoceno.

Aprovechando los cortes y desmontes llevados a cabo en la construcción de la red de autovías que discurre por nuestra provincia, hemos podido establecer la presencia de estas huellas sísmicas “*sismitas*” en localizaciones del centro-sur del Campo de Calatrava. Después de los correspondientes análisis morfométricos y granulométricos de formas y formaciones hemos podido establecer los parámetros siguientes: naturaleza, origen, potencia, área ocupada, granulometría, no sólo de los depósitos volcánicos afectados, sino de los que se encontraban a techo y muro de los mismos.

Se han identificado cuatro tipos de estructuras deformadas que interpretamos claramente como sismitas: microfallas, pilares, repliegues de distorsión y diapiros. Todas estas formas se asocian a procesos más o menos intensos de licuefacción generados a expensas de la vibración sísmica, amplificada al atravesar las ondas sísmicas depósitos dotados de unas características físicas adecuadas (formaciones lagunares-lacustres propias de los fondos y bordes de maares).

El origen sísmico de esta deformación se basa en la no deformación de los depósitos situados sobre y bajo el depósito afectado. No se han encontrado registros históricos de esta actividad sísmica ya que tuvo lugar hace miles de años. Sí se constata que existe una periodicidad de estos sismos y que algunos asentamientos del Bronce Manchego parece que fueron afectados por esta actividad.

2. ESPACIO DE ESTUDIO

El Campo de Calatrava es una región volcánica situada en el centro de España en la que se han producido erupciones

volcánicas desde hace 8 millones de años y hasta el Holoceno reciente (5.500 años) agrupadas en ciclos eruptivos con largos periodos de reposo entre ellos.

El sistema volcánico calatravo se integra dentro del volcanismo intracontinental europeo (Fig.1) junto a los sistemas del Macizo Central francés, Eifel, Chequia y Cuenca de Panonia (Cebriá, J.M. & López-Ruiz, 2010). Se caracteriza por la emisión de magmas basálticos ricos en CO₂ que han propiciado el desarrollo de erupciones de baja explosividad. La interacción del magma con agua subterránea o subsuperficial ha permitido el desarrollo de erupciones hidromagmáticas con violentos episodios explosivos, generadores de maares (Gosálvez, 2012) y de depósitos de flujos piroclásticos en los que hemos encontrado magníficos y profusos ejemplos de sismitas (Fig. 2) así como cortos lahares y flujos de fango.

Más de 300 edificios volcánicos, tanto magmáticos como hidromagmáticos, se han desarrollado dentro de los límites eruptivos del Campo de Calatrava (Becerra-Ramírez, 2013) constituyendo la región volcánica más importante de la España peninsular tanto por el número de volcanes como por la variedad de formas y formaciones eruptivas.

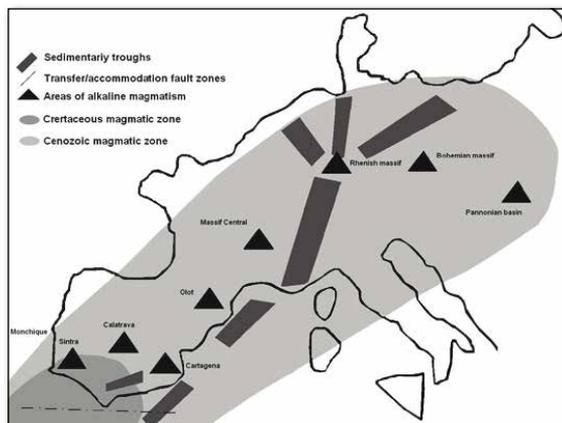


Figura 1. Distribución del volcanismo europeo Cretácico-Cenozoico (Oyarzun et al 1997, simplified)

Recientemente dataciones radiométricas en restos de materia orgánica localizados en un paleosuelo del volcán Columba (González et al. 2007) han confirmado la existencia de eventos freatomagmáticos en el Holoceno medio lo que incluye al Campo de Calatrava dentro del conjunto de regiones volcánicas activas del planeta (Smithsonian, 2013).

En la actualidad existe una actividad residual caracterizada por la emisión difusa de gases entre los que predomina el CO₂ procedente de la desgasificación de un cuerpo magmático profundo que llegan hasta la superficie a través del sistema de fracturas que afectan al basamento paleozoico (Calvo *et al*, 2010).

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se ha llevado a cabo un análisis de los depósitos de flujos piroclásticos desarrollados en las erupciones freatomagmáticas del Campo de Calatrava. Esto ha sido posible gracias a los trabajos de desmonte de terrenos efectuados para la construcción de la autovía Ciudad Real-Almagro y Ciudad Real-Puertollano y en el acondicionamiento de otras vías locales (Granátula de Calatrava y Calzada de Calatrava). Se han determinado la naturaleza de los depósitos estableciendo los siguientes parámetros: localización del punto de emisión, potencia, área ocupada, granulometría y formaciones situadas a techo y muro de los depósitos afectados por las deformaciones sísmicas. Se ha confeccionado un mapa con la localización de los puntos de estudio y otros parámetros asociados a la actividad post-eruptiva en la región

Los depósitos de flujos piroclásticos ocupan grandes extensiones en el Campo de Calatrava. Los afloramientos en los que se han llevado a cabo las observaciones de campo se

localizan al sur y al sureste de Ciudad Real, en las inmediaciones de Granátula de Calatrava (Rodríguez y Barrera, 2002) y en el entorno de Argamasilla de Calatrava y de Calzada de Calatrava, donde hemos localizado el único grupo de diapiros de licuefacción (Fig. 2)

Se han reconocido estructuras que atribuimos a deformaciones sísmicas como pequeñas fallas normales e inversas de salto centimétrico a milimétrico que forman una densa red a diferentes niveles, capas deformadas, replegadas y rotas por efecto de licuefacción asociadas a terremotos de magnitud importante, estructuras de escape de material licuefactado que se inyectan, deforman y rompen los niveles sedimentarios superiores y grandes diapiros, también generados en amplios procesos de licuefacción.

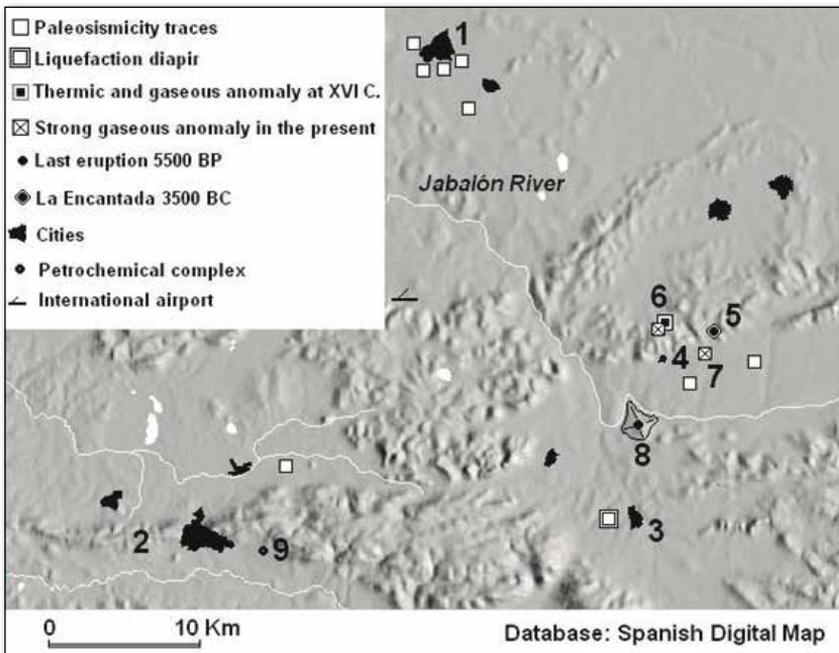


Figura 2. Localización de las sismitas. 1 Ciudad Real, 2 Puertollano, 3 Calzada de Calatrava, 4 Granátula de Calatrava, 5 La Encantada, 6 La Sima, 7 El Chorro, 8 Volcán Columba, 9 Complejo petroquímico.

4. RESULTADOS

4.1. Dinámicas freatomagmáticas y sus depósitos

En el Campo de Calatrava las formas de relieve derivadas de la actividad hidromagmática son especialmente abundantes. Los maares son las morfologías más representativas de la región, caracterizada por la presencia de depresiones explosivas de diferente amplitud superficial y profundidad (Gosálvez, 2012).

Sobre las cuarcitas del basamento hercínico los cráteres presentan formas de embudo con profundidades que superan el centenar de metros y anchuras comparativamente menores que la de los maares abiertos en las rocas sedimentarias de las llanadas.

Los depósitos generados en la erupción se disponen dando lugar a anillos más o menos completos o se encauzan por paleovalles cuando la topografía previa a la erupción no permite una dispersión radial de las oleadas piroclásticas.

La actividad freática y freatomagmática se acompaña de la emisión de brechas de explosión, flujos piroclásticos, lahares y flujos de fango (Fig. 3). En la zona central de la región volcánica se han producido un elevado número de eventos freatomagmáticos que se concentran, principalmente, en la cuenca media-baja del río Jabalón, y en el Macizo de Calatrava.



Figura 3. Maar de El Acebuche (a) y depósitos de flujos piroclásticos (b)

Los depósitos de flujos hidromagmáticos pueden estar interestratificados con los sedimentos carbonatados de las cuencas sedimentarias locales y los piroclastos de caída que forman parte de los rellenos cuaternarios de estas cuencas o bien pueden ocupar el techo de la formación y haberse desarrollado sobre ello los suelos actuales. Ocasionalmente estos depósitos de flujo fosilizan suelos datados del Holoceno, siendo los depósitos volcánicos más modernos del Campo de Calatrava .

Estos depósitos tienen diferentes formas de fondo derivadas de la cantidad de agua presente en el mismo en el momento de su emplazamiento. En general predominan las estructuras masivas, que dan al depósito el aspecto de una ignimbrita, y las estructuras planares. En flujos de alta energía se observa la presencia de dunas y anti-dunas.

4.2. Deformaciones de origen sísmico observadas en los depósitos hidromagmáticos

Cuando la energía sísmica y las características del material afectado lo permiten se han desarrollado típicas formas de repliegues y microfallas que se corresponden con procesos de licuefacción que abarcan desde la formación de sismitas hasta la de grandes diapiros del material sedimentario de la cuenca (arenas y limos) capaces de atravesar y desbordar la totalidad del depósito del anillo de tobas del maar. El origen sísmico de estas deformaciones queda demostrado por que los depósitos situados sobre y bajo ellos no han sufrido ningún tipo de deformación o cambio, manteniendo su posición horizontal original. (Fig. 4 b).



Figura 4. Sismitas en las trincheras de la autovía Ciudad Real-Almagro (a) y en el entorno de Argamasilla de Calatrava (b).

Las formas generadas por licuefacción adquieren un especial desarrollo en los depósitos de flujos piroclásticos localizados entre los núcleos de Ciudad Real y Pozuelo de Calatrava (Fig. 5), en las proximidades de la Fuente del Arzollar, al sur de Ciudad Real, (Fig. 6) y en el anillo de tobas del Maar de Granátula de (Fig.7).

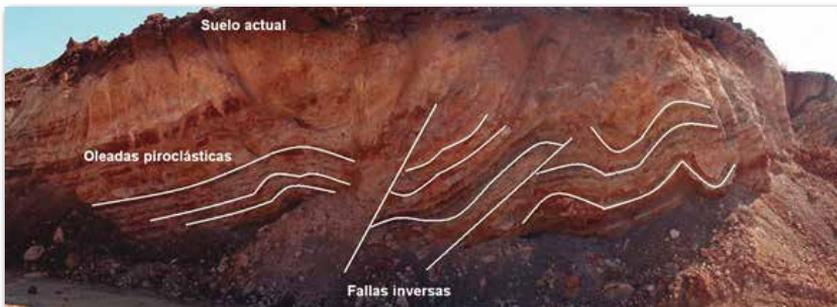


Figura 5. Depósitos de flujos piroclásticos con sismitas. Sur de Ciudad Real



Figura 6. Depósitos volcánicos de caída y flujos afectados por procesos sísmicos. Fuente del Arzollar. Ciudad Real

Las huellas de la actividad sísmica cuaternaria en el Campo de Calatrava



Figura 7. Sismitas en el anillo de tobas del Maar de Granátula

4.3. Diapiros de licuefacción localizados en Calzada de Calatrava

Se han localizado en las inmediaciones de Calzada de Calatrava, afectando a los depósitos de cuenca y al anillo de tobas de un maar de edad plio-pleistocena. Estos diapiros aparecen atravesando el anillo de tobas formado por depósitos de sucesivas oleadas basales y de delgados y compactos niveles de ceniza procedentes de las nubes acompañantes. Los diapiros están integrados por arenas y arcillas que conforman el material de cuenca subyacente a los depósitos de flujos piroclásticos. Estos depósitos tienen una dirección 40°N y una inclinación de 25° (facies proximales) la cual va siendo progresivamente dislocada por fallas, hasta alcanzar la verticalidad (Fig. 9), para pasar de nuevo, una vez alejados del diapiro, a los buzamientos normales para este tipo de depósitos en las zonas distales (5°).



Figura 9. Depósitos en su posición original y tras el evento sísmico

De manera súbita, los flujos piroclásticos entran en contacto, por intrusión masiva, con material arenoso en diferentes puntos (Fig. 10). Interpretamos estas intrusiones como la consecuencia de un proceso de licuefacción de parte del depósito de cuenca, asociado a un evento sísmico. Las cuatro intrusiones localizadas tienen una morfología, unas dimensiones y unas características sedimentológicas similares (Gonzalez *et al*, 2013). El análisis sedimentológico del material que forma los diapiros se refleja en la tabla nº 1.



Figura 10. Diapiro de licuefacción atravesando el anillo de tobas. 1 Inclinación de las capas, 2 Contacto de materiales

Tabla 1. Granulometría del material licuefactado

Material	%
<i>Grava fina</i>	10,0
<i>Arena gruesa y media</i>	77,04
<i>Arena fina y muy fina</i>	11,66
<i>Arcilla gruesa y media</i>	1,30

4.4. ¿Riesgo potencial?

Las últimas erupciones en el Campo de Calatrava han tenido lugar en el Holoceno medio (González et al 2007, 2008 y González y Gosálvez 2004) y han tenido un carácter freatomagmático y freático, convirtiendo a esta región volcánica en una zona potencialmente activa. Sus depósitos, afectados por eventos sísmicos, cubren cientos de kilómetros cuadrados y tienen un carácter hidromagmático, estando localizados cerca o directamente bajo zonas urbanas que asumen una población de más de 100.000 personas.

En los últimos años se ha comprobado la existencia de eventos sísmicos de 7,5 grados en la escala de Richter, afectando a estos depósitos (Rodríguez y Barrera, 2002). Las huellas de esta paleosismicidad se han localizado en zonas de la región volcánica asociadas a efectos de licuefacción, que consideramos asociados a la amplificación de las ondas sísmicas cuando atraviesan determinados depósitos de cuenca sedimentaria. Ciudades del *Bronce Ibérico* como “La Encantada” (3500 BC) presentan daños estructurales en muros y escaleras asociados a terremotos (Sánchez-Meseguer, comunicación oral).

Si en la actualidad se produjera un evento sísmico similar a los desarrollados en el cuaternario reciente, los efectos afectarían gravemente a ciudades como Ciudad Real y Puertollano (Fig. 10) con notable impacto en las infraestructuras de comunicación y servicios (autovías, trazado ferroviario de alta velocidad -AVE- y aeropuerto, oleoductos y gaseoductos) así como a zonas industriales con riesgo potencial añadido (complejo petroquímico de Puertollano) y a otros núcleos situados en el interior o próximos a estructuras tipo maar.



Figura. 10 Efectos de licuefacción bajo Ciudad Real.

Las fallas asociadas al basamento varisco están dotadas de una cierta energía sísmica. Aunque nos encontremos en un área de baja sismicidad en la que los terremotos no suelen alcanzar magnitudes superiores a los 2,5° en la escala de Richter, con periodos de recurrencia relativamente largos se han registrado sismos de magnitud media como el sucedido el 12 de agosto de 2007 con epicentro en las inmediaciones de la localidad de Pedro Muñoz que tuvo una magnitud de 5,1° y fue “sentido” en amplias áreas del centro y sur de la península Ibérica. Mediante procesos locales de amplificación de las ondas sísmicas causó el colapso de parte del tejado y algunos muros del Teatro Municipal de Almagro.

También el sismo afectó a las emisiones de gases magmáticos del Campo de Calatrava dando lugar a un considerable aumento en las emanaciones de CO² y de radón, especialmente en los salideros del paraje de La Sima. Estos salideros se localizan en una fractura de dirección NW/SE en la red de lineamientos volcánicos del este de la región volcánica donde Rodríguez y Barrera (2002) definen la existencia de fracturas volcánicas semiactivas.

En mayo del 2009 el Grupo de Investigación GEOVOL instaló en La Sima una Estación Geoquímica en Modo Continuo para evaluar la emisión de gases magmáticos (CO₂ y H₂S), que se acompañó de la colocación temporal por parte del

IGN (Instituto Geográfico Nacional) de sismómetros portátiles para la detección de posible microsismicidad en la zona.

5. CONCLUSIONES.

La actividad freática y freatomagmática ha sido muy intensa en el Campo de Calatrava a lo largo de los ciclos eruptivos que han afectado a la región. La última erupción registrada en el Campo de Calatrava tiene una edad calibrada menor de 5.500 años.

Los núcleos de población más importantes están emplazados sobre mares o sobre los depósitos de estas erupciones en los que se han localizados huellas de paleosismicidad cuaternaria.

La actividad sísmica cuaternaria es un hecho probado en algunas zonas del centro y del sureste de España (Alfaro *et al*, 1995) afectando a sedimentos fluviales y lacustres.

En el Campo de Calatrava son los depósitos de flujos piroclásticos, de alguna manera asociados a zonas lagunares y /o lacustres, potencialmente proclives a una amplificación de las ondas sísmicas, los que muestran claramente trazas de actividad sísmica.

Contemplar la posible ocurrencia de riesgo sísmico y sus efectos, es un hecho esencial a tener en cuenta en la planificación territorial (Mulas, 2008). Se ha propuesto por parte de la comunidad científica la elaboración de una cartografía de fallas activas en la Península Ibérica ya que, aunque no se tenga registro histórico de grandes terremotos, las trazas de deformación sísmica nos hablan de eventos cíclicos de elevada magnitud con tiempos de recurrencia de miles de años lo que significa que no están registrados en la memoria de los habitantes de las regiones afectadas.

6. REFERENCIAS

ALFARO, P.; DOMENECH, C.; ESTEVEZ, A. & SORIA, J.M. (1995): “Estructuras de deformación en sedimentos del Cuaternario reciente de la cuenca del Bajo Segura (Alicante). Discusión sobre su posible origen sísmico”. *Geogaceta*, 17:91-91.

BECERRA, R. (2010): “Estudio geomorfológico del volcán la Cornudilla. Región volcánica del Campo de Calatrava (España)”. En X. Úbeda et al. (eds.): *Avances de la Geomorfología en España 2008-2010*, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona (Spain), pp. 381-385

BECERRA, R. (2013): *Geomorfología y Geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la región volcánica del Campo de Calatrava*. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real. <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/3606>

CALVO, D.; BARRANCOS, J.; PADILLA, G.; BRITO, M.; BECERRA RAMIREZ, R.; GOSÁLVEZ REY, R.U.; GONZÁLEZ CARDENAS, E.; ESCOBAR LAHOZ, E.; MELIÁN, G.; NOLASCO, D.; PADRÓN, E.; MARRERO, R.; HERNÁNDEZ, P.A.; PÉREZ, N. (2010): “Emisión difusa de CO₂ en el Campo de Calatrava, Ciudad Real”. En González et al. (eds.): *Aportaciones recientes en Volcanología, 2005-2008*. Centro de Estudios Calatravos, Almagro (Spain), pp. 57-65.

CEBRIÁ, J.M. & LÓPEZ-RUIZ, J. (2010): “Modelos petrogenéticos y geodinámicos para el volcanismo del Campo de Calatrava”. En González et al. (eds.): *Aportaciones recientes en Volcanología, 2005-2008*. Centro de Estudios Calatravos, Almagro (Spain), pp. 45-49.

GONZÁLEZ, E.; GOSÁLVEZ, R.U.; ESCOBAR, E. & BECERRA, R. (2007): “Actividad eruptiva holocena en el Campo de Calatrava (volcán Columba, Ciudad Real, España). En J.

Lario & P.G. Silva (eds.): *Contribuciones al estudio del periodo Cuaternario*. AEQUA, Ávila (Spain), pp.143-144.

GONZÁLEZ, E.; GOSÁLVEZ, R.U.; ESCOBAR, E; BECERRA, R. & M. REDONDO (2008): “Condiciones medioambientales en el Holoceno medio del Campo de Calatrava. Resultados preliminares”. En M.M. Redondo et al. (eds.): *Avances en Biogeografía*, MEC, pp. 255-163.

GONZÁLEZ, E.; BECERRA, R.; ESCOBAR, E. & GOSÁLVEZ, R.U. (2010): “Evidencias de procesos de licuefacción afectando a depósitos de oleadas piroclásticas basales. Campo de Calatrava, España”. En X. Úbeda et al. (eds.): *Avances de la Geomorfología en España 2008-2010*, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona (Spain), pp. 381-385.

GONZÁLEZ, E.; GOSÁLVEZ, R.; BECERRA, R.; ESCOBAR, E. (2013): “Evidences of Quaternary paleoseismicity in hidromagmàtic deposit in the Campo de Calatrava Volcanic Region (Central Spain)”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 62. Pp 343-356.

GOSÁLVEZ, R.U. (2013): *Análisis biogeográfico de las lagunas volcánicas de la Península Ibérica*. Bases científicas para su gestión. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real. <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/3246>

MULAS DE LA PEÑA, J. (2008): “Microzonación sísmica y ordenación del territorio”, En Galindo, I. Laín, L.y Llorente, M. (eds) *El estudio y la gestión de los riesgos geológicos*. IGME. Madrid

RODRÍGUEZ, M.A. & BARRERA, J.L. (2002): “Estructuras paleosísmicas en depósitos hidromagmáticos del volcanismo neógeno del Campo de Calatrava, Ciudad Real (España)”. *Geogaceta*, 32:39-42

RODRÍGUEZ-PASCUA, M.A. (2007): “Tema 20. Paleosismología: Terremotos, paleoterremotos y peligrosidad sísmica en España”. En P.G. Silva & T. Bardají (coords.): *Cuaternario, cambio climático y peligros naturales asociados. Primer curso AEQUA sobre cuaternario*. Universidad de Salamanca, Ávila (España), pp. 59-60.

SMINTHSONIAN (2013): *Global Volcanism Program*. Department of Mineral Science (National Museum of History Natural, Sminthsonian Institution). Washington, D.C. (USA). <http://www.volcano.si.edu/>

EL HOMBRE Y EL VOLCÁN: USOS DE LOS MATERIALES VOLCÁNICOS EN ARGAMASILLA DE CALATRAVA Y SU ENTORNO



Estela Escobar Lahoz

*Geógrafa y DEA por la Universidad de Castilla-La Mancha
Grupo de Investigación GEOVOL del Departamento de
Geografía y Ordenación del Territorio de la UCLM
Colaborador científico de INVOLCAN*

1. INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los recursos volcánicos en el Campo de Calatrava (Ciudad Real, España) ha constituido un hecho cotidiano desde tiempos remotos. Si bien no es predominante debido a su historia geológica, sí nos encontramos con claros ejemplos donde este aprovechamiento está presente de una u otra manera.

La Región Volcánica del Campo de Calatrava posee una extensión de unos 5000 km² y cuenta con más de 300 edificios volcánicos. Esto ha dado lugar que nos encontremos con un volumen de material eruptivo bastante considerable y susceptible de ser explotado y aprovechado por el hombre.

2. LAS ROCAS VOLCÁNICAS DEL CAMPO DE CALATRAVA

2.1. Clasificación de las rocas

Para poder identificar las rocas volcánicas tendremos que,

en primer lugar, hacer referencia a la clasificación general de tipos de rocas: sedimentarias, metamórficas e ígneas.

Las rocas sedimentarias son aquellas que están originadas por el transporte y deposición de materiales como consecuencia de la acción del viento, el agua, el hielo o depositadas químicamente a partir de un fluido acuoso. Areniscas, arcillas o calizas son ejemplos de este tipo de rocas.

Por otro lado, se encuentra las que se generan a partir de rocas preexistentes que, como consecuencia de sufrir un aumento importante de temperatura y de presión por procesos geológicos (enterramiento, intrusión de magmas, etc.), sufren reajustes. Este reajuste ocasiona cambios en sus minerales y composición química de forma que la roca original (sedimentaria o ígnea) se transforma en un nuevo tipo que llamamos roca metamórfica. El proceso metamórfico se realiza en estado sólido, es decir, las transformaciones se producen sin que la roca llegue a fundirse. Dentro de este grupo nos encontramos con la cuarcita, pizarra, gneis, mármol y esquistos entre otros.

Por último, las rocas ígneas son rocas generadas por el enfriamiento de una masa líquida (magma) que procede del interior de la Tierra. Esta masa fundida se encuentra a altas temperaturas. Dentro de este grupo se distinguen: las rocas plutónicas, cuando el magma se enfría y solidifica durante su ascenso hacia la superficie de la Tierra sin salir al exterior, como el granito o el gabro, y las rocas volcánicas, que se forman cuando se enfría y solidifica el magma en la superficie terrestre como es el caso del basalto, la riolita, o la piedra pómez.

Dentro de las rocas ígneas nos centraremos en las volcánicas para hablar del aprovechamiento de los materiales eruptivos en Argamasilla de Calatrava y su entorno, relacionándolas con el tipo de erupción.

2.2. La Región Volcánica del Campo de Calatrava: dinámicas eruptivas y material emitido.

En la historia eruptiva del volcanismo calatravo se han generado una serie de depósitos volcánicos diferenciados, atendiendo a su composición química y mineralógica principalmente, pero también al tipo de erupciones que los han generado. Las erupciones volcánicas en el Campo de Calatrava han sido tanto efusivas como explosivas, en función de su VEI ¹.

Las erupciones efusivas se caracterizarán por un VEI muy bajo, y cuyo contenido en gas se escapa sin explosividad por la alta fluidez del magma (la temperatura llega a alcanzar los 1200 °C), generalmente a través de fisuras corticales.

Dentro de las explosivas podemos diferenciar entre erupciones estrombolianas e hidromagmáticas. Las erupciones estrombolianas se caracterizan por tener un grado de explosividad mayor que en las efusivas y por la formación de grandes burbujas de gas en los conductos de emisión que, al vencer la presión del magma que las contienen, lanzan a la atmósfera gran cantidad de material volcánico de proyección aérea (piroclastos tipo bombas, lapilli, escorias...), alcanzando temperaturas de más de 1000°C.

Por último, las erupciones hidromagmáticas se producirán por el contacto agua/magma que puede ser o bien directo, erupciones freatomagmáticas, o bien por una fuente de calor magmática que calienta indirectamente masas de agua, denominándose en este caso como erupciones freáticas. En el Campo de Calatrava se han producido mayoritariamente explosiones freatomagmáticas que abrirán grandes depre-

1. *Índice de Explosividad Volcánica o IEV (originalmente en inglés, Volcanic Explosivity Index, VEI) es una escala de 8 grados con la que los vulcanólogos miden la magnitud de una erupción volcánica.*

siones cratéricas de centenares de metros de diámetro. Estas erupciones están relacionadas con la presencia de acuíferos locales de dimensiones reducidas, asociados a la intensa fracturación de las rocas del zócalo y a las características de permeabilidad de los rellenos de cuenca. También se generan por la existencia de áreas lacustres, terciarias y cuaternarias, afectadas por sistemas geotermales.

Según el tipo de erupción descrita anteriormente nos vamos a encontrar con distintas morfologías y depósitos asociados en los volcanes calatravos (Becerra Ramírez, 2010, Gosálvez Rey, 2013):

- **Volcanes en escudo (Figura 1):** Se trata de edificios cunulares de escasa altura relativa y gran extensión superficial, generados en erupciones efusivas o hawaianas de muy baja explosividad. Emiten abundante de coladas lávicas muy fluidas, aunque también pequeñas extrusiones de lavas viscosas. Los depósitos asociados son coladas de basalto (Tabla I).



Figura 1. Morrón de Villamayor (Villamayor de Calatrava). El Volcán más antiguo de la Región Volcánica del Campo de Calatrava, 8 Ma.

- **Conos de piroclastos (*cinder cones*) (Figura 2):** contruidos tras erupciones estrombolianas con emisión de abundante material piroclástico, más o menos soldado, de trayectoria balística que conformaría un edificio troncocónico (abierto o cerrado) en torno a una boca de emisión (Tabla I).



Figura 2. Volcán de Columba (Granátula de Calatrava). Cono de piroclastos con cráter cimero. La erupción más moderna del Campo de Calatrava hace unos 5.600.

- **Cráteres o “calderas explosivas” Maares (Figura 3):** abiertos tras eventos explosivos de carácter hidrovulcánico. El material emitido forma depósitos de oleadas piroclásticas donde la presencia de bloques del sustrato paleozoico (esquistos y/o cuarcitas) es muy abundante, así como los pertenecientes al relleno terciario de la cuenca, como la caliza (Tabla I).



Figura 3. Hoya o Maar de Cervera (Macizo de Calatrava, Almagro).

- **Coneletes de escorias (*spatter cones*) (Figura 4):** pequeños amontonamientos de material lávico escoriáceo fuertemente soldados entre sí (*spatter*), formados en el transcurso de erupciones efusivas o hawaianas (Tabla I).



Figura 4. Volcán de la Cornudilla, Valenzuela de Calatrava. En los rebordes se pueden observar los restos del conelete de escorias.



Coladas de basalto. La Bienvenida (Almodóvar del Campo) | Erupción efusiva



Depósitos piroclásticos. Cabezo Segura (Poblete) | Erupción estromboliana



Depósitos de oleadas piroclásticas (color rosáceo). Cerro Gordo (Granátula de Calatrava) | Erupción Freatomagmática



Depósitos de *spatter*. Cerro Gordo (Granátula de Calatrava) | Frente de avalancha de *spatter*.

Tabla 1. Depósitos de material volcánico.

3. APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS VOLCÁNICOS EN EL CAMPO DE CALATRAVA.

El aprovechamiento de los recursos volcánicos en el Campo de Calatrava aparece ligado a las características morfoestructurales de la zona:

- En las zonas donde aflora el zócalo varisco, encontramos materiales antiguos, de la era primaria (Paleozoica), en los que predominan sobre todo cuarcitas, areniscas, esquistos y pizarras.
- En las cuencas sedimentarias cenozoicas destacan las calizas, margas y materiales del zócalo erosionados, depósitos de ladera y aluviales.
- Y, por último, el retoque volcánico producido tanto en sierras paleozoicas como en las cuencas sedimentarias depositan tanto coladas de basalto como de spatter, mantos de piroclastos, etc.

El entorno volcánico del Campo de Calatrava ha estado siempre presente en la vida cotidiana de los habitantes de cada uno de los municipios de esta zona, desde tiempos muy remotos. Si bien el material volcánico no aparece como elemento dominante en las construcciones en el Campo de Calatrava, hay excepciones como la fabricación de adoquines para pavimentación de los municipios (Figura 5) y en las construcciones de iglesias como la de San Antonio de Padua en Villanueva de San Carlos (Figura 6), la ermita de la Virgen de las Candelas en La Bienvenida (Almodóvar del Campo) (Figura 7) o en el castillo de doña Berenguela en Bolaños de Calatrava (Figura 8). Lo imperante es que nos encontramos con ejemplos de aprovechamientos donde los diversos productos volcánicos aparecen combinados, sobre todo, con cuarcita, caliza y arenisca.



Figura 5. Adoquinado de basalto en Torralba de Calatrava.



Figura 6. Iglesia de San Antonio de Padua (Villanueva de S. Carlos).



Figura 7. Ermita de las Candelas (La Bienvenida, Almodóvar del Campo).



Figura 8. Castillo de Doña Berenguela (Bolaños de Calatrava).

Las erupciones de génesis explosiva son abundantes en toda la región volcánica, lo que generó grandes volúmenes de material piroclástico susceptible de ser aprovechado por el hombre. Van a ser los edificios en los que aparezcan escorias soldadas o lapilli aglutinado los más afectados por los laboreos mineros, para la construcción de puentes y calzadas romanas, así como para las fortificaciones y ciudades, pues están en su mayoría contruidos con sillares y canturral de basalto. Las lavas masivas dieron lugar a coladas más o menos extensas y potentes que han sido utilizadas como

fuente de material para la construcción y para infraestructuras, dependiendo de su composición mineralógica, de su ubicación y por tanto de la rentabilidad de su explotación. Las grandes coladas con disyunciones prismáticas fueron los lugares idóneos para la apertura de canteras de las que se extraían bloques primarios para la posterior confección de adoquines. En la actualidad el destino final del material, utilizado masivamente como zahorra, permite explotar cualquier tipo de afloramiento independientemente de la calidad del material.

Las investigaciones llevadas a cabo en el territorio calatravo nos han permitido diferenciar cuatro tipos de aprovechamiento de los recursos procedentes del volcanismo:

- Utilización del material para construcción en el patrimonio histórico-artístico, arquitectura religiosa y popular.
- Recursos derivados de la emanación de gases, uso público de los hervideros o baños.
- Negrizales, meteorización de las coladas que generan suelos de interés para uso agrícola.
- Explotación de los volcanes como canteras

3.1. Utilización del material en construcción en el Patrimonio histórico-artístico, arquitectura religiosa y popular así como otros usos.

El nombre de Calatrava deriva del árabe *Qal'at Rabah*, significando *Qal'at* fortaleza y haciendo referencia *Rabah* al nombre de la persona a quien le sería encomendada la construcción o defensa del lugar en el siglo VIII. Este topónimo árabe fue adaptado al castellano con el topónimo de Calatrava, cuando el lugar pasó a poder de Reino de Castilla

durante la Reconquista. Posteriormente la denominación “Campo de Calatrava” hará referencia al conjunto de tierras repobladas y administradas por la Orden de Calatrava durante los siglos XII al XV.

Pero la presencia humana en los municipios que componen territorio del Campo de Calatrava se remonta a mucho antes, a la etapa del Paleolítico, tal como lo demuestran los hallazgos encontrados. Hallazgos que estarían interrelacionados, en algunos casos, con zonas lacustres de origen volcánico y su fauna y flora características, de las que posiblemente se beneficiarían estos primeros pobladores, así como con la obtención de materiales para la fabricación de sus útiles, sobre todo cuarcitas, ya fragmentadas por las explosiones hidromagmáticas, lo que favorecería su manipulación y puntualmente óxidos de hierro.

A partir de entonces, muchos son los ejemplos que podemos encontrar en el patrimonio histórico-artístico de nuestro entorno. El paso de las diferentes culturas han dejado huella aprovechando los recursos que obtenía del territorio en las diversas obras arquitectónicas ya sean civiles, religiosas o populares.

Tal es el caso de la ciudad romana de Sisapo (siglo VII a.C. hasta el siglo IV) (La Bienvenida, Almodóvar del Campo, Figura 9). Ubicada estratégica y económicamente en el Valle de Alcudia, se trata de una explotación minera y de actividades agropecuarias que está enclavada en las faldas de los castillejos de la Bienvenida, conjunto volcánico de origen efusivo que da lugar a amontonamientos de lava y escorias. Dicho material se ha utilizado a la hora de construir la ciudad, destacándose grandes pilares de basalto y *spatter*.

Otro de los enclaves singulares de la zona es el Convento Castillo de Calatrava La Nueva (Figura 10), perteneciente al municipio de Aldea del Rey, de época medieval (siglo XIII) aunque se están descubriendo niveles inferiores

(pertenecientes a la Edad del Bronce y a un asentamiento visigodo). Se trata de una impresionante fortaleza enclavada en un cerro de cuarcitas, a 936 m de altitud. El material volcánico también está presente. Los arcos de las puertas de las dependencias del Castillo están realizadas con lapilli soldados de color rojizo; en la parte del Convento estos lapilli aparecen intercalados con otros soldados cementados con carbonatos, dando lugar a arcos bicolor, alternando el rojizo y el blanco; en la Iglesia, el arco y rosetón exterior, también están hechos con el mismo material, y el interior podemos observar que está construido totalmente con sillares de basalto con las marcas de los canteros.



Figura 9. Sisapo, La Bienvenida. Pilares de spatter y al fondo los castillejos.



Figura 10. Castillo de Calatrava La Nueva. Detalle de la portada de la iglesia.

Otro elemento digno de mención es la ermita del Santo Cristo de la Clemencia (Figura 11), en el municipio de Valenzuela de Calatrava. Construida a finales del siglo XVII y principios del XVIII, en sus muros exteriores se combinan la cuarcita, la caliza y el basalto. Cabe destacar en su interior una pila de agua bendita labrada sobre material perteneciente a un depósito de oleada piroclástica.

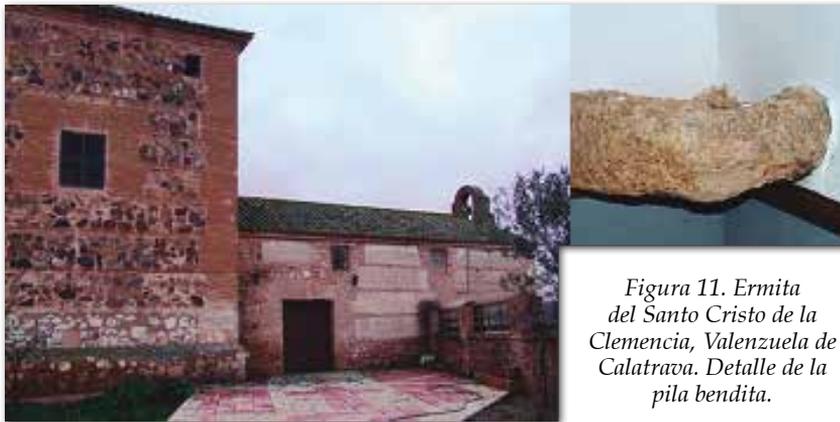


Figura 11. Ermita del Santo Cristo de la Clemencia, Valenzuela de Calatrava. Detalle de la pila bendita.

En la arquitectura popular del Campo de Calatrava, el uso del material volcánico repite las mismas características que en el resto de los elementos: combinación de cuarcita, ladrillo, caliza con basalto, *lapilli*, *spatter*, etc.

En viviendas rurales (Figura 13), yeseras, piedras de molino (Figura 14) hornos de cal (Figura 12), norias, molinos, etc., se puede observar la introducción de la roca volcánica en puntos estratégicos como arcos y esquinas.

Los condicionantes de este tipo de arquitectura no estaban vinculados exclusivamente al medio natural, sino que también dependía de las características económicas del grupo social.



Figura 12. Hornos de cal. Detalle de las arcadas. Entorno de Almodóvar del Campo.



Figura 13. Viviendas rurales, Aldea del Rey.



Figura 14. Piedra de molino, Oretum, Granátula de Cva.

3.2. Recursos derivados de la emanación de gases. Uso público de los hervideros o baños.

Un hecho singular que caracteriza a la Región Volcánica del Campo de Calatrava es la presencia de gas, que se ve manifestada en las numerosas fuentes y balnearios dispersos por la zona.

Muchas son las referencias que recogen estos datos sobre las distintas fuentes y balnearios: *Las Relaciones Topográficas de Felipe II del siglo XVI*; la conocida obra del siglo XVII del Dr. Limón Montero *Espejo cristalino de la aguas de España, hermoseedo y guarnecido con el marco de variedad de fuentes y baños*; las *Descripciones del Cardenal Lorenzana en el siglo XVIII* y los distintos diccionarios históricos-geográficos-estadísticos, tanto el de Pascual Madoz en 1845 como el de Hervás y Buendía en 1890, entre los más conocidos.

Estos manantiales en cuyas aguas aparecen diversos elementos minerales, y cuya temperatura permite incluirlos dentro de la categoría de fuentes termales, han sido y algunos todavía lo son utilizados con fines terapéuticos en toda

la zona. Popularmente conocidos como “hervideros” por el burbujeo del agua, tuvieron una gran repercusión desde fines del siglo XIX hasta los años 30 del siglo XX, siendo muy visitados no solo por los habitantes de la zona sino también de toda la península Ibérica (Figura 15).

En dichas fuentes historiográficas se mencionan, también, la existencia de “fuentes agrias” repartidas por toda el área volcánica: Puertollano, Valenzuela de Calatrava (Figura 16), Alcolea de Calatrava, Almagro, Aldea del Rey y Pozuelo de Calatrava, entre otras.



Figura 15. Balneario de Villar del Pozo. Detalle del hervidero.



Figura 16. Fuente agría. Valenzuela de Calatrava.

3.3. Negrizales, meteorización de las coladas para usos del suelo agrícolas

Los negrizales responden a un tipo de suelo de coloración oscura, parda o rojiza, que mediante procesos de meteorización adquieren los materiales volcánicos emitidos a lo largo de los ciclos eruptivos habidos en la comarca. Los negrizales se desarrollan tanto sobre las superficies de las coladas, como sobre los depósitos de piroclastos de caída o de flujo. Son zonas especialmente utilizadas para el culti-

vo por su gran capacidad para retener la humedad. En las áreas serranas, el cultivo de cereal y de huertas asentados sobre los negrizales, permiten seguir con total claridad la superficie de las antiguas coladas basálticas (Figura 17).



Figura 17. Vista de un negrizal en el cráter del volcán de Cuevas Negras.

3.4. Explotación de los volcanes como canteras.

La explotación de los volcanes ha sido una práctica habitual en el Campo de Calatrava. En un primer momento, para los asentamientos de las diferentes culturas, sobre todo la civilización romana, el abastecimiento fue muy local y limitado a la construcción de las viviendas debido a que la presión demográfica no era muy fuerte y no se produjo un acusado deterioro de los edificios volcánicos.

Fue a partir de finales del siglo XIX cuando se produjo el boom de las explotaciones. El hecho lo marco la pavimentación de la Gran Vía de Madrid para la cual utilizaron las coladas de basalto de las inmediaciones del paraje de Miró, en los alrededores de Aldea del Rey, donde se manipulaba el material procedente de las coladas de los volcanes de Cerro Prieto y La Vaqueriza. En el siglo XX se intensificaron debido a varios

factores: reconstrucción de la Guerra Civil (en los años 40), la demanda de vivienda por el aumento demográfico de la década de 1960, el boom inmobiliario, el aumento de infraestructuras viarias de carreteras, autovías y obras del AVE (década de 1980-1990), y un largo etc. (Figuras 18, 19 y 20).



Figura 18. Mina de San Carlos. Volcán de Cerro Gordo (Granátula de Calatrava).



Figura 19. Volcán de la Yezosa. Almagro.



Figura 20. Volcán de Cabezo Segura. Poblete.

4. MANIFESTACIONES Y MATERIALES VOLCÁNICOS EN ARGAMASILLA DE CALATRAVA Y SU ENTORNO

El entorno de Argamasilla de Calatrava comparte todas las características con la región natural a la que pertenece: El

Campo de Calatrava. Nos encontramos con manifestaciones eruptivas diversas, sobre todo de índole explosiva (hidromagmáticas y estrombolianas) (Figura 21).



Figura 21.- Vista de la Laguna Blanca, hidromagmática (seca) y del Volcán de Cabeza Parda de Santa María, estromboliana.

Las **manifestaciones hidromagmáticas** en el entorno de Argamasilla de Calatrava están dispersas por todo el territorio, como son los casos de las lagunas Blanca, Almeros y las Cucharas en Villamayor de Calatrava, los complejos lagunares del Macizo de Calatrava (Lomillos, Carboneras, Acebuche, etc) y el maar del Rinconcillo entre otras.

Los materiales asociados a este tipo de erupciones son, sobre todo, depósitos de oleadas piroclásticas (Figuras 22 y 23) de un grosor y textura diferente dependiendo del grado de explosividad (tamaño del piroclasto) y de la interacción agua-magma (oleadas secas o húmedas). Además, vamos a encontrar la presencia de bloques del sustrato paleozoico (esquistos del Cámbrico), muy abundantes, así como los pertenecientes al relleno terciario de la cuenca, calizas, como resultado de la erupción explosiva.



Figura 22. Depósitos de oleadas piroclásticas de la Laguna Blanca.

Estos materiales han sido aprovechados y utilizados en las construcciones del municipio de Argamasilla de Calatrava. El ejemplo más claro es en la Iglesia Parroquial de la Visitación de Nuestra Señora (de origen medieval reformada en la Edad Moderna). Si bien el material dominante son las cuarcitas y areniscas, el material volcánico también está presente, intercalado en los muros, torre del campanario y sobre todo en las portadas de entrada al templo (Figura 23). En estas portadas de acceso se observan los depósitos de oleadas piroclásticas procedentes de las erupciones hidromagmáticas decorando el frontón (Figura 24).



Figura 23. Iglesia Parroquial Visitación de Nuestra Señora (de origen medieval reformada en la Edad Moderna).



Figura 24. Vista de detalle de una de las entradas a la iglesia de la Visitación de Nuestra Señora donde se pueden observar la diferencia de materiales.

En cuanto a las **erupciones estrombolianas**, domina en el paisaje el volcán de Cabeza Parda de Santa María (Figura 25). Está constituido por dos conos de piroclastos, en el que nos vamos a encontrar lapillis de diferentes tamaños, escorias, bombas y coladas de basalto, entre otros materiales.



Figura 25. Volcán de Cabeza Parda de Santa María, Argamasilla de Calatrava.

Todo este material eruptivo vuelve a utilizarse no solo en la Iglesia Parroquial de la Visitación de Nuestra Señora sino también en la Ermita Santuario de la Virgen del Socorro. Al observar detalladamente en la iglesia parroquial distinguimos, con más intensidad en la Torre del Campanario (Figura 26a), bloques de basalto (Figura 26b) y reutilizaciones de otras rocas de origen sedimentario (areniscas) (Figura 26c) proce-

dentos de épocas posiblemente anteriores a la construcción de la misma. Destaca también cómo en las sucesivas reconstrucciones y ampliaciones del templo se utiliza de manera más masiva bloques de basalto en los muros (Figura 27).



Figura 26. a) Vista de la Torre del Campanario de la Iglesia Visitación de Nuestra Señora. b) Detalle de un bloque de basalto. c) Columna de arenisca, reutilización de material.



Figura 27. Detalle del muro norte de la Iglesia Visitación de Nuestra Señora.

En la Ermita Santuario de la Virgen de Socorro (siglo XVI) domina la mampostería de ladrillo pero descubrimos adoquines de basalto tanto en el paseo de entrada (Figura 28a) como en los rebordes de los jardines (Figura 28b). Cabe destacar el pozo

y la pila (Figura 28c) realizados con *spatter* procedente de las erupciones estrombolianas en una de las fases explosivas.



Figura 28. a) Vista de la alternancia de adoquines de basalto en la entrada a la Ermita Santuario Virgen del Socorro. b) Rebordes de basalto. c) Pozo y pila en los jardines de la ermita (cortesía de Carlos Clemente).

Al igual que en los distintos municipios del Campo de Calatrava y debido a la meteorización de las coladas procedentes de los edificios volcánicos, se desarrollan, con un volumen considerable, los suelos oscuros o negrizales, aptos para diversos cultivos (cereal y huerta) y a la vez permite seguir con total claridad la superficie de las antiguas coladas basálticas (Figura 29).



Figura 29. Negrizal del volcán de Cabeza Parda de Santa María.

El entorno de Argamasilla de Calatrava ha sido uno de los parajes más castigados por la explotación de sus recursos volcánicos (Figura 30). Tal es el caso de los volcanes de Cerro La Vaqueriza (Figura 31) y Cerro Prieto (Figura 32) de los cuales utilizaron la extracción de sus coladas de basalto para la elaboración de adoquines tanto para la construcción y reconstrucción de la Gran Vía-Castellana de Madrid como para los diversos municipios repartidos por el Campo de Calatrava, Ciudad Real y Puertollano y que se conservan actualmente en el trazado viario de muchos de ellos.

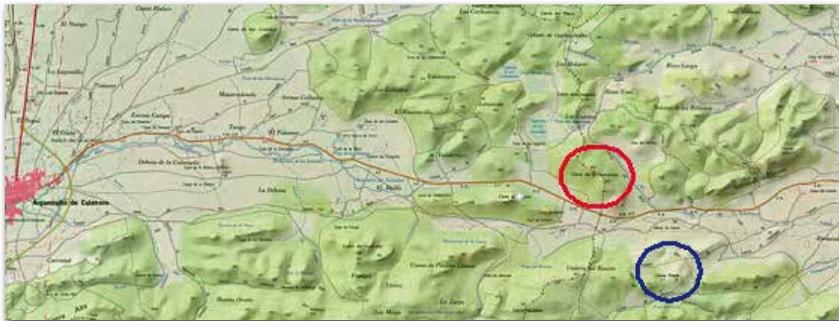


Figura 30. Localización de los volcanes de Cerro de la Vaqueriza (rojo) y Cerro Prieto (azul). Base cartográfica: IBERPIX-IGN.

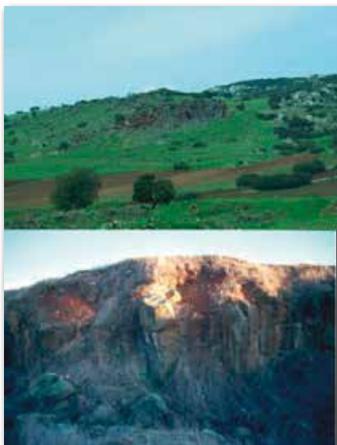


Figura 31. Cerro de la Vaqueriza y Vista de las coladas.



Figura 32. Cerro Prieto y Vista de las coladas.

En las inmediaciones de la Laguna Blanca podemos encontrarnos con varias canteras abandonadas y muchas de ellas utilizadas como vertederos e incluso pista de moto cross. Este hecho supone una constante en muchos de los volcanes del Campo de Calatrava, por la falta de un plan de protección global.

5. CONCLUSIÓN

El entorno de Argamasilla de Calatrava comparte las mismas características de la comarca natural a la que pertenece: el Campo de Calatrava. La utilización del material eruptivo está patente en algunos de los monumentos del municipio como hemos visto, pero por desgracia, también comparte el deterioro de sus principales edificios volcánicos.

Este deterioro viene acompañado además de un mal uso de sus espacios, que son infravalorados por la población local. Esta situación se remediaría con una mayor e intensa actuación por parte de las entidades locales y el gobierno regional que debería llevar a la redacción y aprobación de un Plan de Protección y Uso Sostenible de los Volcanes del Campo de Calatrava, que incluyera a los de Argamasilla de Calatrava.

6. REFERENCIAS

BECERRA-RAMÍREZ, R. (2013): *Geomorfología y Geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la Región Volcánica del Campo de Calatrava*. Tesis Doctoral, UCLM, inédito, 822 p.

ESCOBAR, E. (2010): *Aprovechamiento de los recursos volcánicos en el Campo de Calatrava*. Proyecto de Investigación

para la obtención del DEA. Inédito. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio (UCLM).

ESCOBAR, E.; BECERRA, R.; GONZÁLEZ, E. & GOSÁLVEZ, E. (2009): “Interacción con el medio a través del itinerario didáctico: Un paseo por la región volcánica del Campo de Calatrava”. En *IV Congreso Internacional de Competencias*. Ciudad Real, abril 2009 (Publicación en DVD).

ESCOBAR, E. & GONZÁLEZ, E. (2010): “Itinerario por los hervideros o cultura de los baños: recurso didáctico para el estudio y conservación del paisaje volcánico del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España)”. En Marrón-Gaite, M.J. & Lázaro, M.L. (Edit.) *Geografía, Educación y Formación del Profesorado en el Marco del espacio Europeo de Educación Superior*. Vol I, pp. 287- 298.

ESCOBAR LAHOZ, E.; GONZÁLEZ CÁRDENAS, E.; GOSÁLVEZ REY, R. & BECERRA RAMÍREZ, R. (2010): “The Salvatierra and Calatrava La Nueva castles: Two Remarkable Examples in the Use of the Eruptive Material in the Iberian Peninsula (Campo de Calatrava Volcanic Region, Ciudad Real, Spain)”. En *Cities on Volcanoes, Abstracts Volume*, Tenerife, Canary Islands, Spain.

ESCOBAR, E.; BECERRA, R.; GONZÁLEZ, E. & GOSÁLVEZ, E. (2010): “Utilización del material eruptivo en la Región Volcánica del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España)”. En GONZÁLEZ, E. et al. (eds.). *Aportaciones recientes en volcanología 2005-2008*. Centro de Estudios Calatravos, UCLM, Ministerio de Ciencia y Tecnología.

GONZÁLEZ CÁRDENAS, E. (1991): “El deterioro del paisaje volcánico del Campo de Calatrava” En *XII Congreso Nacional de Geografía*. Valencia pp. 33-40.

GONZÁLEZ, E.; GOSÁLVEZ, R.; ESCOBAR, E.; BECERRA, R. (2013): *Los volcanes. El latido del Campo de Calatrava*.

Lafarge S.A.

GOSÁLVEZ, R.U. (2012): *Análisis biogeográfico de las lagunas volcánicas de la Península Ibérica. Bases científicas para su gestión*. Tesis Doctoral, UCLM, inédito, 1.040 p.

GOSÁLVEZ, R.U., GONZÁLEZ, E., BECERRA-RAMÍREZ, R., ESCOBAR, E. y MORALES, M. (2010): “La conservación de los volcanes del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España): hitos a considerar”. En: GONZÁLEZ, E., et al.: *Aportaciones recientes en Volcanología, 2005-2008*. Ed. Centro de Estudios Calatravos, Ciudad Real. pp. 389-396.

ZARZALEJOS, M (1995): *Arqueología de la región sisaponesa. Aproximación a la evolución histórica del extremo SW de la provincia de Ciudad Real (fines del siglo VIII a.C.-siglo II d.C.)*. Tesis Doctoral microfilmada. 1994. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid.

BIODIVERSIDAD EN EL MUNICIPIO DE ARGAMASILLA DE CALATRAVA: LAGUNAS, DEHESAS Y AVES ESTEPARIAS



Dr. Rafael Ubaldo Gosálvez Rey

Licenciado en Geografía y Doctor por la Universidad de Castilla-La Mancha | Grupo de Investigación GEOVOL del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la UCLM | Personal Investigador del Centro Regional de Estudios del Agua (CREA-UCLM)

Álvaro Sánchez Sánchez

Estudiante de 4º del Grado de Geografía y Ordenación del Territorio

1. SOBRE EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD

La diversidad es un concepto clásico en ecología y biogeografía que se utiliza para describir las comunidades de seres vivos en términos del número de especies y del número de individuos por especie presentes en un ecosistema o en un espacio geográfico, números que se obtienen a partir de la realización de conteos o censos en el campo. Ramón Margalef, uno de los científicos más importante que ha tenido nuestro país, escribía en su manual “Ecología” que la diversidad es una noción antigua debido a que los naturalistas han distinguido siempre entre comunidades pobres de especies, como las de las dunas y charcos efímeros, y comunidades ricas en especies, como los arrecifes de coral y el bosque tropical (Margalef, 2005:359).

Desde el punto de vista etimológico, a partir de la consulta del Diccionario de la Lengua Española (RAE, 2014), la bio-

diversidad procede de la unión de la palabra diversidad y del prefijo bio-. La entrada “diversidad” en el Diccionario presenta dos acepciones, la primera indica que es *variedad, semejanza y diferencia, y la segunda hace referencia a la abundancia y gran cantidad de varias cosas distintas*. En este sentido, es semejante a las consideraciones de Margalef. Por su parte, el elemento composicional “Bio-” significa vida. Por lo tanto, las acepciones de la diversidad aplicadas a la vida servirían para definir el concepto de biodiversidad, aunque el Diccionario de la Lengua también presenta la entrada “Biodiversidad” que define como la *variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente*. En realidad el término «biodiversidad» procede de la contracción de la expresión en inglés *biological diversity* que se utilizó por primera vez en septiembre de 1986 en el título de una conferencia sobre el tema en el *1st National Forum on Biological Diversity*, convocada por Walter G. Rosen, a quien se le atribuye la idea de la palabra, aunque será el entomólogo y biogeógrafo Edward O. Wilson quién la popularice, definiéndola como la totalidad de todas las variaciones de todo lo vivo.

Hoy en día la biodiversidad se ha convertido en un fin en sí mismo dentro de las políticas de conservación del medio ambiente en todo el planeta a raíz de la celebración de la Conferencia de Río de Janeiro de 1992 y de la aprobación en la misma del Convenio de Río o de la Biodiversidad. El segundo artículo del Convenio define a la biodiversidad como la *“variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los cuales forman parte; incluye la diversidad al interior de las especies y entre especies, así como la de los ecosistemas”*. Esta es la misma definición que recoge la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, la ley del estado español que tienen

como misión la protección y conservación de la naturaleza de nuestro país.

El éxito en la popularización del término biodiversidad y su aceptación en el mundo científico ha llevado a imitar este concepto al ámbito de otras ciencias, en concreto en la geología y con el empleo del término Geodiversidad, por cierto término no recogido todavía en el Diccionario de la Lengua Española.

2. DIVERSIDAD DE ESPECIES EN EL MUNICIPIO DE ARGAMASILLA DE CALATRAVA.

Son muchas las medidas numéricas que se han propuesto para conocer la biodiversidad de un territorio, conteniendo una buena revisión de las mismas en Moreno (2001). Pero una de las más sencillas, ampliamente utilizada y muy intuitiva para cualquier ciudadano es la de la riqueza de especies, es decir, el número de especies de seres vivos existentes en un ecosistema o en un territorio. Hoy por hoy ésta es, además, la única medida que podemos obtener de manera rápida para un municipio como el de Argamasilla de Calatrava, y aun así no es fácil para algunos grupos de seres vivos.

En la actualidad en nuestro país disponemos de varias fuentes de información para poder abordar la evaluación de la riqueza de especies de Argamasilla de Calatrava. En el caso de la fauna vertebrada, desde finales de la década de 1990 y principios de la de 2000, disponemos de los atlas nacionales de peces (Doadrio, 2001), anfibios y reptiles (Pleguezuelos, Márquez y Lizana, 2002), aves (Madroño, González y Atienza, 2004 y SEO/Birdlife, 2012) y mamíferos (Palomo,

Gisbert y Blanco, 2007), los cuales recogen la distribución de las especies de vertebrados en todo el territorio nacional a partir de una malla de cuadrículas de 10 x 10 km que aprovecha la proyección geográfica UTM (Panadera, 2000).

Para la fauna invertebrada y los reinos monera y protista no disponemos de ninguna fuente de información con este nivel de detalle, ni la vamos a disponer en un futuro inmediato o lejano.

Para los hongos y las plantas hay que tener la suerte de que algún botánico haya llevado a cabo algún estudio en el propio territorio de análisis o alguno próximo. Para el caso de Argamasilla de Calatrava tenemos que optar por esta segunda opción, disponiendo en la actualidad de cuatro trabajos de inventariación botánica en las proximidades de nuestro municipio: Sierra de Puertollano, catalogándose 472 especies (García Río y Barrios Pérez, 1996), Sierra Madrona y Valle de Alcudia, donde se han identificado 1147 especies (García Río, 2006); Sierras de Moral, Peral, Cristo y Alhambra, donde se han inventariado 977 taxones florísticos (Monge, 1991) y zona meridional de la comarca de Montes Norte, en la que se catalogaron 898 especies (Martín-Blanco, 1996).

El análisis de todas estas fuentes nos permite mostrar por primera vez una estimación de la biodiversidad del municipio de Argamasilla de Calatrava a partir de la riqueza de especies que queda recogida en la tabla 1, estableciéndose una horquilla de entre 1226 y 1475 especies de seres vivos, siendo el Reino dominante el de las plantas.

Tabla 1. Biodiversidad en el ámbito de las especies en el municipio de Argamasilla de Calatrava.

Reino	Nº Especies
<i>Archaea</i>	?
<i>Bacterias</i>	?
<i>Protista</i>	?
<i>Fungi</i>	57
<i>Plantae</i>	
<i>Flora no vascular</i>	142
<i>Flora vascular</i>	898-1.147
<i>Animalia</i>	
<i>Fauna Vertebrada</i>	271
<i>Fauna Invertebrada</i>	?
TOTAL	1.226-1.475

Lo primero que llama la atención en la Tabla 1 son los interrogantes que afectan a los Reinos Archae, Bacteria, Protista y a los animales invertebrados, de los que no tenemos datos en la actualidad, pero tampoco vamos a obtener en las próximas décadas, entre otras cosas por la falta de especialistas y por la gran cantidad de taxones que conforman estos reinos. Además, el número de especies correspondientes a Fungi y Plantae son cifras máximas, pues los datos no proceden de Argamasilla de Calatrava si no de espacios geográficos alejados similares, pero cuya extensión territorial y diversidad ambiental es superior a la de este municipio. En realidad, los únicos datos de especies fiables son los que proceden de la fauna vertebrada, el grupo mejor estudiado en nuestro país, comunidad autónoma y provincia.



3. CONTEXTO GEOGRÁFICO: SIERRAS, LLANOS Y VOLCANES.

3.1. Localización y análisis topográfico

Argamasilla de Calatrava es un municipio que se encuentra localizado en la comarca natural e histórica del Campo de Calatrava, a caballo entre el valle alto del río Tirteafuera y el Macizo de Calatrava. La topografía es el resultado, por lo tanto, de la combinación de estos dos elementos morfológicos-topográficos que dominan todo el término municipal. En el primer caso dando lugar a un relieve suave o llano, que ocupa un 56% de la superficie municipal, mientras que las zonas de sierra o con un relieve más pronunciado del Macizo de Calatrava se extienden por el 44% restante (Figura 1). La presencia de numerosos cerros destacados en el valle del Tirteafuera eleva la complejidad del valle dotándole de una mayor diversidad topográfica. La altitud media del término municipal es de 826 msnm, encontrándose la mayor altitud en el Cerro del Chaparral (1002 msnm) al sur, y la menor al este del pueblo, en el río Tirteafuera (650 msnm).

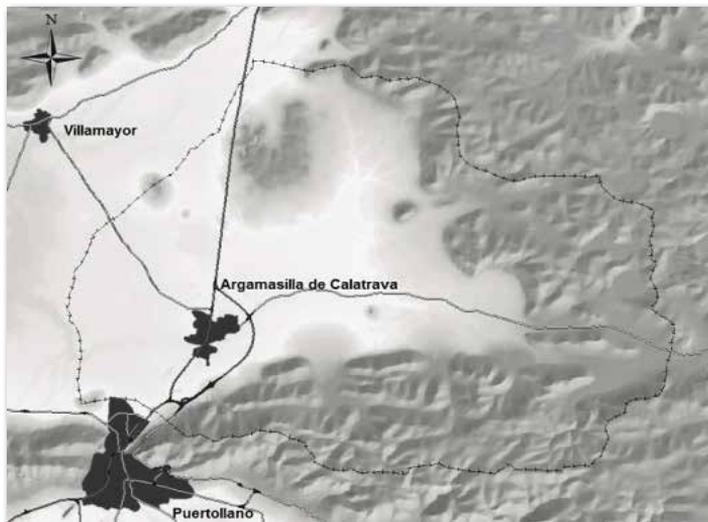


Figura 1. Modelo digital de elevaciones del municipio. Base topográfica: IGN-CNIG. Elaboración propia.

El valle del río Tirteafuera se encuentra a unos 660 msnm de altitud media, configurándose como una zona llana que disminuye en altitud desde los bordes del Macizo de Calatrava hacia el centro (Figura 2), es decir, de Este a Oeste. Dentro de esta llanura resaltan elementos topográficos de diferente génesis, por un lado, los conos volcánicos de Cabeza Parda de Santamaría (716 msnm) y Hormigoneros (697 msnm) al noroeste del término y, por el otro, la loma de Valdelobos (745 msnm) al norte.



Figura 2. Una topografía predominantemente llana domina en la Depresión de Argamasilla o Valle del río Tirteafuera.

El otro elemento de gran importancia, no solo por la extensión que representa sino por los valores que alberga, es el Macizo de Calatrava, situado al Este del término municipal. Se nos presenta como una alternancia de sierras y valles intramontañosos (Figura 3), de direcciones dominantes Este-Oeste, como por ejemplo El Cerro del Moro o Las Morrillas (García Rayego, 1994). Este conjunto de Sierras contiene en su interior numerosos afloramientos volcánicos, bien sean de tipo magmático, como La Vaqueriza, o bien freatomagmático, como las lagunas de Los Lomillos y Las Carboneras.



Figura 3. En el Macizo de Calatrava destaca una topografía más compleja, en la que sierras lineales y cerros imprimen carácter al paisaje.

3.2. Geología

La comarca del Campo de Calatrava, donde se sitúa el municipio de Argamasilla de Calatrava, es un territorio de transición entre diferentes comarcas o unidades naturales de la provincia de Ciudad Real (Los Montes, La Llanura Manchega y el Campo de Mudela), conjugando una serie de peculiaridades que dotan de una mayor diversidad geológica a esta zona que, además, se ve enriquecida con los diferentes materiales aportados por los eventos volcánicos de edad Cenozoica. Así, en Argamasilla de Calatrava podemos encontrar materiales muy antiguos, de más de 600 millones de años (Precámbrico) y otros muy recientes temporalmente, inferior a los 10.000 años.

Para facilitar el análisis geológico hemos dividido el territorio según tres zonas principales de localización: el Macizo de Calatrava, el valle alto de río Tirteafuera o depresión anticlinal de Argamasilla y los afloramientos volcánicos que se encuentran repartidos por todo el municipio.

En el Macizo de Calatrava las litologías dominantes son de edad paleozoica, tratándose de materiales metasedimentarios antiguos (aproximadamente 500 millones de años) dispuestos en estructuras plegadas variscas (pliegues convexos o anticlinales y pliegues cóncavos o sinclinales), actualmente muy desdibujadas por largos procesos erosivos (García Rayego, 1994) que dan como resultado un relieve que se ha interpretado tradicionalmente como de tipo apalachense, por recordar al relieve de Los Apalaches norteamericanos.

Las litologías más abundantes aquí son las areniscas, cuarcitas, pizarras, esquistos y conglomerados, aunque por su trascendencia topográfica y guía estructural destaca la importancia de las cuarcitas del Tremadoc y, sobre todo, de las cuarcitas del Arenig. Estas últimas son las responsables de la presencia de los crestones cuarcíticos, que quedan en resalto por su dureza (Figura 4). Hay que destacar como morfología de enlace entre las sierras y los llanos las formaciones tipo glacis (depósitos cuaternarios), en muchas ocasiones rañas de edad plio-pleistoceno.



Figura 4. Las cuarcitas del Arenig son los materiales dominantes en el Macizo de Calatrava. En la imagen, espectacular paquete de cuarcitas cerca del Cerro Mulatón.

En el valle alto del Tirteafuera o depresión anticlinal de Argamasilla la litología es completamente diferente a la anterior, pues en estas zonas los materiales más abundantes son los esquistos, pizarras y grauvacas del precámbrico (más de 500 millones de antigüedad), las litologías más antiguas que aparecen en el municipio, aunque en superficie están recubiertas en su mayor parte por margas y calizas del neógeno y materiales detríticos cuaternarios. Estas áreas topográficamente deprimidas se han comportado como cuencas de sedimentación cenozoicas, de ahí que aparezcan los materiales carbonatados y detríticos en ellas (Figura 5).



Figura 5. En la depresión de Argamasilla o valle alto del río Tirteafuera dominan las litologías detríticas y calcáreas.

Por último, los afloramientos volcánicos aparecen repartidos por todo el territorio, encontrándose tanto en el Macizo de Calatrava como en la depresión anticlinal de Argamasilla (Figura 6). Los materiales que se corresponden con estas manifestaciones volcánicas son los basaltos alcalinos y los depósitos hidromagmáticos. Los minerales más importantes asociados a los magmas basálticos son feldespatos, olivino, augita, etc. (Ancochea, 1983). La edad de los ma-

teriales varía desde el Mioceno superior hasta el Holoceno (Ancochea, 1983; González *et al.*, 2007).



Figura 6. Los volcanes otorgan una singularidad topográfica y litológica en la depresión de Argamasilla.

3.3. Vegetación y usos del suelo

La existencia en el territorio de dos espacios topográficamente muy contrastados, como se ha descrito con anterioridad, va a tener una importante repercusión en la vegetación y, sobre todo, en los usos del suelo que el hombre impone en este espacio geográfico (Figura 7). Así, las zonas con menos pendiente han sido tradicionalmente utilizadas como áreas de cultivo por lo que la vegetación natural ha desaparecido casi en su totalidad quedando algunas encinas *Quercus ilex rotundifolia* de gran tamaño diseminadas (dehesas) como testimonio de un paisaje fósil ya casi desaparecido. En los llanos dominan, en consecuencia, los campos de cultivo, principalmente de cereales, olivares y viñas, algunas de estas últimas en regadío. También aparecen aquí, aunque se dan mejor en otras zonas, almendrales.

En zonas intermedias entre las sierras y los llanos, como puede ser el cerro de Valdelobos y los glacis de piedemonte (rañas), encontramos desde dehesas relativamente bien conservadas a extensos campos de olivares, pasando por zonas en las que domina el matorral autóctono silicícola. Esta distribución no es aleatoria y responde a las diferentes características edáficas de cada parcela.

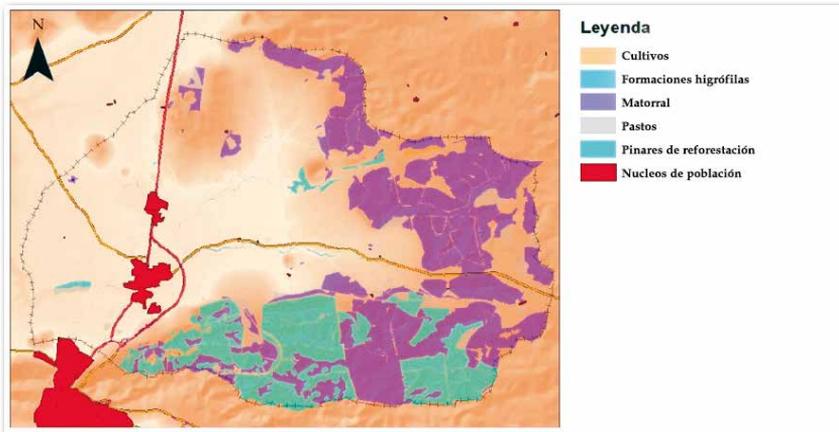


Figura 7. Formaciones vegetales en el municipio de Argamasilla de Calatrava. Elaboración propia.

En las zonas serranas aparecen las mayores extensiones y mejores formaciones vegetales de carácter natural, aunque modificadas como es inevitable por la acción humana (ganadería e incendios forestales, sobre todo). Estas formaciones se desarrollan sobre amplias parcelas ocupadas por un matorral mixto, muy rico en especies arbustivas, de tipo mediterráneo silicícola, donde las especies dominantes son la encina, la coscoja *Quercus coccifera*, diversas especies de cistáceas *Cistus sp.* y plantas aromáticas como el romero *Rosmarinus officinalis*, el cantueso *Lavandula sp.* y la mejorana *Thymus mastichina*. También en las zonas del sur del término municipal existen parcelas de una entidad considerable ocupadas por cultivos forestales (pinares).

Estas áreas han sufrido diferentes incendios en épocas recientes que han alterado la fisonomía del paisaje vegetal dejando en zonas resguardadas (pedrizas, fondos de valles, etc...) encinas y otras especies con un porte predominantemente arborescente e incluso arbóreo mientras que en la mayor parte del territorio son los matorrales bajos y formaciones de porte arbustivo los que adquieren protagonismo (Figura 8).



Figura 8. Incendios forestales reiterados han beneficiado la expansión de la jara pringosa Cistus ladanifer en las sierras que integran el Macizo de Calatrava.

3.4. Hábitats y elementos geomorfológicos de interés especial

La Ley 9/1999, de 26 de mayo, de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha, recoge por primera vez un catálogo regional que pretende conservar los hábitats naturales y los elementos geológicos y geomorfológicos de mayor valor ambiental de nuestra región. Las razones para la inclusión en el catálogo de un hábitat o elemento son: que se trate de tipos de hábitats naturales escasos, limitados por sus especiales condicionantes ecológicos,

vulnerables o importantes por su especial aportación a la biodiversidad y paisaje de la región; que se correspondan con hábitats seminaturales producto de prácticas ganaderas tradicionales que han dado lugar a comunidades de fauna y flora y paisajes de gran interés; que sean hábitats característicos de una o varias especies no catalogadas cuya distribución en Castilla-La Mancha está restringida exclusivamente por la rareza o fragilidad de su hábitat y, finalmente, por que se trate de elementos geológicos o geomorfológicos de interés especial, ya sea por ser representativos de procesos geomorfológicos singulares, contener estratigrafías modélicas o facies raras, representar un notable testimonio de climas o ecosistemas pretéritos, sustentar comunidades biológicas valiosas, caracterizar paisajes notables, o poseer un especial interés científico o didáctico.

Atendiendo a este catálogo regional, los hábitats protegidos que aparecen dentro del término municipal de Argamasilla de Calatrava son los enebrales arborescentes, las comunidades rupícolas no nitrófilas, las comunidades halófilas acuáticas, las comunidades anfibias de humedales estacionales oligo-mesotróficos y las dehesas.

Los dos primeros tipos de hábitats están relacionados con los crestones cuarcíticos de las sierras del Macizo de Calatrava, mientras que las comunidades halófilas y anfibias se localizan en las lagunas presentes en el municipio. El último hábitat protegido, las dehesas, serán tratadas en un apartado específico más adelante.

En cuanto a los elementos geológicos y geomorfológicos de interés especial identificados en el municipio, se trata de tres tipos: los humedales, las pedrizas y crestones cuarcíticos (Figura 9) y las formas de origen volcánicas.



Figura 9. Las pedrizas como la del Cerro Mulatón son elementos geomorfológicos de protección especial en Castilla-La Mancha

Los humedales y las formas de origen volcánicas son desarrolladas en otras partes de este capítulo y libro, por lo que nos centramos aquí y ahora en las pedrizas y crestones cuarcíticos. Se tratan de formas de erosión que afectan a las cuarcitas localizadas en las cumbres y laderas de las sierras que conforman el Macizo de Calatrava. Las pedrizas se generan a partir de la meteorización de los crestones cuarcíticos por procesos de hielo-deshielo (gelifracción), fundamentalmente en los periodos más fríos del Holoceno, aunque en años muy fríos estos procesos siguen activos en la actualidad. Como consecuencia, los crestones se rompen, acumulándose los trozos de rocas en la base de los crestones cuarcíticos y a lo largo de las laderas (Figura 9). Son elementos geomorfológicos que por su génesis y características actuales están protegidos pues además albergan comunidades de plantas rupícolas no nitrófilas, muy especializadas ante la práctica inexistencia de suelos que permitan su desarrollo normal. Dominan especies rupícolas, que viven en las rocas, singulares adaptadas a estas condiciones extremas, entre las que destacan el clavelillo lusitano *Dianthus lusitanus* diversas especies de *Sedum* y los helechos *Asplenium trichomanes* o *Ceterach officinarum*.



Fumarel Cariblanco / Chlidonias hybridus

3.5. Espacios y áreas protegidas

Aunque existen diferentes espacios y áreas con características suficientes para contar con algún elemento de protección en el término municipal de Argamasilla de Calatrava, el principal espacio protegido de este municipio son los volcanes localizados en el Macizo de Calatrava, bajo la figura de Monumento Natural Macizo Volcánico de Calatrava. Por cierto, no podemos dejar de indicar que esta denominación es errónea pues considera a todo el Macizo de Calatrava como volcánico cuando en realidad es un macizo labrado sobre materiales cuarcíticos y sobre el que se desarrolla puntualmente edificios volcánicos. En consecuencia, el nombre correcto sería el de Monumento Natural de Los Volcanes del Macizo de Calatrava.

El grado de conservación de los volcanes presentes en este espacio natural protegido es bastante bueno, ya que éstos no se encuentran excesivamente erosionados y no ha habido una intervención humana agresiva que los haya deteriorado (Becerra Ramírez, 2013), siendo posible reconocer aún los principales elementos estructurales de un volcán, cráteres y coladas en el caso de volcanes magmáticos y anillos de tobas y maares en los volcanes hidromagmáticos.

En cuanto a la vegetación existente en el Monumento Natural, hay que indicar que mayoritariamente está relacionada con los materiales cuarcíticos, de tal manera que en las laderas y cuerdas de las sierras paleozoicas se mantienen manchas bien conservadas de encinares silicícolas, con presencia destacada en algunas áreas, las más termófilas, de coscoja *Quercus coccifera* y lentisco *Pistacia lentiscus*. En las partes culminantes, donde afloran los estratos de cuarcitas, aparecen enclaves de no mucha extensión con enebros arborescentes y un encinar-acebuchal de carácter termófilo, con formaciones bien conservadas de vegetación rupícola silicícola.

Además de este espacio protegido también es importante mencionar que más del 75% del municipio se encuentra incluido como zona de importancia para el buitre negro *Aegypius monachus* y como zona de importancia para el águila imperial ibérica *Aquila adalberti* y todo el municipio está incluido en la IBA nº 206 Campo de Calatrava (Viada, 1998).

A partir del contexto geográfico descrito y de la biodiversidad contenida en el municipio, estamos en condiciones de determinar cuáles son los valores ambientales de Argamasilla de Calatrava que merecen la pena poner en valor y para los que habría que diseñar una estrategia local para su conservación. Se trata de las lagunas volcánicas, las dehesas y aquellos espacios que albergan comunidades de aves esteparias.

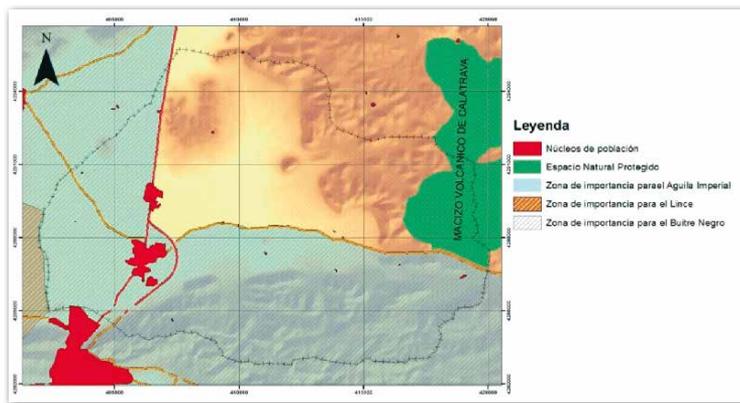


Figura 10. Espacios y áreas protegidas en el municipio de Argamasilla de Calatrava. Elaboración propia.

4. VALOR AMBIENTAL 1: LAS LAGUNAS VOLCÁNICAS

Humedales, lagunas y lagos constituyen en la actualidad uno de los ecosistemas más amenazados del planeta (Hollis *et al.*, 1988) y el único que cuenta en la actualidad con un convenio en el ámbito internacional para su conserva-

ción, el Convenio de Ramsar (Davis y Blasco, 1996), del que se han cumplido 43 años en 2014. La importancia de este Convenio radica en que fue el primero de los tratados intergubernamentales que se refería específicamente a la conservación y uso racional de los recursos naturales, pues es anterior a los convenios de Bonn, Berna, Washington, etc. (Gosálvez, 2012). España se adhirió al Convenio de Ramsar en el año 1982 (BOE nº 199, de 20 de agosto de 1982).

Son, por otra parte, ecosistemas que apenas representan el 1 % o incluso menos de la superficie de un territorio como España, Castilla-La Mancha o, en el ámbito local, como Argamasilla de Calatrava. Esto les convierte en espacios muy singulares, constituyendo auténticos laboratorios para estudiar procesos geocológicos, siendo considerados como islas biogeográficas, islas de agua rodeadas por tierra. Una de las principales características de las islas verdaderas, el efecto de aislamiento espacial, puede ser extendida a estas “islas continentales” como son los humedales y lagunas, efecto que entre otras cosas produce comunidades de seres vivos propias especializadas, en este caso una flora y una fauna estrechamente ligada a la presencia y permanencia de aguas estancadas, frente al “mar de tierra” que las rodea.

Lagunas y humedales, finalmente, reúnen valores y funciones insustituibles que benefician a la población humana, siendo auténticos “puntos calientes” para la conservación de la biodiversidad. Al hablar de funciones de los humedales o lagunas nos referimos a diversos procesos ecológicos o propiedades de este tipo de ecosistemas (Florín, 2001). Los bienes, por ejemplo pastos o especies cinegéticas, y los servicios, como la amortiguación de inundaciones o el reciclaje de nutrientes, generados por las lagunas de Argamasilla de Calatrava representan los beneficios para las poblaciones humanas de las funciones de estos ecosistemas.

En Argamasilla de Calatrava hay inventariadas tres lagunas y varios navajos siendo el de mayor tamaño el Navajo de La Masiega. Las lagunas son La Blanca, Las Carboneras y Los Lomillos, localizándose la primera en el valle del Tirteafuera y en el Macizo de Calatrava las otras dos. Por su parte, los navajos se localizan fundamentalmente entre la Sierra de Calatrava y el río Tirteafuera, estando vinculados a la compleja tectónica que afecta al Macizo de Calatrava, funcionando casi todos ellos como áreas de descarga de flujos de aguas subterráneas.

Hay un consenso en la comunidad científica sobre la ***génesis geomorfológica*** de las tres lagunas mencionadas (Hernández Pacheco, 1932; Ancochea, 1983; González Cárdenas, 1996; Martín-Serrano, 2005; Gosálvez, 2012). Todas ellas estarían relacionadas con la actividad volcánica que afectó al Campo de Calatrava entre el Mioceno y el Holoceno (Cenozoico). El mecanismo concreto es el mismo que afecta a accidentes industriales cuando entran en relación un combustible y un refrigerante (*fuel-coolant interaction*, FCI). En el caso del volcanismo, cuando entra en contacto el magma que asciende a superficie e interfiere con agua freática o superficial ajena al sistema volcánico, definiéndose este tipo de dinámica volcánica como actividad hidrovulcánica. El resultado de esta interacción agua-magma es la transformación de la energía térmica del magma en energía cinética por la vaporización súbita del agua, transformación que genera una gran explosión, equivalente a la mitad de la energía liberada en una explosión nuclear como la de Hiroshima, es decir, 6-7 kilotones (Büttner *et al.*, 2002). El resultado es la apertura de una profunda depresión topográfica rodeada de un depósito de materiales pulverizados (anillo de toba). Esta depresión y su anillo de tobas son conocidos en volcanología como *maar* (lat. *mare*, meer, maar) palabra que procede de la zona alemana de Daun (Renania-Palatinado) y que significa lago. Las lagunas Blanca, Lomillos y Carboneras son tres buenos ejemplos de maares de la región volcánica calatrava.



Figura 11. Laguna de Los Lomillos.



Figura 12. Laguna Blanca.



Figura 13. Laguna de Las Carboneras.

Ya tenemos la explicación genética a la presencia de tres grandes depresiones topográficas susceptibles de ser cubiertas por agua como son las tres lagunas presentes en Argamasilla de Calatrava. El siguiente paso en un análisis de lagos, lagunas y humedales es saber de dónde procede el agua que cubre cada depresión y que da lugar a un cuerpo de agua, la laguna, y cómo se comporta ésta en el tiempo. Entramos, en consecuencia, en lo que se denominan los *procesos funcionales*, procesos dependientes del ciclo del agua. El agua es, por lo tanto, el elemento protagonista de este tipo de ecosistemas. En cuanto a los procesos concretos que rigen el funcionamiento hidrológico de una laguna es necesario considerar tres aspectos básicos, el modo de alimentación, el modo de vaciado y el hidroperiodo (García Avilés, 1994; Manzano et al., 2002 y Montes y González Capitel, 2002).

En relación con el modo de alimentación, de la ocurrencia de este proceso depende el aporte y renovación del agua y las sales de la laguna, pudiendo estos aportes ser de tres tipos, aguas meteóricas, de escorrentía o por aportes de aguas subterráneas. Estos tres tipos de aportes se producen en las tres lagunas aquí analizadas y, por tanto, podemos hablar de lagunas mixtas en cuanto a los mismos (González Bernáldez y Montes, 1989; García Avilés, 1994), aunque hay que indicar que la principal aportación en los últimos 20 años es la meteórica (Gosálvez, 2012).

El modo de vaciado del agua en las lagunas también responde a tres tipos posibles, drenaje abierto, drenaje cerrado y drenaje mixto, respondiendo las tres lagunas aquí estudiadas a drenajes cerrados, pues la mayor pérdida de agua de la cubeta lagunar se produce por evaporación y transpiración a través de la vegetación helofítica, aunque no podemos dejar de mencionar que cuando descienden las aportaciones de las aguas subterráneas y, por tanto, se abate el nivel freático, también se puede producir una pérdida de agua por infiltración para cubrir ese déficit hídrico subterráneo.



Agachadiza común / Gallinago gallinago

Por último, hay que tener en cuenta la duración o permanencia de la lámina de agua, es decir el hidroperiodo, el cual se encuentra relacionado con el balance hídrico de la cubeta lagunar y su cuenca de drenaje superficial y el aporte de las aguas subterráneas. Así, balances de aguas negativos (pérdidas > aportes) durante periodos prolongados en el tiempo conducen a una pérdida total del agua de la laguna, llegando incluso a secarse, mientras que balances de aguas positivos (pérdidas < aportes) permitirán el mantenimiento de una lámina de agua, más profunda cuanto mayor sean los aportes y queden atenuadas las pérdidas. La importancia de la caracterización del hidroperiodo se debe a que éste condiciona la hidroquímica de la laguna y con ello el desarrollo de los organismos vivos y las biocenosis a que dan lugar. Siguiendo a Southwood (1977), se pueden establecer cuatro tipos de hidroperiodos: permanente, estacional, temporal y efímero.

Hay que tener en cuenta el condicionante que introducen los climas mediterráneos en los procesos hidrológicos en este tipo de ambientes acuáticos, especialmente la irregularidad interanual de las precipitaciones. Eso nos lleva a tener en cuenta que periodo temporal de observación hay que tomar como referencia para establecer el hidroperiodo, pues si lo hacemos en un periodo climático húmedo podemos llegar a la conclusión de que las lagunas son permanentes o estacionales en su hidroperiodo, mientras que si el análisis se realiza en un periodo climático seco concluiremos que las lagunas son temporales e incluso que han desaparecido. Nosotros pensamos que debe tenerse en cuenta al menos 30 años de observaciones hidrológicas, pero eso es algo que está al alcance de muy pocos complejos lagunares. En el caso de las lagunas de Argamasilla de Calatrava, disponemos en la actualidad de un periodo de observación de 17 años, que nos lleva a concluir que la laguna Blanca sería estacional (Figura 14) y las lagunas de Los Lomillos

y Las Carboneras temporales. Es interesante traer aquí las respuesta 23 de las Relaciones Topográficas de Felipe II, donde se afirma que *Hay... tres lagunas que muy pocas veces tienen [agua], y cuando la tienen de lo que llueve se secan a primo verano; y la una se dice la Laguna Blanca, donde hay pozos en que dan de verano agua a los ganados menudos de los vecinos*. Se trataría en aquella época, por lo tanto, de lagunas estacionales, muy dependientes de la precipitación aunque con influencia de aguas subterráneas, como se deduce de la existencia de pozos para abastecer al ganado.

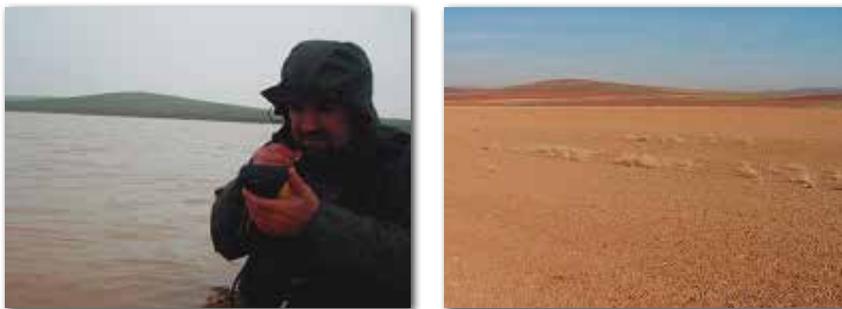


Figura 14. La irregularidad de las precipitaciones típicas en climas mediterráneos propicia hidroperiodos variables. Izqda.: Laguna Blanca en marzo de 2010, con más de metro y medio de profundidad. Dcha.: Laguna Blanca en noviembre de 2007 completamente seca.

En relación con el hidroperiodo y con el sustrato geológico se encuentra la caracterización hidroquímica de estas lagunas, de tal manera que La Blanca responde a una laguna típica de cuenca sedimentaria (Gosálvez, 2012), con salinidades e iones típico de aguas más evolucionadas que las de las lagunas de Los Lomillos y Las Carboneras, que responden a lagunas de Sierra. Así, en el caso de la laguna Blanca dominan las conductividades (medida indirecta de la salinidad) por encima de los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que se trata de una laguna subsalina, calificándose sus aguas en función de los iones mayoritarios como una laguna de

aguas bicarbonatado sulfatado-sódica. Por su parte, las lagunas de Lomillos y Las Carboneras no superan conductividades por encima de los 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y con ello se trata de lagunas de aguas dulces, no disponiéndose de datos de los iones mayoritarios, aunque se supone que se trataría de aguas bicarbonatado-cálcico magnésica. No podemos dejar de reseñar que los propietarios de las lagunas de Las Carboneras y Los Lomillos han dificultado los trabajos de campo que desde el Grupo de Investigación GEOVOL se han intentado desarrollar en este interesantísimo complejo palustre, de tal manera que los pocos datos de que se disponen de estas lagunas ha tenido que ser por la acción “furtiva” del investigador primer firmante de este artículo.

Como ya se ha comentado, el hidropериодо es clave para entender el comportamiento de los organismos vivos ligados a estos sistemas naturales, uno de cuyos valores ambientales más destacables es su importancia como hábitats que sustentan una extraordinaria ***riqueza florística y faunística***, muy superior a la que tendría una misma unidad de superficie en un hábitat terrestre mediterráneo.

Empezando por la flora, lo que más nos interesa es como se combina y presenta ésta en el espacio, es decir, como paisaje vegetal. En el presente trabajo se aborda el estudio de la vegetación relacionada con las lagunas de Argamasilla de Calatrava desde un enfoque estructural, caracterizando los agrupamientos vegetales a partir de su fisionomía, siendo la unidad de estudio la *formación vegetal* (Ferrerías y Fidalgo, 1991). Los criterios clásicos de reconocimiento de las formaciones vegetales se basan en una aproximación a las formas de organización de las plantas terrestres (árbol, arbusto, hierba), de tal manera que el dominio de uno de ellos determina las características de la cubierta vegetal y su denominación.

El primer trabajo que versa sobre las plantas acuáticas y palustres de las lagunas del Campo de Calatrava se debe a

Carrasco *et al.* (1988) que aportan citas para 21 especies de plantas relacionadas con estos humedales. Un año después, Velayos *et al.* (1989) presentan el primer y más importante trabajo que ha abordado de conjunto el estudio de la flora y de la vegetación de las lagunas del Campo de Calatrava, reconociendo 115 taxones específicos y subespecíficos.

Posteriormente, la DGOH (1990) y Cirujano (2000) amplían para algunas lagunas la presencia de ciertos taxones específicos. Cirujano y Medina (2002) analizan con cierto detalle la evolución y situación actual de algunas de las lagunas del Campo de Calatrava. Otros trabajos que citan la presencia de taxones identificados en ciertas lagunas calatravas son los de Carrasco y Martín-Blanco (1996), Bellet *et al.* (2001) y Medina *et al.* (2002). Por último, será Gosálvez (2012) el que realice la aportación más reciente en el estudio de la vegetación de las lagunas calatravas estableciendo una tipología fisonómico o estructural.

A partir de estos antecedentes bibliográficos se ha establecido el catalogo provisional de la flora ligada a las cubetas de las Lagunas del Campo de Calatrava, que asciende en la actualidad a un total de 127 taxones específicos, reuniendo 5 géneros y 13 especies de carófitos, un género y una especie de briófitos, 2 géneros y 3 especies de helechos y 62 géneros y 110 especies de fanerógamas.

Si concretamos todo lo comentado sobre la vegetación en las lagunas de nuestro municipio, comenzaremos por el estudio de la flora y vegetación de la laguna Blanca, cuyas aguas se caracterizan por presenta una elevada turbidez, de ahí su nombre, posiblemente debido a los limos que tapan la cubeta, al escaso desarrollo de la columna de agua y a la apertura a todos los vientos de la misma, lo que provoca que esos limos estén permanentemente en suspensión, dando un aspecto lechoso, blanquecino, al agua. Si a ello se añade la poca permanencia de la lámina de agua

y los valores de conductividad elevados ($>1000 \mu\text{S}/\text{cm}$), más elevados que los de las otras dos lagunas, la vegetación estrictamente acuática no tiene muchas posibilidades de desarrollarse, aunque se ha constatado la presencia de cerdón *Potamogeton pectinatus* y manzanilla de agua *Ranunculus peltatus* cuando las aguas presentan menor salinidad (Figura 15). Debido al carácter mayoritariamente subsalino de sus aguas, dominan las praderas de *Puccinellia sp.*, *Aeluropus littoralis*, *Cynodon dactylon* y *Hordeum marinum* en hidroperiodos secos. Pero visualmente en las orillas de la laguna destaca la presencia de rodales densos de junco churrero *Scirpoides holoschoenus* y junco espinoso *Juncus acutus*, así como de enea *Typha dominguesis*, que adquieren una importante continuidad en la orilla NNO (Figura 16). También hay que destacar algunos rodales de menor entidad de carrizo *Phragmites australis* y la aparición de cada vez un mayor número de tarayes *Tamarix sp.*



Figura 15. Praderas sumergidas de ovas, madejas flotante de manzanilla de agua con flores blancas y tapices flotantes de algas filamentosas cubren la laguna Blanca en hidroperiodos húmedos, cuando la salinidad es menor.

Las lagunas de Los Lomillos y Las Carboneras presentan una vegetación muy similar entre sí y muy diferente a la que se encuentra en la laguna Blanca, debido a que la conductividad de estas lagunas es inferior, tratándose de lagunas de

aguas dulces. Dominan en ambas una importante extensión de formaciones estrictamente ligadas al agua, donde las praderas sumergidas de ovas *Chara sp.* y manzanillas de agua *Ranunculus peltatus* tapizan el fondo de la cubeta lagunar y la lámina superficial de agua respectivamente. En la orilla y orla exterior adquieren una gran extensión formaciones de castañuela *Bolboschoenus maritimus* y junco churrero *Scirpoides holoschoenus*, en las que aparecen también como acompañantes los junquillos *Eleocharis palustris* y *Juncus emmanuelis*, el carrizo *Phragmites australis* y mentas *Mentha sp.* La cebadilla silvestre *Hordeum marinum* y el cardo de laguna *Eryngium corniculatum* invaden la superficie de las lagunas de Los Lomillos y Las Carboneras cuando desaparece la lámina de agua pero los sedimentos se encuentran aún húmedos. En ambos casos, las lagunas se encuentran rodeadas de pastos y cultivos herbáceos de secano (cereal) en el fondo del cráter y matorral mediterráneo en las laderas interiores del mismo, matorrales en los que dominan la encina *Quercus ilex ballota*, coscoja *Quercus coccifera*, retama *Retama sphaerocarpa*, jara pringosa *Cistus ladanifer*, jara negra *Cistus monspeliensis*, romero *Rosmarinus officinalis*, cornicabra *Pistacia terebinthus*, madroño *Arbustus unedo*, etc.



Figura 16. Cinturón u orla exterior perilagunar en la laguna Blanca. Destacan en primer término varios ejemplares de juncos churreros. En color verde intenso, en la orilla, las eneas se hacen dominantes.

En cuanto a la fauna, son las aves y los anfibios el grupo mejor adaptado a estos ecosistemas, aunque son sin lugar a dudas las aves las protagonistas de las lagunas de Argamasilla de Calatrava. Entre los invertebrados acuáticos presentes en estas lagunas destacan *Triops cancriformis* y *Daphnia* sp.

En la laguna Blanca, la abundancia media de aves entre 1997 y 2013 ha sido de 375 individuos, con una riqueza media de 6 especies y total de 36. Los meses de invierno son en los que se suelen observar un mayor número de individuos alcanzándose la cifra más alta en el mes de enero de 2012, con 3068 individuos, mientras que la riqueza máxima se alcanzó en la época de reproducción, con 19 especies en el mes de junio de 2012, 18 especies en mayo de 2010 y 16 especies en los meses de junio de 2011 y 2013. La mayor parte de los años entre 1997 y 2013 la laguna ha permanecido seca, con un hidropериodo excepcionalmente “permanente” desde el año 2010. La gaviota reidora, la focha común, el cuchara común, el ánade azulón, el porrón europeo, la cigüeñuela común y la avefría europea son las especies que se presentan con mayor frecuencia y más abundancia a lo largo del periodo estudiado (1997-2013), con presencia ocasional de cormorán grande, flamenco rosa (con bandos que en ocasiones han superado los 100 individuos) (Figura 17), tarro blanco, focha moruna, malvasía cabeciblanca y pagaza piconegra. Ocasionalmente ha mantenido una importante población reproductora de zampullín cuellinegro.



Figura 17. Grupo de flamencos rosas en la laguna Blanca (22-02-2014). La lectura de anillas que portan ha desvelado que la mayor parte proceden de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga) y La Camarga (Francia).



Figura 18. De izqda. a dcha. y de arr. a ab.: ánade azulón *Anas platyrhynchos*, focha común *Fulica atra*, gaviota reidora *Chroicocephalus ridibundus* y tarro blanco *Tadorna tadorna*.

Las lagunas de los Lomillos y Las Carboneras son de gran interés para los anfibios, siendo algo menos interesantes para las aves si se comparan con la laguna Blanca. La comunidad de aves acuáticas presenta una riqueza media que se ha evaluado en 7 especies, mientras que la abundancia media lo ha sido en 373 individuos. Los valores más altos de ambos parámetros se alcanzan en los meses de noviembre de 1997 (R=9 especies, A=470 individuos), abril de 1998 (R=10 especies, A=325 individuos) y junio de 2011 (R=16 especies, A=376 individuos). La riqueza total asciende a 24 especies, siendo la focha común, la gaviota reidora, el ánade azulón y el zampullín chico los cuatro taxones específicos que presentan una mayor abundancia y permanencia a lo largo del año. Otras especies de interés observadas en estas lagunas es la cigüeña negra, el somormujo lavanco, la cigüeñuela común y el fumarel cariblanco.

Por último, en relación con los seres vivos presentes en las lagunas de Argamasilla, cabe destacar la presencia en la Laguna Blanca de una comunidad singular ligada al agua cuando ésta presenta valores muy elevados de salinidad, los tapetes microbianos. Se tratan de comunidades de aspecto viscoso (Marshall *et al.*, 1971) integradas por cianobacterias (algas verde-azules) que utilizan la luz como fuente de energía y el CO² como fuente de carbono (Stanier y Cohen-Bazire, 1977). La materia orgánica que producen las cianobacterias es descompuesta por el resto de la comunidad microbiana que integran el tapete entre la que destacan las bacterias reductoras de sulfato y bacterias quimiolitotróficas (Stal, 1995).

Los tapetes pueden presentar diferentes morfologías, aunque suelen dominar las estratificaciones laminares (Figura 19) (Vincent, 2000), llegan a medir varios centímetros de espesor y ocupan amplias extensiones superficiales en lagunas como la Blanca. Son comunidades distribuidas por todo el planeta en ambientes considerados extremos como los marinos costeros e hipersalinos, fuentes termales y lagos alcalinos (Brock, 1978; Bauld, 1984; Castenholz, 1984, Jorgensen y Nelson, 1988; Van Gemerden *et al.*, 1989).



Figura 19. Estructura típica de un tapete microbiano (esquema tomado de Camacho y Fernández-Valiente, 2005:72) y tapetes microbianos en suspensión en la laguna Blanca de Argamasilla de Calatrava en febrero de 2009 (fotografía).

Los tapetes microbianos son comunidades biológicas complejas de elevado interés pues constituyen la evidencia más antigua de la vida que se conoce en nuestro planeta, junto a los estromatolitos; han mantenido hasta hoy su línea evolutiva sin apenas variaciones; son los primeros oxigenadores de la atmósfera terrestre y constituyen excelentes paleoindicadores ambientales, debiendo protegerse integralmente las lagunas en las que se desarrollan.

5. VALOR AMBIENTAL 2: LAS DEHESAS

En un momento en que la palabra sostenibilidad inunda el discurso de políticos, conservacionistas y medios de comunicación, muchas veces vaciado de contenido, llama la atención el magnífico ejemplo de sostenibilidad “no consciente” que el hombre impuso hace miles de años en nuestro solar ibérico a través del ahuecado del bosque mediterráneo, generando las denominadas dehesas.

Etimológicamente, la palabra dehesa procede de *deffesa*, terreno que se protegía del ganado trashumante en la época dominante de la Mesta y que se destinaba para el ganado de labor (bueyes, “dehesa boyal”) o de la nobleza. Aunque tradicionalmente se sitúa su origen en la Edad Media, algunos autores piensan que se remontan al Neolítico y al proceso de agrarización y sedentarización del hombre en el ámbito de la cuenca del mar Mediterráneo.

Hoy en día las dehesas se definen como sistemas agro-silvo-pastoriles desarrollados sobre terrenos de baja o nula aptitud agrícola cuyo producto principal es la ganadería extensiva. Son consideradas como pastizales arbolados, aunque también pueden ser cultivos arbolados, en los que

se combinan, como ya se ha adelantado, los usos ganadero, forestal y agrícola. En las dehesas el estrato arbóreo es abierto, generalmente entre 5 y 80 pies/ha, dejando amplios espacios abiertos para los pastos o los cultivos. En cualquier caso, la cubierta arbórea en una dehesa no es uniforme, pues tiende a aclararse en las inmediaciones de los cortijos o quintos y se torna más densa en zonas de relieve pronunciado o donde aflora en superficie la roca madre (García Río, 2006).

El árbol más abundante en las dehesas españolas es la encina *Quercus ilex subsp. ballota* aunque también existen dehesas con alcornoques *Quercus suber*, quejigos *Quercus faginea*, rebollos *Quercus pyrenaica*, fresnos *Fraxinus angustifolia* e incluso acebuches *Olea europea* var. *sylvestris*. En Argamasilla de Calatrava las dos dehesas existentes están constituidas íntegramente de encinas, la Dehesa de Valdelobos (Figura 20), con unas 1100 ha de superficie, y la Dehesa de La Cabezuela (Figura 21), con unas 400 ha de extensión. Ya en las Relaciones Topográficas de Felipe II, contestadas en este municipio el día 8 de marzo de 1576, se mencionaba en su respuesta 24 que *Dehesas no hay mas de una dehesa boyal y otra pequeña que se dice el Juntar*.



Figura 20. Dehesa de Valdelobos.



Figura 21. Dehesa de La Cabezueta.

Los pastizales son un elemento clave en la mayor parte de las dehesas, dependiendo el desarrollo de los mismos de la hidromorfía de los suelos, la pendiente y la orientación del terreno, la cobertura de arbolado y la carga ganadera (García Río, 2006). Cabría preguntarse aquí sí se puede considerar como dehesas a aquellas en las que los pastos son sustituidos por cultivos herbáceos o leñosos.

Las dehesas constituyen hábitats de especial interés protegidos por la Ley de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha y aunque su extensión sea reducida en el municipio su valor ambiental es extraordinario. Este hábitat modelado por el hombre posee una alta diversidad faunística, con presencia de necrófago, predadores en elevado número (meloncillo, gineta, gato montés, águila calzada y culebrera, milanos, ratonero, etc.). Por todo ello, este tipo de hábitat hay que protegerlo por tratarse de un producto de prácticas ganaderas tradicionales que han dado lugar a comunidades de fauna y flora y paisajes de gran interés.

La conservación de la dehesa es hoy en día una tarea compleja que está condicionada por el mantenimiento de los usos tradicionales agrícolas, forestales y ganaderos, siendo

el mayor riesgo para este hábitat seminatural la pérdida de alguno de estos usos, actualmente muy dependientes de las leyes del mercado y por la política agraria común (Martín Herrero *et al.*, 2003). El cultivo es, sin duda, el que genera un efecto más negativo en las dehesas pues elimina a las especies de plantas vivaces y aclara el arbolado, convirtiendo a la dehesa en una caricatura de lo que debería ser.

6. VALOR AMBIENTAL 3: LAS COMUNIDADES DE AVES ESTEPARIAS

Los sistemas agrarios extensivos de cultivos herbáceos son hábitats de origen antrópico de gran relevancia para la conservación de la naturaleza pues el hombre impone en ellos condiciones de usos del suelo muy adecuadas para el desarrollo de comunidades de aves esteparias, de gran interés faunístico.

Los cultivos existentes en el municipio de Argamasilla de Calatrava se pueden concretar en grandes extensiones de cultivos herbáceos (cereales) y cultivos leñosos (olivares, almendrales y viñedos), mayoritariamente en secano. De todos ellos, son los cultivos de cereales en secano, conocidos en el ámbito ornitológico con el nombre de “estepas cerealistas”, los de mayor interés por la presencia de aves esteparias como la avutarda común, el sisón común, la ganga ibérica, la ganga ortega, el alcaraván común, los aguiluchos cenizo y pálido y el cernícalo primilla, entre otras especies, la mayoría de ellas catalogadas como vulnerables en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas.

Todas estas especies de aves dependen estrechamente de un medio agrícola muy sensible a cambios en los usos del suelo o del agua (regadío o secano), de tal manera que en la



Avutarda común / Otis tarda

actualidad las áreas agrícolas cerealistas extensivas se encuentran entre los ecosistemas más amenazados de Europa sobre todo como consecuencia de la intensificación agraria (Tucker y Heath, 1994).

Se ha de señalar que España juega un papel fundamental en la conservación de las estepas cerealistas y su avifauna asociada ya que una docena de especies presentan en nuestro país el 75% de sus poblaciones en Europa, elevándose este porcentaje por encima del 95 % para la ganga ortega, la ganga ibérica, la calandria común y la terrera común (Carri-condo *et al.*, 2007).

Sin embargo, esta enorme responsabilidad no se ha tenido muy en cuenta por las instituciones públicas encargadas de velar por la conservación de la biodiversidad en España, como lo demuestra el hecho de que son casi inexistentes los espacios naturales protegidos dedicados a la protección de las estepas cerealistas. Tan solo las obligaciones asumidas en relación con las directivas europeas de Aves y Hábitats han obligado a las comunidades autónomas y el gobierno español a tener que designar este tipo de ambientes en el marco de la Red Natura 2000, la red europea de espacios protegidos (Gosálvez *et al.*, 2009).

En el caso de la provincia de Ciudad Real, solo tres áreas han sido designadas como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) para proteger a las aves esteparias: el área esteparia Mancha Norte (ES0000170), el área esteparia del Campo de Calatrava (ES0000157) y las áreas esteparias del Campo de Montiel (ES0000158).

No es mucho mejor la situación en relación con el programa de Áreas Importantes para las Aves (IBA, acrónimo en inglés) de SEO/Birdlife (Viada, 1998), pues solo identifica dos Áreas en relación con las aves esteparias en la provincia de Ciudad Real: el Campo de Calatrava (IBA 206) y el Campo

de Montiel (IBA 184). Prácticamente la totalidad de Argamasilla de Calatrava se encuentra en la IBA 206 y ningún área municipal está integrada en Red Natura 2000.

Los trabajos que sobre distintas especies de aves esteparias lleva desarrollando el Grupo Local de SEO/Birdlife en Ciudad Real y el Grupo Ornitológico de Alcazar (Guzmán, 2002; Gosálvez *et al.*, 2002; Guzmán, 2004 a y b; López-Jamar *et al.*, 2004; Gosálvez y Morales, 2007) ha demostrado que son insuficientes tanto las ZEPAs como las IBAs identificadas, pues al menos para la avutarda común se conocen un mínimo de seis poblaciones repartidas por las comarcas naturales de la Llanura manchega, Campo de Montiel, Campo de Calatrava y Los Montes de Toledo, quedando tan solo tres de ellas incluidas en ZEPA y/o IBA.

La única zona del municipio de Argamasilla de Calatrava que cuenta con poblaciones de aves esteparias, especialmente avutarda común, es el entorno de la laguna Blanca y, sobre todo, el volcán de Cabeza Parda o Cerro de Santa María, siendo especialmente interesante los caminos de El Chaparral y el de Puertollano a los Molinos del Guadiana para observar a la reina de la estepa cerealista (Figura 22).



Figura 22. Macho de avutarda común en época de reproducción. Destacan los barbones. En el mes de marzo tiene lugar la parada nupcial de la especie, conocida como "la rueda". Autor: Rufino Carretero Ruiz.

Pero se sabe poco de esta población de avutardas, pues los censos que se han realizado en la provincia de Ciudad Real sobre esta especie en 1981, 1982, 1994 y 2001 (CODA, 1981; ICONA, 1982; JCCM, 1994 y Gosálvez *et al.*, 2002) no incluyeron el municipio de Argamasilla de Calatrava entre los espacios a censar.

La población de avutarda común en nuestro municipio se incluiría en el Sector C denominado Cuenca del Tirteafuera siguiendo a Gosálvez *et al.* (2002), sector en el que se censaron avutardas al Norte del núcleo urbano de Almodóvar del Campo y entre Abenójar y Cabezarados.

Habrá que esperar al censo del año 2013, realizado por el Grupo Local de SEO/Birdlife, cuyos datos están sin publicar, para que se incluya por primera vez Argamasilla de Calatrava en los censos de esta especie. En este censo, se contabilizaron 89 machos en invierno (enero de 2013) y 1 macho y 5 hembras en la época de reproducción (abril de 2013). Sin embargo, la cifra más elevada de avutardas en Cabeza Parda de Argamasilla fue la observación de 160 individuos, sin determinar el sexo, en noviembre de 2009 (Figura 23).

Esta escasa información contrasta con el hecho de que la primera referencia encontrada en documentación histórica sobre la presencia de avutardas en la provincia de Ciudad Real es proporcionada en las Relaciones Topográficas de Felipe II de la cercana Tirteafuera, fechadas el 4 de diciembre de 1575, en cuya respuesta 18 se informa “*Y que en los dichos montes hay animales....y liebres y conejos y avutardas y grullas,...*”.



Figura 23. Gran bando de avutardas comunes en Cabeza Parda de Santa María (noviembre, 2009).

Esto en relación a la avutarda común, pero aún es peor el conocimiento que se tiene del resto de especies de aves esteparias. Ganga ibérica, ganga ortega, alcaraván común, sisón común, cernícalo primilla o aguilucho cenizo, están presentes en esta zona, pero no se sabe nada del número de individuos, estando todo el trabajo de inventariación y censado por realizar.

7. A MODO DE CONCLUSIÓN: LA PROPUESTA DE POM Y LA BIODIVERSIDAD EN ARGAMASILLA DE CALATRAVA

Dar a conocer la biodiversidad del municipio de Argamasilla de Calatrava ha sido el objetivo principal del presente trabajo, pues somos conscientes de que solo se puede conservar aquello que se valora y solo se puede llegar a valorar aquello que se conoce. Con demasiada frecuencia los problemas medioambientales de un territorio son fruto del desconocimiento de los mecanismos geoecológicos que tienen los agentes socioeconómicos que desarrollan su actividad en el espacio geográfico.

Con estas páginas hemos mostrado la existencia de una elevada biodiversidad en el municipio de Argamasilla de Calatrava, biodiversidad que es la traducción de las características geológicas singulares de este territorio y de una manera tradicional sostenible de relacionarse el hombre con este espacio. Fruto de esa dialéctica secular entre hombre y territorio hoy tenemos la suerte de disfrutar en nuestro municipio de tres elementos ambientales de elevada singularidad: las lagunas volcánicas, las dehesas y las aves esteparias.

Estos valores deben ser la seña de identidad del patrimonio ambiental de Argamasilla de Calatrava, siendo responsables todos los habitantes de este municipio en seguir manteniéndolos y en dejar esta herencia en buen estado para las generaciones venideras.

El Ayuntamiento, como institución representativa de los ciudadanos de este municipio, debe ser el que lleve la iniciativa en la defensa de estos valores ambientales. Somos conscientes también que muchas de las acciones que tienen efectos negativos sobre un municipio como el de Argamasilla de Calatrava desbordan las competencias del ámbito local. Sin embargo, hay una poderosa herramienta de ordenación del territorio que además es competencia de los entes locales, nos referimos al Plan de Ordenación Municipal (POM), instrumento urbanístico-territorial que ahora mismo se encuentra en estudio en este municipio como una iniciativa de los gobernantes locales.

Pues bien, el análisis de la propuesta existente en la actualidad nos permite concluir que algunos valores ambientales con los que cuenta el municipio no han sido convenientemente tratados en el POM, siendo el caso más grave el de la Dehesa de Valdelobos, que tendría que clasificarse como Suelo Rústico No Urbanizable de Especial Protección Natural por tratarse de un hábitat de protección especial incluido en el Catalogo Regional de Hábitats y Elementos Geomorfológicos. Incomprensiblemente no se ha incluido nada de ella.

Las comunidades de aves esteparias tampoco tienen garantizada del todo su conservación, entendiendo a nuestro parecer que todas las parcelas situadas entre la línea de Alta Velocidad Ferroviaria y la carretera de Argamasilla de Calatrava a Villamayor de Calatrava debería catalogarse como Suelo Rústico No Urbanizable de Especial Protección Paisajística o al menos Estructural Agrario, dada la importancia

que los cultivos extensivos y las buenas prácticas agrarias tienen en la conservación en esta zona de especies como la avutarda común.

En otro orden de cosas, todas las crestas cuarcíticas y pedrizas del municipio deberían ser cartografiadas con más detalle e incluirlas como Suelos Rústicos No Urbanizables de Especial Protección Natural, por ser elementos geomorfológicos de interés y por sustentar hábitats para una flora muy singular que además está estrictamente protegida por la Directiva europea de Hábitats y por la Ley de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha.

Por último, los límites de los volcanes deben ser redefinidos en varios casos, pues a veces se están protegiendo como tal elementos que no lo son y otros que sí lo son no se encuentran bien delimitados.

Por lo tanto, un mayor esfuerzo de inventariación territorial se echa en falta en la actual propuesta de Plan de Ordenación Municipal, al objeto de garantizar la conservación de los valores ambientales más relevantes de Argamasilla de Calatrava. Aún estamos a tiempo de revertir esta situación.

8. REFERENCIAS

ANCOCHEA SOTO, E. (1983) *Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España Central*. Colección Tesis Doctorales nº 203/83. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

BAULD, J. (1984) Microbial mats in marginal marine environments: Shark bay, Western Australia, and Spencer Gulf, South Australia. En: Cohen, Y., Castenholz, R.W. & Halvor-

son, H.O. (eds.) *Microbial mats stromatolites*. Alan R. Liss, New York. Pp. 39-58.

BECERRA RAMÍREZ, R. (2013): *Geomorfología y Geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la Región Volcánica del Campo de Calatrava*. Tesis Doctoral, UCLM, inédito, 822 p.

BELLET, M., CARRASCO, M.A. & MARTÍN BLANCO, C.J. (2001) Plantas de interés para el conocimiento de la flora de Ciudad Real (España). *Botanica Complutensis*, 25, 305-308.

BROCK, T.D. (1978) *The habitats: thermophilic microorganisms and life at high temperatures*. Springer-Verlag, New York.

BÜTTNER, R., DELLINO, P., LA VOLPE, L., LORENZ, V. & ZIMANOWSKI, B. (2002) Thermohydraulic explosions in phreatomagmatic eruptions as evidenced by the comparison between pyroclasts and products from Molten Fuel Coolant Interaction experiments. *Journal of Geophysical Research*, 107, B11-2277.

CARRASCO, M.A., VELAYOS, M. & CIRUJANO, M. (1988) Notas sobre higrófitos peninsulares: plantas del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España). *Lazaroa*, 10, 161-164.

CARRASCO, M.A. & MARTÍN BLANCO, J.M. (1996) Datos corológicos para la flora del centro de España. *Botanica Complutensis*, 21, 71-74.

CARRICONDO, A., HOWELL, D. & PINILLA, J. (2007) *Directrices para elaborar planes de gestión en las ZEPA de carácter estepario*. SEO/Birdlife, Madrid.

CASTENHOLZ, R.W. (1984) Composition of hot spring microbial mats: a summary. En: Cohen Y., Castenholz, R.W. & Halvorson, H.O. (eds.). *Microbial mats stromatolites*. Alan R. Liss, New York. Pp. 101-119.

CIRUJANO BRACAMONTE, S. (2000) Flora acuática de las lagunas y las zonas húmedas españolas. *Quercus*, 171, 38-44.

CIRUJANO BRACAMONTE, S. & MEDINA DOMINGO, L. (2002) *Plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla-La Mancha*. Real Jardín Botánico (CSIC)-JCCM, Madrid.

CODA (1981) *Censo anual de avutardas*. Informe inédito, Madrid.

DAVIS, T.J. & BLASCO Y CARBONELL, D. (1996) *Manual de la Convención Ramsar. Una guía a la convención sobre los humedales de importancia internacional*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Oficina de la Convención Ramsar, Madrid.

DGOH (1990) *Estudio de las zonas húmedas de la España peninsular. Inventario y tipificación. Volumen IV. Cuenca del Guadiana*. Inédito. INITEC y M.O.P.U., Madrid.

DOADRIO, I. (2001) *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España*. DGCONA (MMA)-MNCN (CSIC), Madrid.

FERRERAS CHASCO, C. & FIDALGO HIJANO, C. (1991) *Biogeografía y Edafogeografía*. Ed. Síntesis, Madrid.

FLORÍN BELTRÁN, M. (2001) Ecología y conservación de los humedales manchegos. En: García, E. (ed.) *La Mancha Húmeda: valores ecológicos y problemática conservacionista*. Instituto Provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos (Diputación Provincial de Toledo), Toledo. Pp. 65-92.

GARCÍA AVILÉS, J. (1994) *Ecosistemas acuáticos leníticos del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Inventario y tipificación*. Serie Documentos del CIAM. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid, Madrid.

GARCÍA RÍO, R. & BARRIOS PÉREZ, J. (1996) *Estudio botánico de la Sierra de Puertollano*. Concejalía de Cultura (Ayuntamiento de Puertollano), Puertollano.

GARCÍA RÍO, R. (2006) *Flora y vegetación de Sierra Madrona y Valle de Alcudia. Bases científicas para su conservación*. Centro de Investigaciones Ambientales del Mediterráneo, Ciudad Real.

GONZÁLEZ CÁRDENAS, E. (1996) Secuencias eruptivas y formas de relieve en los volcanes del sector oriental del Campo de Calatrava (Macizo de Calatrava y Domo de Almagro). *Actas de las XII Jornadas de Campo de Geografía Física*. Pp. 133-164.

GONZÁLEZ CÁRDENAS, E., GOSÁLVEZ REY, R.U., BECERRA RAMÍREZ, R. & ESCOBAR LAHOZ, E. (2007) Actividad eruptiva holocena en el Campo de Calatrava (volcán Columba, Ciudad Real, España). En: Lario, J. y Silva, P.G. *Contribuciones al Estudio del Periodo Cuaternario*. Aequa, Ávila. Pp. 143-144.

GOSÁLVEZ REY, R. U. (2012) *Análisis biogeográfico de las lagunas volcánicas de la Península Ibérica. Bases científicas para su gestión*. Tesis Doctoral. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio (UCLM), Ciudad Real.

GOSÁLVEZ REY, R.U. & MORALES, M. (2007) Distribución y tamaño poblacional de la avutarda común en la ZEPA Área esteparia del Campo de Calatrava (invierno, 2004-primavera, 2005) En: Casas, F., Arredondo, A., López-Jamar, J. (Eds.). *Anuario Ornitológico de Ciudad Real, 2004-2005*:191-196. SEO-Ciudad Real, Ciudad Real.

GOSÁLVEZ REY, R.U., GUZMÁN, J., SEGURA, L.A. & TORRALVO, C. (2002) Avance de resultados del censo de avutarda Otis tarda de la provincia de Ciudad Real, año 2001. En: Torralvo, C. (Ed.). *Anuario Ornitológico de Ciudad Real 1995-2001*:91-106. SEO-Ciudad Real, Ciudad Real.

GOSÁLVEZ REY, R.U., LÓPEZ-JAMAR, J. & MORALES PÉREZ, M. (2009) Evaluación de las poblaciones de aves esteparias del núcleo Torrenueva de la ZEPA áreas esteparias del Campo de Montiel (Ciudad Real) En: Torralvo, C. (Ed.). *Anuario Ornitológico de Ciudad Real 2006-2007*:63-72. SEO-Ciudad Real, Ciudad Real.

GUZMÁN, J. (2002) Censo y protección de las poblaciones de Aguilucho cenizo *Circus pygargus* en el Campo de Montiel (Ciudad Real). En: Torralvo, C. (Ed.) *Anuario Ornitológico de Ciudad Real 1995-2001*:79-86. SEO-Ciudad Real, Ciudad Real.

GUZMÁN, J. (2004a) Distribución y protección del Aguilucho cenizo *Circus pygargus* en la provincia de Ciudad Real. En: Torralvo, C. (Ed.) *Anuario Ornitológico de Ciudad Real 2002-2003*:107-114. SEO-Ciudad Real, Ciudad Real.

GUZMÁN, J. (2004b) Distribución y abundancia del Sisón común *Tetrax tetrax*, la Ganga ortega *Pterocles orientalis* y la Ganga ibérica *Pterocles alchata* en distintas comarcas cerealistas de la provincia de Ciudad Real. En: Torralvo, C. (Ed.) *Anuario Ornitológico de Ciudad Real 2002-2003*:121-133. SEO-Ciudad Real, Ciudad Real.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1932a) *Estudio de la región volcánica central de España*. Memoria de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid.

HOLLIS, G. E., HOLLAND, M. M., MALTBY, E. & LARSON, J. S. (1988) Wise Use of Wetlands. *Nature and Resources*, 24 (1), 2-13.

ICONA (1982) *Censo nacional de avutardas*. Informe inédito. ICONA, Madrid.

JCCM (1994) *Base de información cartográfica y biológica sobre especies de aves esteparias de interés especial*. Informe inédito.

Dirección General de Montes y Medio Ambiente Natural (JCCM) y Estudios Territoriales Integrados, S.L., Toledo.

JORGENSEN, B.B. & NELSON, D.C. (1988) Bacterial zonation, photosynthesis and spectral light distribution in hot spring microbial mats of Iceland. *Microbial Ecology*, 16, 133-147.

LÓPEZ-JAMAR, J., CASA, F. Y DÍAZ, M. (2004) Dinámica estacional de la población de avutarda común *Otis tarda* en el Campo de Calatrava. En: Torralvo, C. (Ed.) *Anuario Ornitológico de Ciudad Real 2002-2003*:115-120. SEO-Ciudad Real, Ciudad Real.

MADROÑO, A., GONZÁLEZ, C. & ATIENZA, J.C. (2004) *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/Birdlife, Madrid.

MANZANO, M., BORJA, F. & MONTES, C. (2002) Metodología de tipificación hidrológica de los humedales españoles con vistas a su valoración funcional y a su gestión. Aplicación a los humedales de Doñana. *Boletín Geológico y Minero*, 113 (3), 313-330.

MARGALEF, R. (2005) *Ecología*. Omega S.A., Barcelona.

MARSHALL, K.C., STOUT, R. & MITCHELL, R. (1971) Mechanisms in the initial events in the sorption of marine bacteria to surfaces. *Journal of General Microbiology*, 68, 337-348.

MARTÍN-BLANCO, C.J. (1996) *Catálogo de la flora vascular de Montes Norte (Ciudad Real): estudio de la zona meridional de la comarca*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

MARTÍN SERRANO, A. (ed.) *Mapa geomorfológico de España y del margen continental*. IGME, Madrid.

MARTÍN HERRERO, J., CIRUJANO BRACAMONTE, S.,

MORENO PÉREZ, M., PERIS GISBERT, J.B. & STÜBING MARTÍNEZ, G. (2003) *La vegetación protegida en Castilla-La Mancha. Descripción, ecología y conservación de los hábitats de protección especial*. Dirección General del Medio Natural (JCCM), Madrid.

MEDINA, L., GARCÍA RÍO, R. & DRAPER, D. (2002) Notas sobre la flora acuática de Ciudad Real. *Botanica Complutensis*, 26, 53-58.

MONGE GARCÍA-MORENO, C. (1991) *Flora y vegetación vascular de las sierras paleozoicas del sur de Ciudad Real (España): Moral de Calatrava, Peral, Cristo y Alhambra*. Editorial Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

MONTES, C. & GONZÁLEZ-CAPITEL, E. (2002) *Plan Andaluz de Humedales*. Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.

MORENO, C.E. (2001) *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.

PALOMO, L.J., GISBERT, J. & BLANCO, J.C. (2007) *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España*. DGB (MMA)-TRAGSA-SECEM-SECEMU, Madrid.

PANADERA CLOPÉS, J.M. (2000) Capítulo 5. Cartografía y representación fitogeográfica. En: Meaza Rodríguez, G. (dir.). (2000) *Metodología y práctica de la Biogeografía*. (Colección La Estrella Polar nº 22), Ediciones del Serbal, Barcelona. Pp. 273-316.

PLEGUEZUELOS, J.M., MÁRQUEZ, R. & LIZANA, M. (eds. cient.) (2002) *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España*. DGCONA (MMA)-AHE, Madrid.

- RAE** (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. Real Academia Española, Madrid. Versión on line: <http://lema.rae.es/drae/>
- SEO/BirdLife** (2012). *Atlas de las aves en invierno en España 2007-2010*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/BirdLife. Madrid.
- SOUTHWOOD, T.R.E.** (1977) Habitat, the template for ecological strategies. *Journal of animal ecology*, 46, 337-365.
- STAL, L.J.** (1995) Physiological ecology of cyanobacteria in microbial mats and other communities. *New Phytologist*, 131, 1-32.
- STANIER, R.Y. & COHEN-BAZIRE, G.** (1977) Phototrophic prokaryotes: the cyanobacteria. *Annual Review of Microbiology*, 31, 225-274.
- TUCKER, G.M. & HEATH, M.F.** (1994) *Birds in Europe. Their Conservation Status*. Birdlife International, Cambridge.
- VAN GEMERDEN, H., TUGHAN, C.S., WIT, R. DE & HERBERT, R.A.** (1989) Laminated microbial ecosystems on sheltered beaches in Scapa Flow, Orkney Islands. *Microbiology Ecology*, 62, 87-102.
- VELAYOS, M., CARRASCO, M.A. & CIRUJANO, S.** (1989) Las lagunas del Campo de Calatrava (Ciudad Real). *Botanica Complutensis*, 14, 9-50.
- VIADA, C.** (1998) *Áreas importantes para las aves en España*. Monografía nº 5. SEO/Birdlife, Madrid.
- VINCENT, W.F.** (2000) Cyanobacterial dominance in polar regions. En: Whitton, B. & Potts, M. (eds.) *Ecology of the Cyanobacteria: their diversity in space and time*. Kluwer Academic Press, Dordrecht. Pp. 321 -340.

AUTORES

Rafael Ubaldo Gosálvez Rey

Licenciado en Geografía y Doctor por la UCLM donde defendió su tesis bajo el título de “Análisis biogeográfico de las lagunas volcánicas de la Península Ibérica: bases científicas para su gestión”. Profesor Ayudante Doctor en el Área de Conocimiento de Geografía Física del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la UCLM, donde imparte las asignaturas de Prevención y Evaluación del Impacto Ambiental, Análisis estadístico de la información geográfica y Fotointerpretación y Teledetección. Es miembro del Grupo de Investigación GEOVOL “Geomorfología, Territorio y Paisaje en Regiones Volcánicas”, colaborador del Grupo de Investigación en “Hidroecología” (IHE) y personal científico de la Sección de Humedales del Centro Regional de Estudios del Agua (CREA), todos dependientes de la UCLM. En la actualidad es Subdirector del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la UCLM. Ha sido o es profesor de numerosos cursos de especialista o master, principalmente relacionados con el urbanismo y la ordenación del territorio impartidos por la UCLM (Curso de Especialista en Derecho Urbanístico de Castilla-La Mancha), la Universidad de Extremadura-CEDITEX (Master de Urbanismo y Ordenación Territorial) o la Universidad de Alcalá de Henares (Master en Urbanismo y Ordenación del Territorio). Es autor de numerosos artículos publicados en revistas especializadas y en actas de congresos científicos y de capítulos de libros y libros sobre toda esta temática. Es miembro activo del Grupo Local de Ciudad Real de la Sociedad Española de Ornitología (SEO/Birdlife), desarrollando en ambas organizaciones ecologistas una línea de trabajo relacionada con la conservación de la flora y fauna y espacios naturales.

Rafael Becerra Ramírez

Licenciado en Geografía y Doctor por la Universidad de Castilla-La Mancha, profesor en esta universidad desde 2008 en el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, impartiendo docencia en los grados de Geografía y O.T., Historia e Historia del Arte. Realiza su actividad investigadora dentro del Grupo de Investigación GEOVOL-UCLM, centrada en el análisis geomorfológico, morfométrico y geopatrimonial de volcanes basálticos

monogénicos, temática en la que se centró su Tesis Doctoral, y también en los riesgos derivados de la actividad volcánica y el aprovechamiento geoturístico de áreas volcánicas como Campo de Calatrava (Castilla-La Mancha, España), Islas Canarias, México e Italia peninsular, entre otras. También es colaborador científico de INVOLCAN, y ha participado como ponente en varios cursos universitarios de Geomorfología Volcánica, Riesgos Naturales, Expertos en Interpretación del Territorio y Experto en Patrimonio Cultural y Natural, así como en varios congresos nacionales e internacionales. Su pasión por los volcanes la compagina con actividades como el senderismo, la fotografía y el rescate de tradiciones, cultura y folclore manchego en su ciudad natal, Tomelloso (Castilla-La Mancha).

Estela Escobar Lahoz

Licenciada en Geografía por la Universidad de Castilla La Mancha, imparte docencia en esta Universidad desde 2008. Es miembro del grupo de investigación GEOVOL y colaboradora científica del Instituto de Volcanología de Canarias (INVOLCAN). Apasionada de los volcanes, sus investigaciones se centran en el aprovechamiento de los recursos derivados de los mismos por parte del hombre, de lo que obtuvo el Diploma de Estudios Avanzados (DEA). Dichas investigaciones se han centrado, en primer lugar, sobre la Región Volcánica del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España) así como en otros territorios volcánicos (Islas Canarias, Italia Peninsular, y México entre otros). Del fruto de las investigaciones como miembro de GEOVOL se han publicado obras como VOLCANES: El latido del Campo de Calatrava, Guía divulgativa de los volcanes del Campo de Calatrava así como varias publicaciones en DVD sobre Itinerarios Didácticos y Geopatrimoniales.

Elena González Cárdenas

Doctora en Geografía por la Universidad Complutense de Madrid, desde abril de 2012 es Directora del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la UCLM. También ha sido Decana de la Facultad de Letras durante ocho años. Profesora Titular en el Área de Conocimiento de Geografía Física del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de

la UCLM, donde imparte las asignaturas de Prevención y Gestión de Riesgos Naturales, Geomorfología Estructuras y Trabajos Prácticos de Campo y de Laboratorio. Es Directora del Grupo de Investigación GEOVOL “Geomorfología, Territorio y Paisaje en Regiones Volcánicas” y colaborador científico del Instituto de Vulcanología de Canarias (INVOLCAN). Ha sido coordinadora y directora de numerosos cursos de especialista relacionados con la geomorfología volcánica desarrollados en Tenerife, Lanzarote, Sicilia y Nápoles. Es autora de numerosos artículos publicados en revistas especializadas y en actas de congresos científicos y de capítulos de libros y libros sobre toda esta temática.

Álvaro Sánchez Sánchez

Natural de Argamasilla de Calatrava, estudió la enseñanza primaria en el Colegio Público Rodríguez Marín y la secundaria en el I.E.S. Alonso Quijano. Desde una edad muy temprana y gracias a sus padres fue desarrollando un especial interés por la naturaleza y el medio ambiente debido entre otras cosas a las salidas que juntos hacían por Sierra Madrona y Valle de Alcudia. En el año 2011 comienza los estudios superiores de Geografía y Ordenación del Territorio en la Universidad de Castilla-La Mancha donde descubre su pasión por los volcanes gracias al grupo de investigación GEOVOL. Durante sus estudios también es elegido como Delegado de Alumnos de la Facultad de Letras, centro de la UCLM donde cursa sus estudios universitarios, y forma parte de la Asociación de Jóvenes Geógrafos de Castilla-La Mancha. Está diplomado como Guía de Senderismo por la Diputación de Ciudad Real y la UCLM y tiene su primera experiencia como guía oficial conduciendo una ruta por el Valle de Alcudia. Durante sus años de estudios universitarios ha seguido desarrollando un gran interés por la naturaleza y por su compromiso con Argamasilla de Calatrava algo que queda de manifiesto en su Trabajo Fin de Carrera que trata sobre la importancia de la restauración de humedales y en concreto se centra en el caso de La Laguna Blanca de Argamasilla de Calatrava.

Con una extensión de 165 km² y una población de 5.997 habitantes, Argamasilla de Calatrava constituye un modelo a escala de la comarca del Campo de Calatrava, con sus serratas paleozoicas, su cuenca sedimentaria y sus volcanes, los tres elementos claves constituyentes de la misma.

Un espacio geográfico de un elevado patrimonio natural, en el que trece volcanes, tres lagunas, dos dehesas y una interesante comunidad de aves esteparias constituyen sus tesoros ocultos, tesoros que ahora se ponen en valor en este libro de la mano de los expertos del Grupo de Investigación GEOVOL del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Castilla-La Mancha, bajo el liderazgo de la Dra. Elena González Cárdenas.

Argamasilla de Calatrava es hoy un municipio que cuenta con interesantes oportunidades de aprovechamiento científico y económico, con la posibilidad de desarrollar actividades sostenibles como el senderismo, el turismo de naturaleza, el birding (observación de aves) o el geoturismo.

Hay, en consecuencia, razones poderosas para conservar y proteger estos tesoros ocultos, no como elementos patrimoniales aislados, sino como elementos esenciales del paisaje actual, el histórico y el cultural, y como seña de identidad de la sociedad que habita este excepcional municipio.

Dar a conocer el patrimonio natural del municipio de Argamasilla de Calatrava ha sido, pues, el objetivo principal del presente libro, pues somos conscientes de que solo se puede conservar aquello que se valora y solo se puede llegar a valorar aquello que se conoce. Con demasiada frecuencia los problemas medioambientales son fruto del desconocimiento de los mecanismos geocológicos por parte de los habitantes que desarrollan su actividad en el espacio geográfico. Argamasilla de Calatrava con este libro pone a disposición de sus habitantes y de sus amigos una herramienta al servicio del conocimiento y su divulgación.