

¿Qué es un 1 Volcán?

“...La mañana de la partida puso bien en orden su planeta. Deshollinó cuidadosamente los volcanes en actividad. Poseía dos volcanes en actividad. Era muy cómodo para calentar el desayuno de la mañana. Poseía también un volcán extinguido. Pero como decía el principito, “¡no se sabe nunca!” deshollinó, pues, igualmente el volcán extinguido. Si se deshollinan bien los volcanes, arden suave y regularmente, sin erupciones. Las erupciones volcánicas son como el fuego de las chimeneas. Evidentemente, en nuestra tierra, somos demasiado pequeños para deshollinar nuestros volcanes. Por eso nos causan tantos disgustos.”

A. de Saint-Exupéry. *El Principito.*



Gentileza del USGS.

Un volcán es una fisura en la superficie de la corteza terrestre por la que se emiten al exterior lavas y gases mediante erupciones de variada tipología e intensidad.

En el interior de la Tierra se producen elevaciones de la temperatura que dan lugar a la fusión parcial de las rocas que se encuentran en la base de la corteza y en el manto superior, entre 20 y 300 Km de profundidad, y a la generación de magmas que suben hacia la superficie al ser más ligeros que los materiales que los rodean. Los magmas se inyectan en la corteza mediante la formación de diques que rompen las rocas impulsados por los gases que los acompañan. La presencia de fracturas en estas rocas facilita su llegada hasta la superficie pues las erupciones tienen lugar en estas zonas de fragilidad, permitiendo el desarrollo de edificios volcánicos alineados según la orientación de las grandes fallas regionales.

EL MAGMA

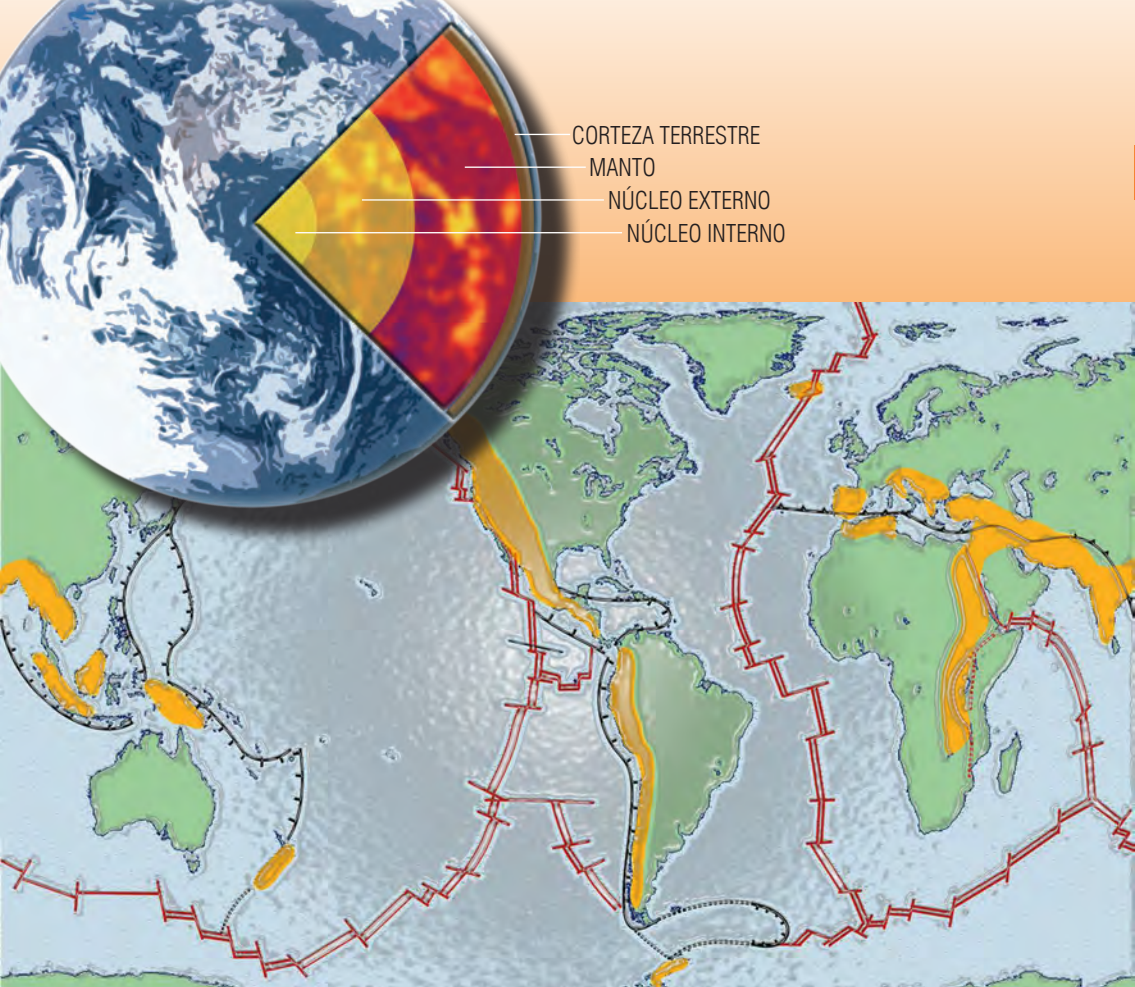
El magma (en griego: masa modelada, unguento o espeso) está integrado por rocas total o parcialmente fundidas que están a temperaturas muy altas. El magma contiene cristales y gases como el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el dióxido de azufre (SO_2) y el sulfuro de hidrógeno (H_2S), entre otros. La composición química del magma es variable y está relacionada con diferentes condiciones de presión y temperatura, pudiendo distinguirse diferentes tipos de magmas en función del lugar de nacimiento y de la evolución que sufren conforme ascienden a la superficie terrestre. Los magmas viscosos tienen una temperatura baja, de 800 a 900°C, mientras que los magmas fluidos son más calientes, llegando a alcanzar los 1.200°C.

Hay que tener en cuenta que diferentes tipos de magmas dan lugar a diferentes tipos de volcanes. Según la manera en la que el magma asciende a la superficie de la Tierra, las erupciones pueden clasificarse en dos grandes categorías: las erupciones efusivas, formadas por lava más o menos líquida, que dan lugar a los “volcanes rojos” y las erupciones explosivas, que se caracterizan por emitir grandes cantidades de materia a la atmósfera de una manera muy violenta, generando los llamados “volcanes grises”.

El ascenso del magma hacia la superficie terrestre se inicia cuando el volumen de material fundido supera la presión de las rocas que lo envuelven. Los magmas pueden ascender a la superficie terrestre directamente desde su zona de origen o bien pueden acumularse en zonas intermedias de la litosfera formando cámaras magmáticas. En una cámara magmática el magma puede enfriarse y solidificarse, dando lugar a una roca plutónica, o puede continuar ascendiendo hacia la superficie de la Tierra, generando una erupción volcánica. En su ascenso, el magma puede variar su composición química mediante diversos mecanismos, destacando la cristalización parcial de minerales contenidos en él y la asimilación de encajantes de la roca fracturada por la que ascienden.

La sílice (SiO_2) es el óxido más abundante, constituyendo del 40 al 65% del total del magma. El porcentaje de sílice da una pauta para clasificar las rocas magmáticas en cuatro grandes grupos.

Rocas magmáticas	% SiO_2
Ácidas	> 66
Intermedias	52-66
Básicas	45-52
Ultrabásicas	< 45



CORTEZA TERRESTRE
 MANTO
 NÚCLEO EXTERNO
 NÚCLEO INTERNO



Distribución mundial del volcanismo.

LA DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DEL VOLCANISMO

En la superficie de la Tierra existen áreas en las que se agrupan el 80% de los volcanes recientes, que tienen una edad de alrededor de 12.000 años (período Holoceno). Estos espacios que se asocian a áreas de debilidad de la corteza, tienen una extensión aproximada de 33.000 km², lo que apenas representa el 1% de la superficie total del planeta. En estas áreas vive el 10% de la población mundial, y son el escenario de la práctica totalidad de las erupciones volcánicas actuales y de buena parte de los movimientos sísmicos.

AMBIENTES VOLCÁNICOS

Las grandes alineaciones de volcanes se sitúan en el interior y en los límites de las placas litosféricas. Así, habrá volcanes en las dorsales oceánicas donde la corteza se rompe y se expande creando nuevo suelo oceánico, en las zonas donde convergen las placas en que ha quedado dividida la corteza (zonas de subducción) y también en regiones del interior de estas placas donde se produce el ascenso de magma a partir de la formación en el Manto terrestre de un “punto caliente”.

La actividad eruptiva de los volcanes está determinada por las condiciones geodinámicas del área en la que éstos se localicen. Estas áreas pueden estar activas en la actualidad o bien haberlo sido en épocas más o menos remotas (cientos de miles o millones de años).

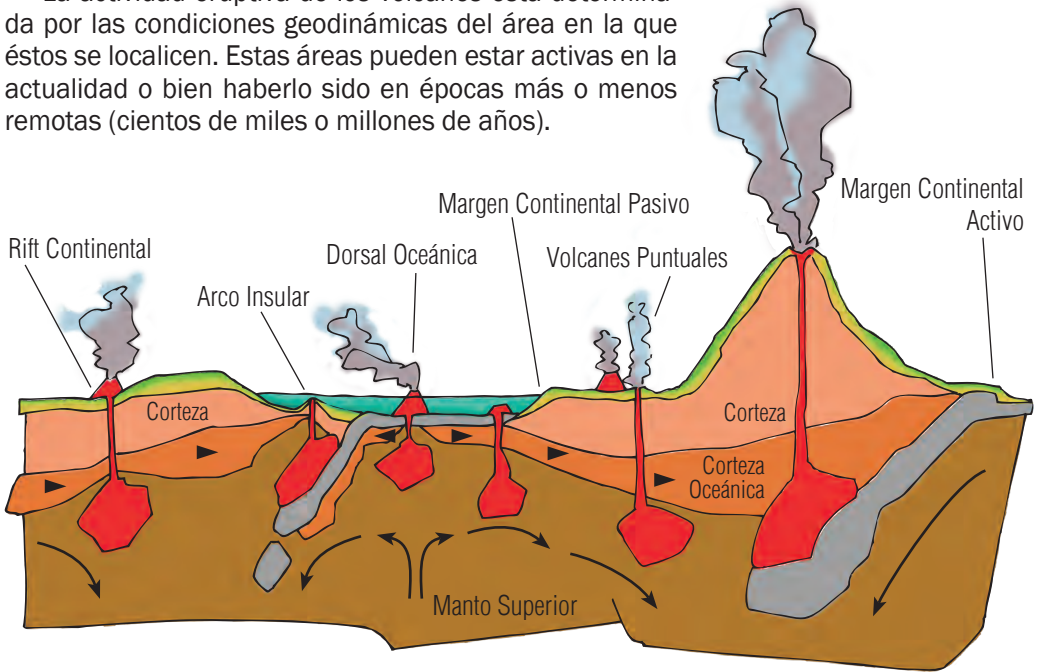
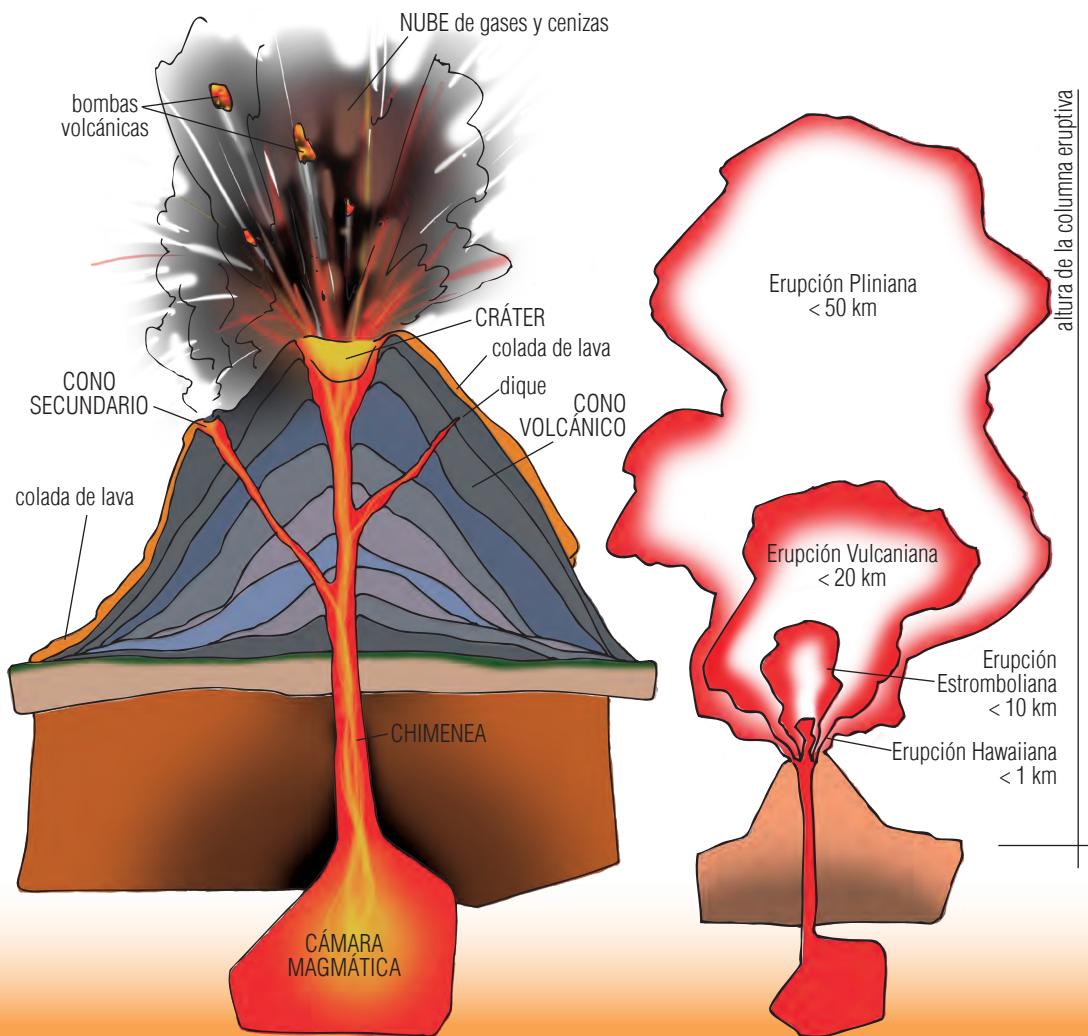


Gráfico descriptivo de ambientes volcánicos.

VOLCANES ACTIVOS

Son regiones volcánicas activas aquellas que han registrado algún tipo de actividad a lo largo del último período interglaciario que se extiende desde hace unos 10.000 años hasta nuestros días. La Cuenca Mediterránea, las Islas Canarias, Islandia, el eje neovolcánico de México, la Cordillera de Las Cascadas, Los Andes, las Islas Hawaii o La Antártida, son ejemplos de regiones volcánicas donde se han registrado erupciones que han sido documentadas por el hombre a lo largo del tiempo, y que en la actualidad mantienen procesos eruptivos de variada tipología e intensidad. La mayoría de los volcanes presentes en estos espacios son volcanes activos que o bien han entrado en erupción en época cercana o bien presentan algún signo de actividad vinculado con los procesos eruptivos como son la presencia de fumarolas, anomalías térmicas, movimientos sísmicos, campos de géysers, emanación difusa de gas, etc.



Estructura de un edificio volcánico. A la derecha gráfico VEI (Índice de Explosividad Volcánica).

Etna, Vesubio, Vulcano, Strómboli, Teide, Sakura-Jima, Pinatubo, Popocatépetl, Colima, Saint Helens, Guagua Pichincha, Villarrica, Monte Erebus, Kilahuea, son volcanes activos desde hace miles o cientos de miles de años. La actividad continuada de estos volcanes ha permitido el desarrollo de grandes edificios volcánicos formados por piroclastos de caída (ceniza, lapilli, escorias y bombas), coladas de lava, depósitos de flujos piroclásticos, avalanchas y lahares. Estos grandes edificios reciben el nombre de estratovolcanes. Son volcanes poligénicos que han alcanzado su forma y volumen actual después de múltiples erupciones separadas en el tiempo.

Otros volcanes, llamados volcanes escudo, están constituidos casi exclusivamente por múltiples coladas superpuestas de lava fluida (basalto), como el Kilahuea y el Mauna-Loa.

LAS ERUPCIONES VOLCÁNICAS

El índice VEI

Las erupciones volcánicas presentan grandes diferencias de unas a otras. Esto va a depender de las características del magma que alimenta a los volcanes. Existen dos tipos de erupciones en función de su índice de explosividad (VEI): efusivas y explosivas.

ERUPCIONES EFUSIVAS

Las erupciones efusivas se caracterizan porque el gas se separa con gran facilidad del magma, lo que permite una emisión “tranquila” de lavas, muy calientes (1.000-1.100°C), que se derraman por la superficie del terreno formando coladas de variada apariencia y extensión. En estas erupciones se emiten fuentes de lava incandescente que pueden alcanzar centenares de metros de altura.

ERUPCIONES EXPLOSIVAS

En las erupciones explosivas el gas, atrapado en un magma menos fluido, se separa de éste de forma violenta, produciéndose explosiones que varían de intensidad y que dan lugar a una variada tipología eruptiva. La violencia de estas explosiones se mide mediante el VEI (Volcanic Eruption Index). Los índices más bajos se corresponden con las erupciones estrombolianas, llamadas así por ser las habituales en el volcán Strómboli, mientras que los valores más elevados se corresponden con las erupciones plinianas. Estas erupciones deben su nombre al relato que de la erupción del Vesubio del año 79 hizo Plinio el Joven.

En las erupciones explosivas se emiten piroclastos, domos de lava, columnas eruptivas de hasta 50 km o más de altura, y peligrosos flujos piroclásticos como los que destruyeron Pompeya y Herculano en agosto del año 79, la ciudad de Saint Pierre en la isla de La Martinica en mayo de 1902 y el entorno del volcán Saint Helens en mayo de 1980.

Erupción explosiva. Cortesía de USGS.



Depósitos volcánicos

Cuando los volcanes entran en erupción expulsan lava y materiales de distintos tamaños. Su estudio, teniendo en cuenta composición, geometría, texturas y forma de acumulación, aporta información sobre el tipo de actividad eruptiva que dio lugar a la aparición del volcán.

PIROCLASTOS

Los productos más comúnmente emitidos por una erupción volcánica reciben el nombre de piroclastos. Se trata de material lávico y cenizas incandescentes, lanzados a la atmósfera por el volcán y que se depositan en torno a la boca de emisión, dando lugar a diferentes formas que construyen el edificio volcánico. Dependiendo del tamaño los piroclastos reciben diferentes denominaciones: cenizas (el material más fino), lapilli, escorias, bombas y bloques (el más grande).

< 4 mm	4 - 32 mm	> 32 mm
cenizas	lapilli	bombas y bloques



Bomba, lapilli y escoria pertenecientes a volcanes del Campo de Calatrava.

COLADAS

Junto con los piroclastos, las coladas de lava también son materiales emitidos por los volcanes. Al llegar el magma a la superficie terrestre y derramarse sobre ésta recibe el nombre de colada de lava o flujo lávico que son emitidos a través de cráteres o fisuras eruptivas. La velocidad, la distancia y la forma superficial que las coladas adopten dependerán en gran medida de varios factores como el grado de cristalización, la temperatura, la química del magma y la topografía por la que discurren. Pueden alcanzar desde una decena de metros hasta kilómetros y potencias considerables, desde unos pocos metros hasta decenas de metros.



Superficie de colada pahoehoe en El Lajial (El Hierro, Canarias).



LAS DISYUNCIONES EN COLADAS

Las coladas de lavas al enfriarse generan una serie de estructuras internas muy llamativas, consecuencia de fracturas de retracción, llamadas también disyunciones.

DISYUNCIONES ESFEROIDALES

Se presentan en la zona más externa de la colada. La escamación de la lava en forma de esferas o bolos es debida a la meteorización de la roca volcánica, por acción de la infiltración lenta del agua de lluvia.

DISYUNCIONES LENTICULARES, EN LOSETAS O EN SILLARES

Se generan cuando la colada se encuentra en movimiento, disponiéndose el flujo en planos paralelos a la dirección de avance, facilitando la formación de un sistema de fracturación horizontal.

DISYUNCIONES COLUMNARES O PRISMÁTICAS

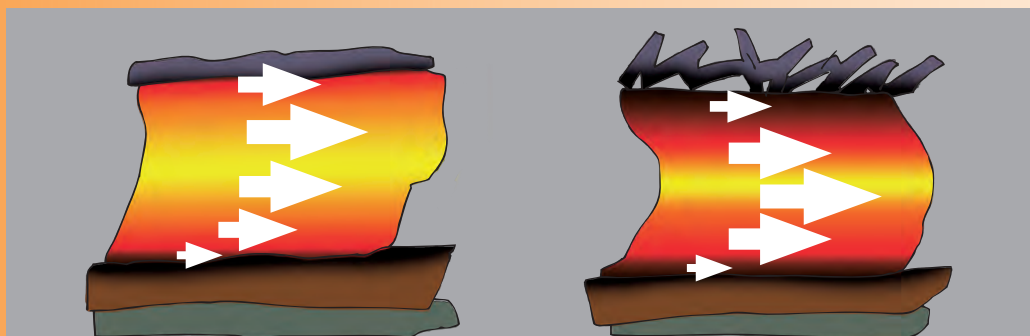
Se producen cuando la velocidad de la colada es lenta o está en reposo. Su origen se encuentra en las diferencias de temperatura entre el centro, mucho más caliente que la base y el techo, desarrollándose una fracturación de tipo vertical, que individualiza columnas o prismas de forma pentagonal o hexagonal.



A la izquierda, disyunciones en Boscarró (San Joan les Fonts, Girona). Abajo, disyunción esferoïdal en Cerro Gordo, Campo de Calatrava.

En las erupciones la lava se desparrama sobre la superficie, dando lugar a la formación de coladas de variada composición y estructura superficial e interna. Las características del magma condiciona la circulación y forma final de las coladas.

Con magmas sálicos, ricos en sílice, las coladas se mueven lentamente, pudiendo quedar detenidas a media ladera del volcán si las tasas de emisión son bajas. Algunas de estas coladas proceden de la transformación de domos en domos-coladas. En ellas se pueden apreciar claramente sus frentes lobulados, y sus característicos arcos de empuje. Los magmas máficos, pobres en sílice, dan lugar a coladas fluidas que alcanzan mayores distancias desde el punto de emisión hasta su detención. Estas coladas tienen superficies generalmente poco accidentadas y se denominan “pahoe-hoe” en uno de los



Las lavas *pahoe-hoe*, a la izquierda, presentan un aspecto alisado ya que la cizalla superficial durante el movimiento es pequeña. Cuando la cizalla es grande, éstas se rompen y originan lavas AA. Una vez enfriadas, las coladas lávicas presentan idéntico aspecto en su interior.



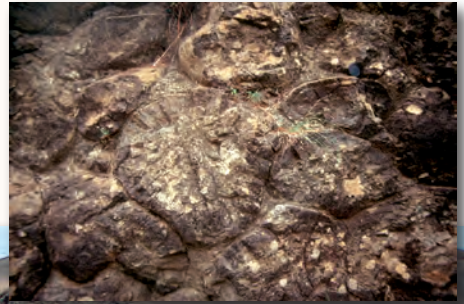
Canal lávico formado en una colada de lava de morfología AA en el Etna (Sicilia).

dialectos de las Islas Hawaii. Alcanzan altas velocidades de salida (excepcionalmente se han medido coladas que se emitían a unos 100 km/h), temperaturas superiores a los 1.000°C, y longitudes de varios kilómetros.

Cuando las lavas son menos fluidas las coladas tienen superficies irregulares y escoriáceas, y reciben el nombre canario de malpaís o AA en hawaiano. El desplazamiento es muy lento y la temperatura queda por debajo de 1.000°C. En lavas de gran viscosidad, las coladas avanzan rompiéndose en bloques de gran tamaño.

Una vez se enfría la superficie de las coladas, la lava puede seguir fluyendo muy caliente internamente formando tubos o túneles de lava, jameos en Canarias. Estos tubos pueden tener varios kilómetros de longitud y una considerable altura y anchura como los de las coladas del volcán de La Corona en Lanzarote. Si las coladas de lava se emiten bajo el mar o al avanzar hacia la costa son recubiertas por el agua del océano, el proceso de enfriamiento diferencial permite el desarrollo de lavas almohadilladas (pillow lavas).

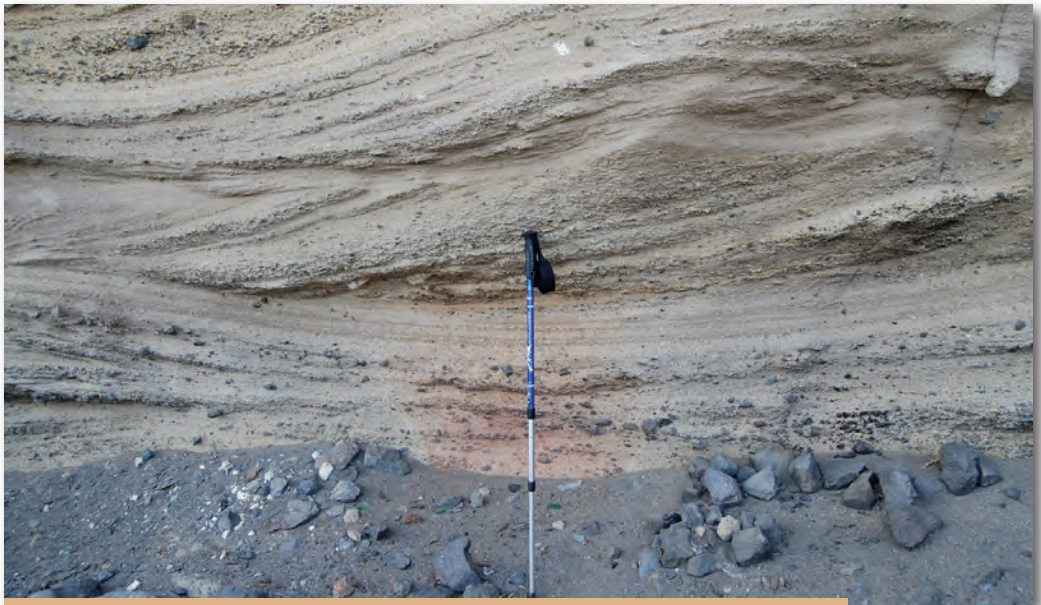
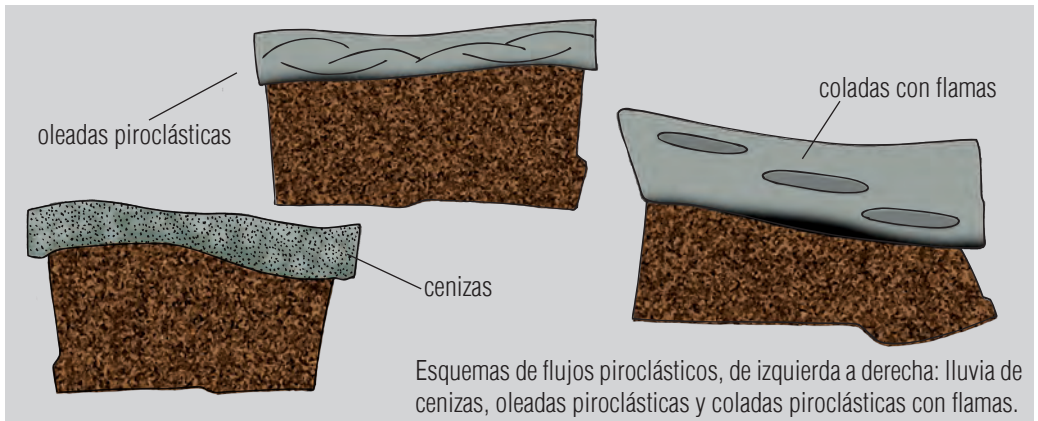
A la derecha, lavas almohadilladas.
Abajo, el hundimiento de un tubo de lava (jameo) ha formado un canal lávico. Flanco noroeste de Pico Viejo, Tenerife (Islas Canarias).



FLUJOS PIROCLÁSTICOS

Son corrientes fluidificadas formadas por l ticos juveniles y l ticos de la roca de caja con el gas como continuo entre partículas. Los flujos piroclásticos se asocian al desplome de columnas plinianas que por su densidad no pueden mantenerse estables en la Atmósfera.

También los flujos piroclásticos se producen en explosiones, derrumbes de domos y erupciones freatomagmáticas. Pueden distinguirse dos grandes tipos de flujos piroclásticos: Coladas y Oleadas piroclásticas.



Depósitos de oleadas piroclásticas tipo "sand wave" en Mont a Escachada (Tenerife).

Coladas piroclásticas

Son flujos laminares de alta concentración y alta densidad que se mueven por gravedad. Se asocian a erupciones plinianas (magmas andesíticos y riolíticos) con desplomes de la parte interna de las columnas eruptivas. En una colada piroclástica se pueden distinguir la cabeza, el cuerpo y la cola. La cabeza es la zona más dinámica, en ella se mezclan flujos laminares y turbulentos, y es en este ámbito donde se ingesta aire atmosférico para mantener la velocidad de movimiento. El flujo se detiene cuando el gas se enfría y pierde su capacidad portante. Los depósitos de las coladas piroclásticas reciben el nombre de ignimbritas.

Oleadas piroclásticas

Son flujos turbulentos de baja concentración y baja densidad. Proceden del desplome de la parte externa de las columnas eruptivas, de la rotura de domos y de la expulsión de gas de la cabeza de las coladas piroclásticas. Un tipo especial de oleada piroclásticas son las *base surge*, generadas en erupciones freatomagmáticas.



Ignimbrita del sur de Tenerife.



Columna eruptiva desplomándose y formando un flujo piroclástico. Volcán Unzen. Foto USGS.

AVALANCHAS

Se generan en edificios volcánicos inestables que soportan grandes volúmenes de material en laderas con ángulos de reposo muy forzados. Los sismos que preceden o acompañan a las erupciones pueden desencadenar avalanchas. El emplazamiento y posterior explosión de domos, son también desencadenantes de estos deslizamientos.

Incluso en volcanes en fase de reposo, desestabilizaciones inducidas pueden dar origen a grandes deslizamientos de flanco.

Las avalanchas están formadas por material heterogéneo y heterométrico. Se extienden al pie del edificio volcánico ocupando centenares o miles de kilómetros cuadrados. En su emplazamiento dan lugar a estructuras cónicas alineadas en la dirección del desplazamiento de la avalancha, llamados *humocks*.

La explosión lateral del volcán Santa Helena, provocada por la descompresión brusca de un domo, por un deslizamiento de ladera que siguió a un sismo, provocó una de las mayores avalanchas de la historia reciente de la volcanología.



Depósitos de avalancha del volcán Saint Helens (EE.UU.). Foto de L. Workman Q. (Google Earth).

LAHARES

Son flujos compuestos por lodo (cenizas volcánicas, barro, grandes bloques, otros materiales y agua). Estos flujos se pueden asociar a pequeñas erupciones capaces de fundir el hielo o la nieve instalada sobre los grandes estratovolcanes, aunque también puede asociarse a grandes lluvias durante o inmediatamente después de eventos eruptivos. Están formados por un elevado contenido en material fino (limo y arena) por lo que son muy densos y viscosos pudiendo transportar grandes bloques de roca, árboles, casas, automóviles... La velocidad que alcanzan estos flujos fangosos estará en función del contenido en agua y de la pendiente del volcán o áreas circundantes por las que discurren, llegando incluso a sobrepasar los 100 km/h.

Grandes catástrofes están asociadas a la ocurrencia de estos fenómenos como la sufrida por la población de Armero (Colombia) tras la erupción del Nevado del Ruiz en 1985, donde uno de estos lahares sepultó la ciudad y con ella a más de 20.000 personas.



Lahar del volcán Nevado del Ruíz (Colombia, 1985), que sepultó la población de Armero. Foto de J. Ocampo (Google Earth).

Abajo, Depósitos laháricos del volcán Saint Helens (EE.UU.) Foto del USGS.



Formas y estructuras volcánicas

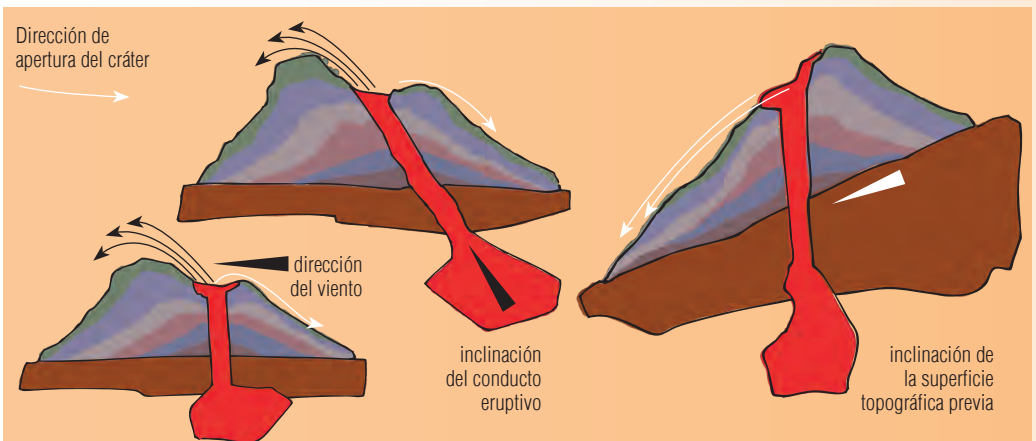
En las erupciones volcánicas se emiten a la atmósfera multitud de materiales lávicos (piroclastos) que, dependiendo de la forma que adquieran una vez depositados y consolidados, recibirán diferentes nombres. Estos piroclastos, al depositarse sobre la superficie terrestre, construirán diferentes estructuras volcánicas denominadas volcanes o edificios volcánicos, constituidos generalmente por conos y cráteres. Dependiendo de la naturaleza de los depósitos, del tipo de erupción, de la plasticidad y viscosidad de las lavas emitidas tendremos diferentes morfologías.

CONOS DE PIROCLASTOS Y CRÁTERES

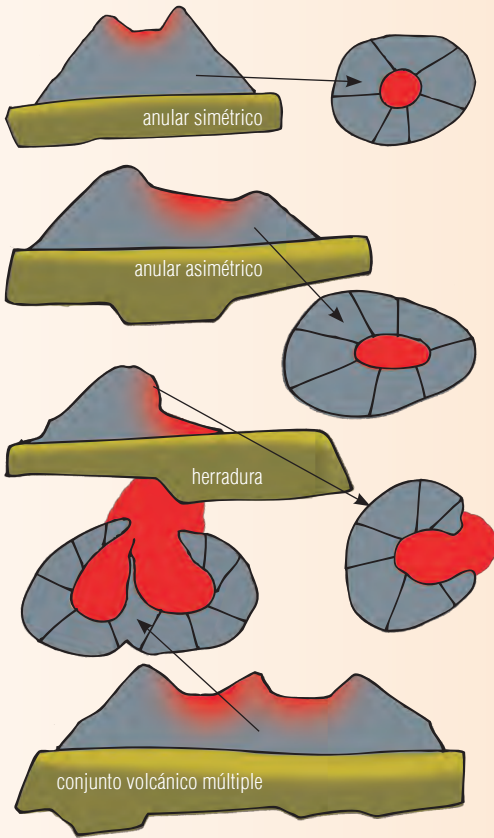
Cono de piroclastos, cono de escorias, cono cinerítico, cono de cenizas, cono de tefra... Todos estos términos son utilizados para denominar a un mismo hecho morfológico: la forma que adoptan los productos emitidos tras una erupción volcánica en la que la composición magmática responde a un basalto alcalino de rápido ascenso. Se generan en erupciones de tipo estromboliano y en menor medida hawaiiano, de duración variable entre unas pocas horas hasta años. Estos conos se forman por la acumulación de piroclastos en torno a una boca de emisión principal (cráter), de ellos pueden derramarse coladas, bien a nivel de la base de la montaña, bien desde el cráter. En erupciones estrombolianas es común la emisión de piroclastos acompañada de la de flujos lávicos, así como de fuentes de lava.

Los conos mantienen cierta relación entre la altura y la anchura de su base (pueden llegar a alcanzar el kilómetro de anchura en la base y 200-300 metros de altura), pudiendo presentar formas diversas: conos anulares cerrados, conos abiertos en herradura, conjuntos volcánicos múltiples y montañas de piroclastos.

La forma abierta o no de un cono de piroclastos vendrá determinada por los vientos predominantes en el momento de la erupción, por la topografía previa con una pendiente elevada o por la inclinación del conducto eruptivo.



Diferentes causantes de la apertura de los conos y cráteres volcánicos según J. Dóniz (2004).



Formas que adoptan los volcanes (dibujados de perfil y planta). J. Dóniz (2004).

De arriba abajo:
 Montaña de Los Charcos, El Hierro (Islas Canarias). Cono piroclástico anular cerrado y disimétrico.
 Volcán Chinyero (1909). Cono de piroclastos abierto en arco. Tenerife (Islas Canarias).
 Montaña Roja, volcán del sur de la isla de Tenerife. Se trata de un cono de piroclastos abierto en herradura.
 Volcán de Orchilla (El Hierro, Islas Canarias). Doble cono de piroclastos con dos cráteres, que forma un conjunto volcánico múltiple.



Arriba, cono de piroclastos de Cerro Pelado (Campo de Calatrava). Abajo, cono de piroclastos en el interior del maar Tecuittlapa (México).





ESTRATOVOLCANES

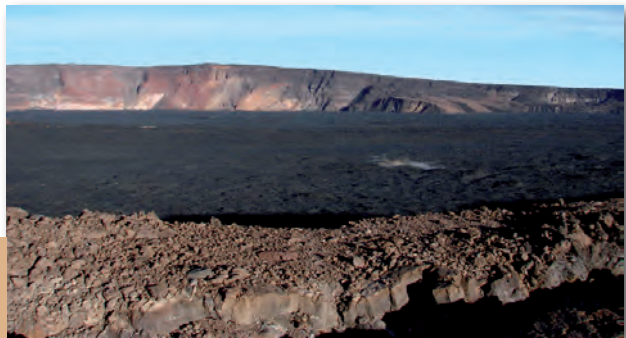
Son grandes estructuras volcánicas en las que la acumulación de materiales (piroclastos y coladas) se ha producido a lo largo de miles o millones de años, en múltiples erupciones de duración variable. La base del edificio volcánico llega a alcanzar varias decenas de kilómetros de anchura y varios miles de metros de altura. Las composiciones magmáticas han sido diferentes (ácidas o básicas) y los estilos eruptivos muy diversos (estrombolianos, vulcanianos, plinianos...), generando morfologías muy complejas, formadas por la acumulación de todos los materiales emitidos en su larga historia eruptiva. Con posterioridad han sido también afectados por largos procesos erosivos que han modificado intensamente su morfología original.

Estratovolcán Teide y coladas emitidas por el mismo y por volcanes adyacentes, en la isla de Tenerife.



Existen grandes estratovolcanes formados por la acumulación de ingentes masas lávicas, de naturaleza basáltica, y por piroclastos, generados en erupciones de tipo hawaiano. Estos grandes edificios son denominados volcanes escudo, llegando al centenar de kilómetros de anchura de sus bases y a miles de metros de altura. Las morfologías son muy variadas pero a grandes rasgos presentan una forma de vertientes suaves, con grandes calderas en las que se forman lagos de lava que pueden llegar a desbordarse. Los más conocidos y representativos están localizados en el archipiélago hawaiano, en las Islas Galápagos y en Islandia.

Cráter del volcán Mauna Loa en Hawaii (EE.UU.) Foto: Senojsitruc (Google Earth).



CONELETES DE ESCORIAS

Asociados a grandes erupciones efusivas se desarrollan coneletes de escorias soldados (*spatter*) y hornitos. Son emisiones lávicas a lo largo de fisuras eruptivas que forman pequeños amontonamientos de material escoriáceo y *spatter* fuertemente soldados entre sí, generando pequeños edificios denominados coneletes de *spatter* (*spatter cones*). Se forman en el transcurso de erupciones efusivas o hawaiianas y pueden estar directamente conectados con un conducto magmático, o carecer de raíz (hornitos). En este último caso se asocian a coladas con circulación de lava a través de tubos o túneles formados bajo la superficie enfriada y consolidada. Los coneletes y hornitos pueden llegar a emitir largas coladas de lava.



A la izquierda, conelete de escorias, formado por *spatter* y derrames lávicos fuertemente soldados entre sí. Punta de Orchilla, El Hierro (Islas Canarias).

DOMOS

Son estructuras formadas por la salida a la superficie de magmas muy viscosos, prácticamente en estado sólido, impulsados por gas. El incremento en el volumen de los domos lleva aparejada su posible explosión y/o colapso, con la emisión de peligrosos flujos piroclásticos y avalanchas como los que destruyeron la ciudad de Saint Pierre, en la Martinica o más recientemente Plymouth, capital de la Isla de Montserrat.



Domo-colada al oeste de Pico Viejo en Tenerife.

CALDERAS

Son las estructuras volcánicas de mayores dimensiones sobre la Tierra. Se denominan así a grandes depresiones, circulares o elípticas, con diámetros de decenas de kilómetros. Se originan generalmente por grandísimas erupciones muy explosivas en las que se ha emitido un gran volumen de magma a la atmósfera, ocasionando el vaciado total o parcial de cámaras magmáticas, lo que provoca el colapso de las mismas y el hundimiento del techo, generándose así estas depresiones kilométricas. Posteriormente a su formación, la actividad volcánica continúa, apareciendo nuevas estructuras. También se le suele llamar caldera a los grandes cráteres de centenares de metros de longitud, incluso kilómetros, de volcanes escudo como el Kilahuea y Mauna Loa, en Hawaii.



MAARES O CRÁTERES HIDROMAGMÁTICOS

Durante el ascenso del magma hacia la superficie terrestre, puede encontrar sedimentos saturados en agua, acuíferos subterráneos o grandes masas de agua superficiales. La interacción agua/magma se puede producir indirectamente, cuando un cuerpo saturado en agua es súbitamente vaporizado por un flujo de calor magmático (erupciones freáticas) o directamente se produce el contacto del agua con el magma en ascenso (erupción freatomagmática). Estos eventos son capaces de generar grandes cráteres (maares) y depósitos de roca pulverizada de morfología y potencia variada (anillos de tobas y conos de tobas) en torno a los mismos.

Maar de Alxoxuca. Estado de Puebla (México).

Arriba, depresión de la Caldera de Las Cañadas en la isla de Tenerife. Anfiteatro formado tras el colapso del antiguo estratovolcán Cañadas.







Arriba, maar de la Posadilla o Fuentillejo (Campo de Calatrava). Abajo, maar o caldera de Los Marteles (Gran Canaria).

FORMAS DERIVADAS DE LA EROSIÓN

En las regiones volcánicas, existen formas y estructuras derivadas de procesos y agentes erosivos. Estas formas pueden ser muy diversas y variadas, algunas de las más interesantes pueden ser los roques, los acantilados, los diques, las mesas de lava, los relieves invertidos, etc.

Barrancos en V, formados por la acción erosiva de las lluvias torrenciales en la isla de Tenerife (Islas Canarias).
Abajo, acantilados formados por la erosión marina de las costas de la isla volcánica de El Hierro (Islas Canarias).



Plataforma lávica que se forma por la acumulación de coladas de lava y depósitos sedimentarios fruto de la denudación de conos de piroclastos y otras formas volcánicas. Isla baja de Orchilla (El Hierro, Islas Canarias).



Roques, diques, chimeneas exhumadas... formas derivadas de la erosión en el Parque Nacional del Teide (Tenerife).



Abajo, mesa de lava y depósitos volcánicos de caída, generada por inversión del relieve, quedando como parte culminante lo que anteriormente se encontraba en el fondo de un valle. Tenerife.



Volcanes

2^{en} España



“Los terrenos propiamente volcánicos, los de las tres últimas erupciones se encuentran en España en una escala muy dilatada, y no tenemos que envidiar nada en este particular a las demás naciones de Europa. El Cabo de Gata y la Sierra de Alhamilla, provincia de Almería, ofrecen sobre veinte y dos leguas cuadradas de traquitas...; y el llano de Mazarrón (Murcia) también traquítico...

Las inmediaciones de Olot en la provincia de Gerona, son también formadas por los basaltos y lavas modernas, ocupando una extensión de más de veinte leguas cuadradas... La última erupción que en Cataluña cita la historia se verificó en 1421; ...

En la falda Norte de la Sierra Morena, provincia de Ciudad-Real, existe también un terreno volcánico de muchas leguas cuadradas de extensión, el que se halla circunscrito entre Argamasilla de Calatrava, desembocadura del río Javalón en el Guadiana, y el lugar que ocupaba antiguamente la ciudad de Alarcos.

Amalio Maestre. 1844. Observaciones acerca de los terrenos volcánicos de la Península.

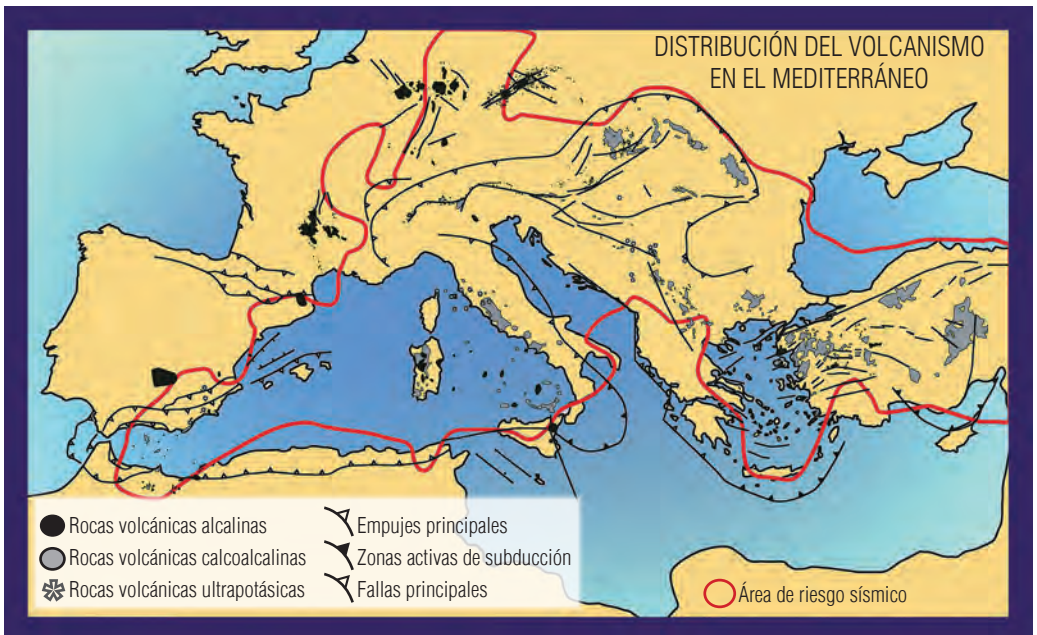
EL VOLCANISMO MEDITERRÁNEO

El área mediterránea es un espacio geológicamente muy activo. Aquí convergen las placas tectónicas Africana y Euroasiática. La relación de convergencia de estos fragmentos de la corteza terrestre no es sencilla. No puede hablarse únicamente de un movimiento de aproximación, sino de procesos compresivo-distensivos e incluso de subducción que han sido no sólo los causantes del nacimiento de las cordilleras alpinas del espacio mediterráneo, sino también de la intensa y dilatada actividad volcánica que desde hace millones de años se ha desarrollado en las tierras ribereñas del Mare Nostrum, poblándolo de inverosímiles islas que en una historia turbulenta se han hecho y deshecho en erupciones calmadas y en aterradoras explosiones.

Islas de lava negra como Strómboli que erupción tras erupción alcanzaban la altura suficiente para emerger de las profundas aguas y formar una elevada montaña cónica de humeante cumbre truncada. Islas de lava blanca como Santorini, abiertas y rotas en altos farallones, abrazando pedazos de mar erizados de múltiples escollos, sugerentes testigos de pérdidas Atlántidas.

Es este un territorio de naturaleza pródiga y a menudo destructora, cuna de nuestra cultura, en el que el hombre y su entorno aprendieron a vivir en una delicada armonía, en un ajustado equilibrio que el devenir de los tiempos ha terminado desafortunadamente por romper.

El volcanismo del mediterráneo occidental, en el que nos encuadramos, se diferencia notablemente del resto del que se desarrolla en la cuenca. En el Mediterráneo central aparecen los estratovolcanes activos Vesubio y Etna y el archipiélago de las Eólicas, y





Clermont Ferrand y el Puy de Dôme. Auvernia (Francia).



Erupción del volcán Etna (Sicilia, Italia) en 2006, con una fuerte emisión de piroclastos y coladas de lava. INGV.

en el Mediterráneo oriental se sitúan los volcanes activos del Mar Egeo entre los que destacan las islas de Nisyros y Santorini que tuvieron sus últimas erupciones en 1888 y 1950, respectivamente.

El volcanismo del Mediterráneo occidental es fundamentalmente un volcanismo de subducción. Los arcos insulares, quedan reducidos a pequeñas alineaciones de islotes, intensamente erosionados, pero que conservan las huellas de una actividad eruptiva marcada por los procesos explosivos derivados del contacto del magma con el agua del mar. El archipiélago de las Columbretes, la isla de Alborán y los islotes del interior del Mar Menor nos sirven de ejemplo.

La actividad eruptiva en esta zona occidental ha tenido menor duración que en el resto de la cuenca. Los últimos eventos se sitúan en el Campo de Calatrava, volcán Columba (< 6.000 años), Macizo Central Francés (erupción del volcán de Pavin hace 6.000 años) y en la zona de Olot, donde las dataciones nos remiten al Holoceno. Con excepción de paroxismos muy violentos en Auvernia (erupciones plinianas del Puy de Dôme) e Eiffel (freatoplínianas en Laacher See), las erupciones son fundamentalmente efusivas y estrombolianas.

La presencia de agua externa al sistema eruptivo da lugar a una intensa actividad hidromagmática, con la formación de magníficos maares, destacando los de Eiffel (Alemania), Auvernia (Francia) y Campo de Calatrava (España).

VOLCANISMO PENINSULAR

En el ámbito peninsular se sitúan espacios volcánicos asociados al volcanismo mediterráneo en Gerona, Pitón de Cancarix (Albacete), Mar Menor (Murcia), Cabo de Gata (Almería) y el Campo de Calatrava (Ciudad Real).

El volcanismo peninsular tiene un origen similar al Mediterráneo. Los arcos tectónicos dan lugar a regiones volcánicas asociadas a zonas de subducción, espacios de distensión de la corteza (rift) o a flexiones en la misma. Todas estas situaciones desembocan en la generación y ascenso de magma hasta la superficie, y en el concreto desarrollo de los procesos eruptivos. En la España peninsular se localizan tres regiones volcánicas principales: La Garrotxa, el Campo de Calatrava y el área del Cabo de Gata. Las características del relieve y del paisaje son muy diferentes en cada una de ellas.

La edad de las manifestaciones eruptivas es también distinta para cada uno de estos espacios, siendo esta circunstancia, en parte, la que ha condicionado el diferente grado de conservación de los edificios volcánicos.



Distribución del volcanismo peninsular.

El volcanismo del Cabo de Gata tiene una edad terciaria, con dataciones que nos remontan a una actividad eruptiva desarrollada entre 16 y 12 millones de años atrás. Las formas de relieve volcánico prácticamente han desaparecido. Se observan restos de calderas, coladas y de depósitos intercalados en formaciones sedimentarias. Los relieves predominantes están condicionados por la abrasión litoral y por el clima subdesértico de este territorio. Esta región volcánica se encuentra en la actualidad protegida bajo la figura de Parque Natural, contando con una extensión de 38.000 has. terrestres y 12.000 marinas.

El volcanismo de Olot se desarrolla a lo largo del Terciario y Cuaternario. Se inicia en las actuales comarcas del Ampurdán y La Selva, comenzando las erupciones en el Mioceno



Pitón volcánico de Cancarix (Albacete).

en un ciclo comprendido entre los 10 y los 8'5 millones de años. Una primera fase se desarrolló hace 7'5 millones de años. En el Plioceno, con una edad de 5 millones de años, se produce la segunda fase eruptiva. En ella los fenómenos hidrotermales adquieren gran relevancia, manteniéndose hasta la actualidad (Caldas de Malaveilla). En el Pleistoceno se desarrollan las erupciones del último ciclo que son las que han dejado una mayor huella en el paisaje. El volcanismo de Gerona es alcalino, con magmas pobres en sílice y ricos en CO_2 . Las erupciones volcánicas son efusivas y estrombolianas. La presencia de agua en contacto con el magma permite el desarrollo de una actividad hidromagmática menos intensa que en otros espacios peninsulares. Es en la comarca de La Garrotxa, donde los relieves volcánicos se muestran con mayor nitidez. Las erupciones se desarrollan en el Pleistoceno y en el Holoceno, con "crisis" sismo-volcánicas en el siglo XVI. Olot es el centro de un espacio volcánico que se caracteriza por la presencia de conos de piroclastos, coladas y algunos buenos ejemplos de maares como el de la Closa de Sant Dalmai.

La actividad volcánica del Campo de Calatrava es un rasgo definitorio del paisaje en la zona central de la provincia de Ciudad Real. Los volcanes se extienden por un amplio territorio de más de 5.000 km^2 , limitado por las alineaciones montañosas

meridionales de los Montes de Toledo al norte, el Valle de Alcudia y Sierra Morena al sur, Río Frío al oeste, y las fracturas internas del zócalo que por el este definen su límite en una línea norte-sur, situada a poniente de la ciudad de Valdepeñas. Recientes investigaciones establecen un número de edificios volcánicos, superior a 300, sin contar los pequeños afloramientos y los restos de cráteres terciarios generados en erupciones hidromagmáticas. La importante concentración de centros de emisión y la notable extensión de los depósitos volcánicos, ha llevado a que tradicionalmente se denomine al territorio eruptivo con el nombre de la comarca histórica del Campo de Calatrava, cuyos límites administrativos y socioeconómicos son rebasados ampliamente por los procesos volcánicos.



VOLCANISMO INSULAR EN EL MEDITERRÁNEO



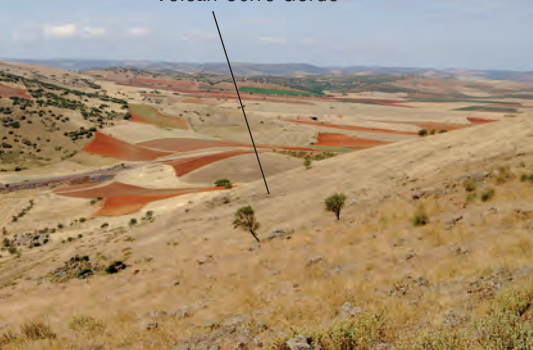
El archipiélago de las Columbretes se sitúa frente a las costas de Castellón. Está formado por un conjunto de islas mayores, islotes y múltiples escollos. Se agrupan en cuatro conjuntos llamados: Grossa, Ferrera, Foradada y Carallot. La superficie emergida es de aproximadamente 20 hectáreas. La mayor de las islas es Grossa con 14 ha situándose en ella la cota más elevada de todo el conjunto, 67 m en la montaña del Faro. La forma de la isla sugiere una actividad de tipo explosiva (*surtseyana*) que dio origen a la cadena de cráteres que la forman.

El Mar Menor es otro de los espacios volcánicos del litoral mediterráneo español. Las formas redondeadas del sur, evocan una morfología de antiguos cráteres. Dentro del espacio cerrado por la banda de arena de La Manga, afloran cinco islas volcánicas llamadas: Mayor o del Barón y también Grosa, Perdiguera, Rondella, Isla del Ciervo e Isla del Sujeto.

La isla de Alborán se sitúa sobre las fallas que se desarrollan en la zona de colisión de las placas Africana y Euroasiática. Es un islote de apenas 600 m de largo y 280 m de ancho, con una elevación máxima de 16 m. La abrasión marina, aumentada por la fuerte erosión generada por el intenso viento que sopla en la zona, ha arrasado prácticamente los antiguos relieves y ha borrado las formas volcánicas. Sólo se reconoce su origen eruptivo por los materiales que en ella se localizan.

Cuevas Negras

Volcán Cerro Gordo



De izquierda a derecha: volcán Montolivet, Campo Volcánico de Olot; volcanismo del Cabo de Gata; volcán de la Isla Perdiguera, en el Mar Menor. Abajo, complejo volcánico de Cerro Gordo, Varondillo y La Sima, en el Campo Volcánico de Calatrava.

VOLCANISMO CANARIO: LOS ÚLTIMOS ACTIVOS

Los únicos volcanes activos del territorio nacional se encuentran en pleno Océano Atlántico, en las Islas Canarias. Las Islas Canarias se sitúan entre los $27^{\circ} 37'$ / $29^{\circ} 25'$ de latitud norte y los $13^{\circ} 20'$ / $18^{\circ} 10'$ de longitud oeste. Distan unos 1.000 km de la Península Ibérica y alrededor de 100 km de la costa africana.

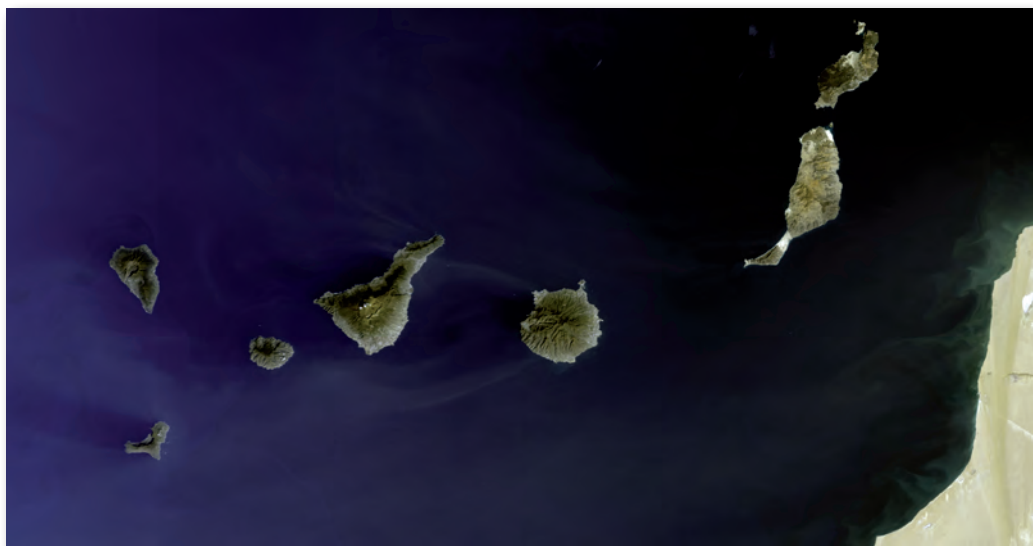
El archipiélago está constituido por siete islas: Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro; cuatro islas menores: Alegranza, La Graciosa, Montaña Clara y Lobos y varios islotes y roques (El Infierno, Roque del Este y Roque de Anaga).

Las islas se levantan sobre el margen occidental de la placa africana, el cual ha sufrido intensos procesos tectónicos y magmáticos que han motivado la aparición de los archipiélagos volcánicos de Madeira y Cabo Verde, además del canario.

Las Islas Canarias son consideradas como uno de los archipiélagos volcánicos de mayor interés mundial. La actividad eruptiva en Canarias dura más de 70 millones de años. Hay una gran variedad de rocas volcánicas y de tipos de erupciones. Los edificios volcánicos canarios tienen alturas que superan los 7.000 metros desde sus bases en el fondo del océano.

Las rocas volcánicas de canarias son mayoritariamente basaltos con un grado variable de diferenciación. Junto a los basaltos, las rocas más abundantes son las traquitas y las fonolitas. Ocasionalmente se han emitido riolitas.

Desde 1341 hasta la hoy se han producido en la isla 18 erupciones con una media entre cada una de ellas de 37 años. Desde el año 2000 y hasta la actualidad se ha producido un incremento notable en la actividad sísmica de la isla de Tenerife, con una



Vista de satélite de las Islas Canarias. ESA/ENVISAT

especial intensificación a lo largo de los años 2004 y 2005. Los focos de mayor intensidad se localizan en el área de Icod de Los Vinos y de Guía de Isora. Esta actividad persistente y concentrada, hizo pensar a algunos científicos que se produciría una erupción tranquila en el entorno de la dorsal de Vilma y a otros en una erupción explosiva en el estratovolcán del Teide.

Hace 19 M.a. emergieron los primeros volcanes en las islas orientales (Fuerteventura y Lanzarote), hace 15 M.a. ocurrió esto mismo en las centrales (Gran Canaria, Tenerife y La Gomera) y hace solamente 2 M.a. en las occidentales (La Palma y El Hierro).

A lo largo de varios ciclos eruptivos se han formado y destruido grandes estratovolcanes y calderas. La gran cantidad de materiales emitidos ha motivado la existencia de deslizamientos y avalanchas de gran envergadura con la formación de amplios valles y golfos.



Paisaje volcánico en Lanzarote. Islas Canarias.

CANARIAS EN ERUPCIÓN

Desde la conquista de Canarias por la corona de Castilla, se han documentado históricamente múltiples erupciones. La más importante de todas ellas fue la producida entre 1730 y 1736 en Lanzarote, quedando buena parte de la isla destruida por la gran erupción de Timanfaya. El siglo XVIII fue especialmente eruptivo en Tenerife. Se abrieron los volcanes de Arafo, Fasnía y Siete Fuentes, Garachico y Chahorra. En el siglo XIX vuelven las Erupciones a Lanzarote con el nacimiento de los volcanes de Fuego, Tao y Tinguatón. A lo largo del siglo XX se han levantado nuevos volcanes en Tenerife y La Palma. La última erupción de Tenerife fue la del Chinyero, producida en noviembre de 1909, y la última del conjunto de las islas, por ahora, ha sido la del volcán Teneguía, en La Palma que entró en erupción en octubre de 1971.



Volcán Teneguía, noviembre de 1971. Cortesía de Vicente Araña.

Abajo, Punta de Orchilla, El Hierro (Islas Canarias). En primer término una erupción fisural con alineación de hornitos de gran diversidad de tamaño y complejidad morfológica a lo largo de la fisura eruptiva.



ERUPCIONES HISTÓRICAS EN LAS ISLAS CANARIAS

AÑO	MES	ISLA	VOLCÁN
1430		Tenerife	Taoro, Valle de La Orotava
1470-92		La Palma	Tacande o Montaña Quemada
1492		Tenerife	Las Cañadas
1585	mayo	La Palma	Tahuya
1646	octubre	La Palma	Tigalete
1677	noviembre	La Palma	San Antonio
1704-05	dic/feb.	Tenerife	Siete Fuentes-Fasnia-Arafo
1706	mayo	Tenerife	Montaña Negra de Garachico
1712	octubre	La Palma	Montaña Lajiones
1730-36	oct/abril	Lanzarote	Timanfaya
1793		El Hierro	Lomo Negro
1798	junio	Tenerife	Chahorra
1824	jul/nov.	Lanzarote	Nuevo del Fuego-Tao-Tinguatón
1909	noviembre	Tenerife	Chinyero
1949	jun/julio.	La Palma	Hoyo Negro-Duraznero-El Llano
1971	oct/nov.	La Palma	Teneguía

El único estratovolcán activo en Canarias es el Teide. En el actual espacio, ocupado por Las Cañadas, existía un gran edificio volcánico. Uno de sus flancos colapsó, provocando un colosal deslizamiento hacia el norte que abrió la depresión del Circo de Las Cañadas y formó grandes valles en esta parte de la isla de Tenerife.

En esta gran depresión, la actividad eruptiva, en el transcurso de los últimos 150.000 años, ha ido construyendo nuevas formas y levantado el estratovolcán del Teide-Pico Viejo. Pico Viejo presenta un magnífico cráter que albergó un lago de lava del que aún hoy se conservan algunos restos. El Teide, que era considerado por los pobladores guanches como el infierno, presenta una estructura compleja con grandes cráteres y conos superpuestos, un pequeño edificio cónico llamado el Pitón del Teide, encajado en el último de los grandes cráteres, y un pequeño cráter terminal en el que existen fumarolas activas que emiten fundamentalmente vapor de agua a unos 80°C, y dióxido de carbono. La última gran erupción explosiva del Teide, ha sido la de Montaña Blanca hace 2.000 años.

Volcanes ^{del} Campo de Calatrava

3



“...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) prólogo a su obra *La Región Volcánica Central de España*.

El Campo de Calatrava se define como un territorio de montaña media localizado en el borde meridional de la Submeseta Sur, en el centro de la provincia de Ciudad Real. Presenta una extensión de hasta 5.000 km² según la delimitación que tomemos de referencia. Esta gran comarca natural debe su nombre a la Orden Militar y Religiosa de Calatrava.

Establecer los límites del Campo de Calatrava ha sido un tema de difícil precisión en las últimas décadas. Han sido muchas las delimitaciones de esta comarca desde ópticas diferentes que van desde las económicas, agrarias y funcionales, hasta aquéllas centradas en las características del paisaje. Desde el punto de vista morfoestructural y paisajístico, el Campo de Calatrava estaría delimitado al norte por las alineaciones meridionales de los relieves apalachenses de los Montes de Toledo; al oeste la zona de montes y rañas sobre los que discurren los ríos Guadiana y Bullaque, denominada Montes de Ciudad Real; al sur, por las estribaciones de Sierra Morena, Valle de Alcudia y Valle del Ojailén-Fresnedas. Por último, el límite este nos llevaría desde el paisaje monteño a las amplias llanuras de La Mancha donde el zócalo varisco y los afloramientos volcánicos desaparecen por completo, dando lugar a un paisaje totalmente diferente y muy antropizado.



Volcán Cerro Gordo. Granátula de Calatrava.

ORIGEN DEL VOLCANISMO CALATRAVO: DIFERENTES INTERPRETACIONES

La interpretación de la génesis del volcanismo del Campo de Calatrava ha sido estudiada por diferentes autores y desde diferentes puntos de vista. En la actualidad no hay un acuerdo claro en cuanto a la causa final del mismo, existiendo interpretaciones contrapuestas. En lo que si coinciden todos los autores consultados es que la aparición del volcanismo calatravo es una consecuencia de la elevación de las Cordilleras Béticas durante la orogenia alpina, suceso geológico que se debe al choque de las placas euroasiática y africana en el contexto del mediterráneo occidental.

INTERPRETACIÓN DE LA GÉNESIS DEL VOLCANISMO CALATRAVO			
AUTOR	AÑO	INTERPRETACIÓN	CONSIDERACIONES
Cadavid	1977	Anomalía térmica mantélica (¿Punto caliente, <i>hot spot</i> ?)	Elevación cortical y adelgazamiento de la litosfera.
Ancochea	1983		Proceso de <i>Rifting</i> abortado.
Bergamín y Carbo	1986	Anomalía relativa de Bouguer (-20mg)	Subida local de la temperatura. Adelgazamiento de la corteza (31 km). Rift poco evolucionado.
López Ruíz et al.	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	Deformación del antepaís bético. Campos de esfuerzos compresivos: Cordilleras Ibérica y Bética	Reactivación y creación de fallas direccionales. Combamiento de la corteza. Desarrollo de diaclasas en el basamento Hercínico. Proceso Flexural: ascenso del manto astenosférico, descompresión y fusión parcial.
Gallardo	2006	Paleomagnetismo: movimientos de bloques	No hay desplazamiento magnético. Volcanismo calatravo posterior a los movimientos orogénicos béticos.

EDAD DEL VOLCANISMO CALATRAVO

Tampoco parece existir un acuerdo entre los investigadores en relación a la edad del volcanismo calatravo. Sí existe acuerdo en considerar que la primera erupción volcánica levanta el Morrón de Villamayor de Calatrava hace unos 8-9 millones de años.

Tradicionalmente la edad de este volcanismo se había fijado como terciaria, pero nuevos trabajos de investigación emprendidos en los inicios del siglo XXI plantean una revisión de la cronología eruptiva en el Campo de Calatrava en relación con su etapa final. Estos trabajos sitúan las últimas erupciones en el final del Pleistoceno Superior y en el Holoceno Medio, lo cual implica edades inferiores a los 10.000 años. Estas dataciones

CRONOLOGÍA PARA EL VOLCANISMO CALATRAVO

AUTOR	AÑO	CRONOLOGÍA	OBSERVACIONES
Quiroga	1880	Mioceno	
Cortázar	1880	Mioceno	
Fco. Hernández-Pacheco	1932	Plioceno Superior Pleistoceno Medio	
E. Molina	1975	3 Fases: 1) Intra-Miocena 2) Plioceno Inferior 3) Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior	En función de la disposición de los materiales volcánicos respecto a los depósitos de cuencas sedimentarias.
E. Ancochea	1983	2 Etapas: 1) 8-7 M.a. hasta los 6-4 M.a. (Mioceno Superior) 2) 4-5 M.a. (Plioceno) hasta los 1-5 M.a. (Pleistoceno Inferior)	Análisis petrológicos, geoquímicos y mediante dataciones absolutas de K-Ar.
M. A. Poblete Piedrabuena	1995	3 Etapas: EV1) Mioceno Superior-Plioceno Inferior EV2) Plioceno Inferior-Superior EV3) Villafranquiense Inferior-Medio EV4?) Pleistoceno-Holoceno?	En función de la disposición de los materiales volcánicos con respecto a las calizas rusciñenses.
	2000/07	Final del Pleistoceno Superior Hasta el Holoceno Medio (< de 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 al.</i>	1996 2004 2006 2007	Últimas erupciones: finales del Pleistoceno Superior-Holoceno Medio Erupción del Volcán Columba: Holoceno Medio (< 6.000 años)	Dataciones absolutas a partir de restos vegetales encontrados en un paleosuelo fosilizado por depósitos hidromagmáticos. Técnica del Radiocarbono (C ¹⁴).

Elaboración propia, 2008

se han realizado mediante técnicas indirectas (cronoestratigrafía) y absolutas (C^{14} en paleosuelos fosilizados por depósitos volcánicos), datos que nos llevan a considerar a la región volcánica del Campo de Calatrava como una zona volcánica activa, según criterios internacionales.

	Paleosuelo	Moldes vegetales
Edad calibrada	5.510 años	5.551 años
$\delta C^{13}O/00 PDB^*$	-26,7	-25,7
Material	Carbón vegetal / Humus	Carbón vegetal

Dataciones realizadas en el Angstrom Laboratory de Upsala sobre restos vegetales encontrados en un paleosuelo fosilizado por material volcánico en el volcán Columba. Fuente: González *et al.* (2006 y 2007). *PDB (*PeeDee Belemnite*): valor estándar para el Carbono, que corresponde a un fósil marino del Cretácico (*Belemnitella americana*) de la formación "PeeDee" (nombre indio) en Carolina del Sur (EE. UU.)



Paleosuelo y depósitos piroclásticos de Columba.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS DEL CAMPO DE CALATRAVA



En la historia eruptiva del volcanismo calatravo se han originado una serie de depósitos volcánicos diferenciados, atendiendo a su composición química y mineralógica principalmente, pero también al tipo de erupciones que los han generado. En general, este volcanismo se caracteriza por ser básico y ultrabásico, es decir estamos ante la presencia de magmas alcalinos muy ricos en CO_2 , con un contenido muy bajo en sílice (inferior al 45%).

Las erupciones volcánicas en el Campo de Calatrava han sido tanto efusivas como explosivas. Dentro de estas últimas podremos diferenciar erupciones estrombolianas e hidromagmáticas dependiendo de la relación agua/magma en el momento de producirse las erupciones, sin descartar eventos explosivos de carácter vulcaniano vinculados a la ruptura de tapones de lava solidificada en conductos eruptivos. Más adelante veremos las características de este tipo de erupciones. Las rocas volcánicas emitidas son:

Basaltos olivínicos. Rocas de color negro o gris oscuro. Contienen fenocristales de olivino y clinopiroxeno, accidentalmente también plagioclasas. Algunos volcanes que emitieron este material son: La Cornudilla, Cuevas Negras, Las Cuevas, Columba, el Cabezuelo, Las Pilas, Las Canteras, Cabeza del Encinar y Salvatierra.

Nefelinitas olivínicas. Rocas volcánicas en las que la nefelina aparece como único feldespatoide, es frecuente que también aparezca asociada a melilita y leucita. Son de color gris con tonalidades claras a oscuras. Algunos volcanes que emitieron Nefelinitas fueron: Cerro Gordo, Fournier y Capa Lobos.

Melilitas olivínicas. Caracterizadas por la presencia de melilita acompañada de olivino, clinopiroxeno y minerales opacos, variando de color gris a gris parduzco. El volcán de la Yezosa de Almagro o la Viznera de Moral de Calatrava responden a este tipo de materiales.

Limburgitas. Rocas de tonalidad rojiza en las que no es visible ningún feldespato ni feldespatoide, pero con fenocristales de olivino y augita. El volcán de la Tetúa en Valenzuela de Calatrava emitió este tipo de rocas.

Leucitas olivínicas. Son leucititas olivínico-nefelínicas, presentes en el Morrón de Villamayor, y melaleucititas olivínico-nefelínicas. Los fenocristales son de olivino y clinopiroxenos de color pardo suave muy escasos.

Depósitos hidromagmáticos. Estos materiales están compuestos por fragmentos accidentales de rocas paleozoicas, rocas sedimentarias terciarias, materiales vol-



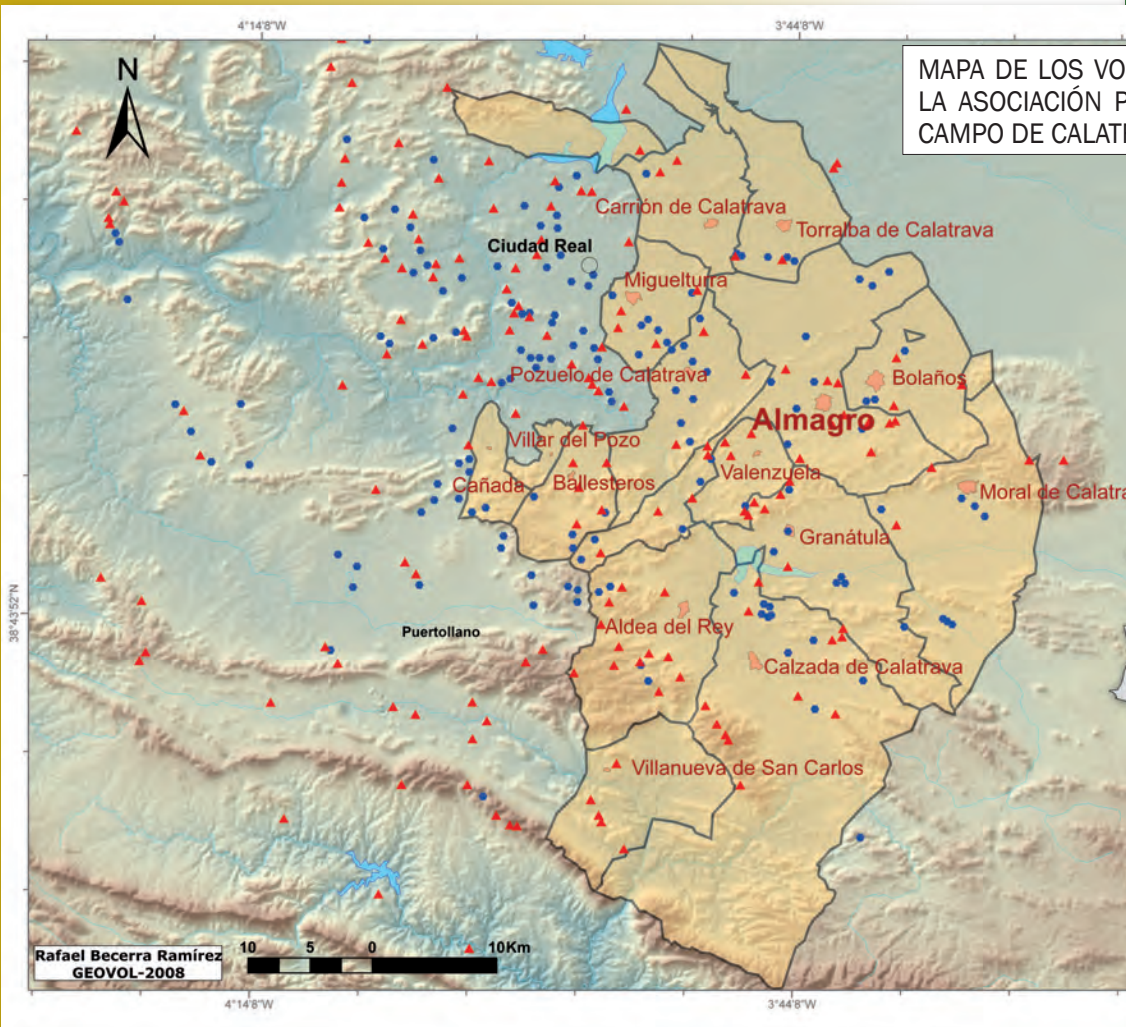
Basalto olivínico.

cánicos, cristales volcánicos sueltos o enclaves peridotíticos, generadas en las explosiones hidrovulcánicas. Aparecen extensamente por todo el territorio, como por ejemplo en la Hoya de la Celadilla de Miguelturra, la Hoya de Nandín en Almagro o el Barranco de Varondillo en Granátula de Calatrava.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VOLCANISMO CALATRAVO

Los edificios volcánicos del Campo de Calatrava no se presentan aleatoriamente en el territorio, sino que se articulan en claras alineaciones volcánicas que se entrecruzan.

La distribución de los centros de emisión responde a ciertas pautas condicionadas por directrices tectónicas bien heredadas (variscas o tardivariscas) o bien propias.

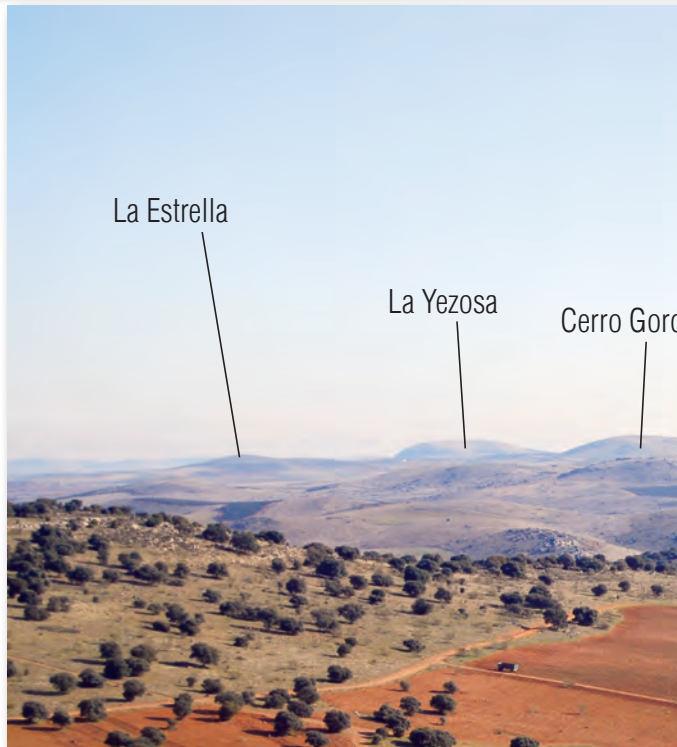


Como consecuencia de todo ello, en el Campo de Calatrava se distingue actualmente un espacio central en el que se concentra el mayor número de volcanes, rodeado de espacios periféricos en los que el número e intensidad de las erupciones va disminuyendo progresivamente hasta desaparecer.

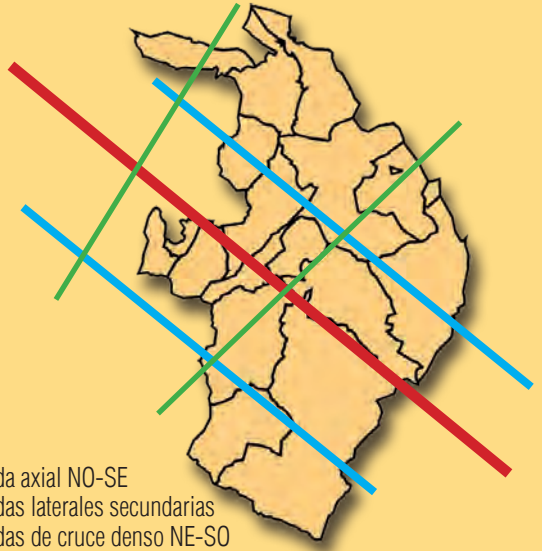
Cráter del volcán Cuevas Negras en la Sierra de Granátula-Valenzuela.



LOS VOLCANES EN EL ÁMBITO DE ORDENACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CAMPO DE CALATRAVA



SISTEMA DE ALINEACIONES ESTRUCTURALES simplificado de Ancochea y Brändle (1982)



La Sima

La Cornudilla

Cuevas Negras

Alineación de volcanes en la Sierra de Granátula-Valenzuela.

FORMAS DE RELIEVE Y DEPÓSITOS VOLCÁNICOS EN EL CAMPO DE CALATRAVA

LAS ERUPCIONES EFUSIVAS en el Campo de Calatrava emitieron grandes cantidades de material lávico, a lo largo de fisuras abiertas sobre los flancos de las sierras paleozoicas o en mitad de las cuencas sedimentarias. Tuvieron un índice de explosividad muy bajo y emitieron largas coladas a altas temperaturas (1.200°C). Las formas derivadas de estas erupciones son:

- Depósitos de Spatter
- Volcanes escudo
- Pequeños lagos de lava
- Coneletes de Escorias
- Coladas fluidas





Depósitos de spatter en Cuevas Negras.



Volcán escudo Cabezo de Pescadores; colada pahoe-hoe de un puesto de caza; laguito de lava de La Cornudilla.

LAS ERUPCIONES ESTROMBOLIA

un grado de explosividad bajo y la expulsión y proyección aérea (piroclastos tipo bombas, nubes) que reduce la energía explosiva, estos mecanismos generan formas y depósitos derivados de estas erupciones.

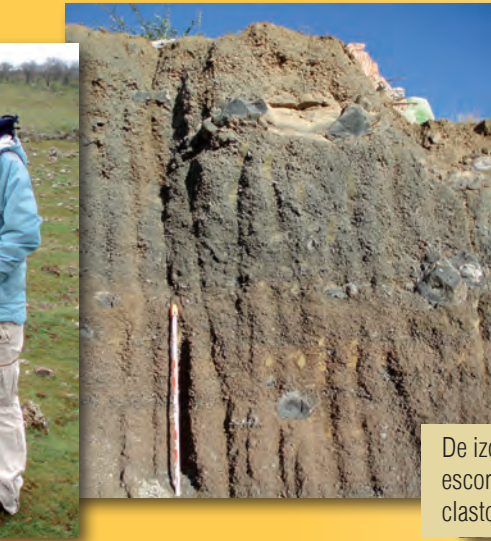
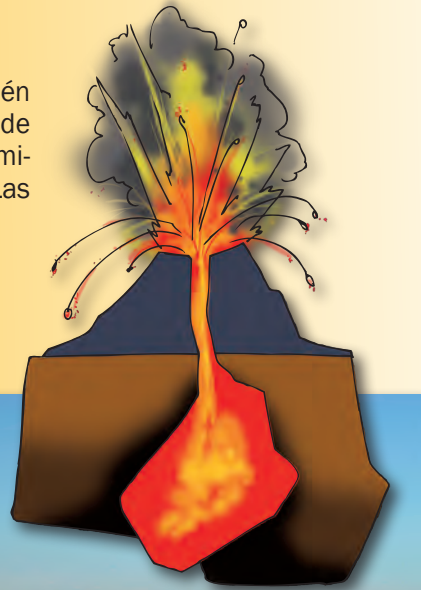
- Conos de piroclastos (cinder cones)
- Depósitos piroclásticos (Lapilli, bombas..)
- Coladas lávicas



Volcán Columba, Granátula de Calatrava.

ANAS en esta región se caracterizan por tener también a la atmósfera gran cantidad de material volcánico (lapilli, escorias y cenizas). En ocasiones, cuando disminuyen se comportan como en las erupciones efusivas. Las erupciones en el Campo de Calatrava son:

- Cráteres abiertos-cerrados
- Mantos de piroclastos



De izquierda a derecha: bomba del volcán Columba; lapilli, escorias y bombas del volcán El Cabezuelo; cono de piroclastos del Columba.



Volcán La Yezosa, Almagro.



Manto de piroclastos.

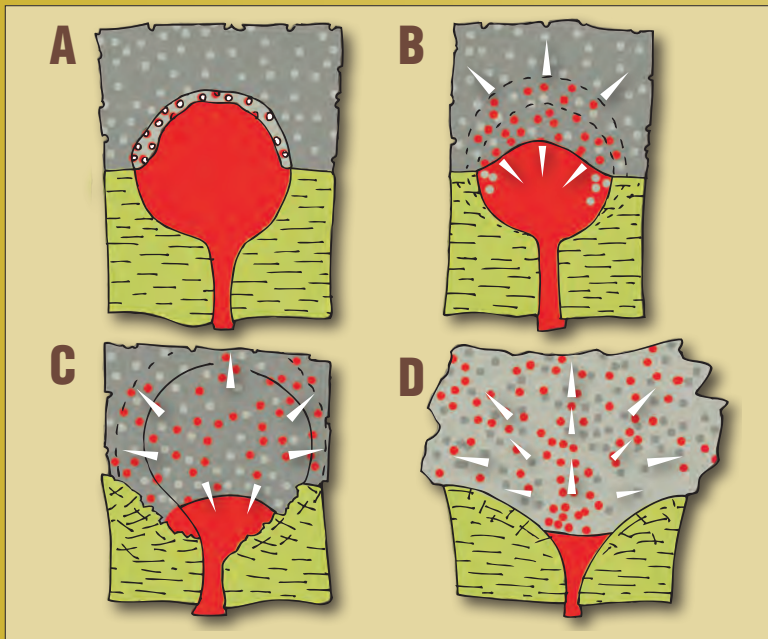
HIDROVOLCANISMO

Dentro de los diversos mecanismos eruptivos desarrollados en el Campo de Calatrava, el hidrovulcanismo es el más destacado por su abundancia (más de la mitad de los edificios volcánicos responden a estas dinámicas) y por las repercusiones ambientales que introduce en el territorio en forma de encharcamientos temporales de agua (lagunas) acumulada en los fondos de los cráteres de explosión (maares).

El hidrovulcanismo hace referencia a los procesos físicos y químicos que ocurren cuando el magma o un foco de calor magmático interfiere en una acumulación de agua externa al sistema volcánico, pudiendo ser ésta superficial o subterránea. Los ambientes hidrogeológicos en los que el magma y el agua pueden encontrarse son numerosos y variados, lo que implica que estas erupciones puedan darse en cualquier área volcánica del planeta.

El contacto agua-magma responde a un mecanismo físico estudiado en procesos industriales y reactores nucleares, conocido como *fuel-coolant interactions* (interacciones combustible-refrigerante) (Wohletz, 1993). El magma se comportaría como un combustible y el agua como un refrigerante, interactuando ambos con explosiones paroxísmicas pulsantes, fruto de la rápida transformación de la energía térmica del magma en cinética, a través de la vaporización del agua.

En este proceso se pueden distinguir cuatro fases:



Mecanismos de interacción agua-magma (Sheridan y Wohletz, 1983)

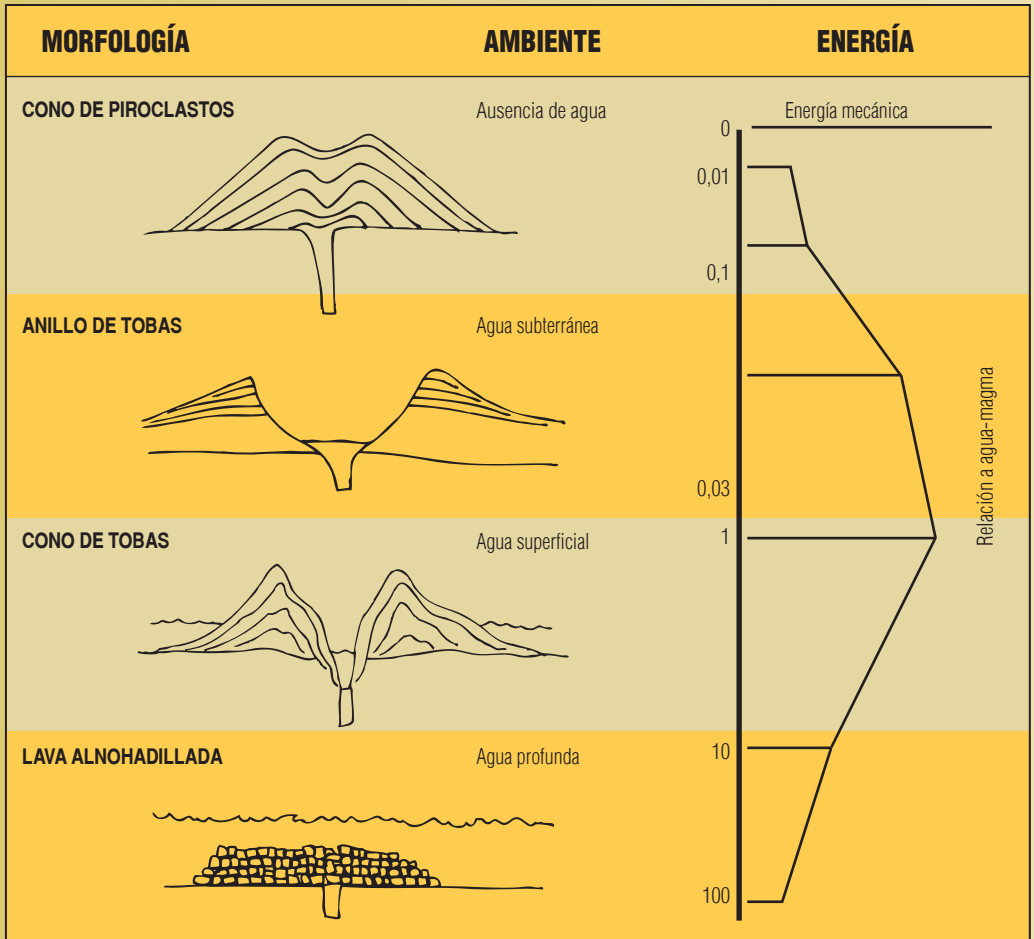
Fase A. Desarrollo de una película de vapor en torno a ambos fluidos. **Fase B.** Mezcla entre el agua y el magma. **Fase C.** Incremento de la superficie de contacto entre el agua y el magma y vaporización del agua. **Fase D.** Expansión explosiva que vence la resistencia de los materiales de la roca de caja, generando un maar.

El factor que controla la efectividad de la interacción agua-magma y la variedad de morfologías y de depósitos hidromagmáticos resultantes, es la relación de masa que se establece entre el magma y el agua y por la geometría del contacto.

Las formas resultantes de menor a mayor cantidad de agua serían:

- Cono de piroclastos
- Maar con anillo de tobas

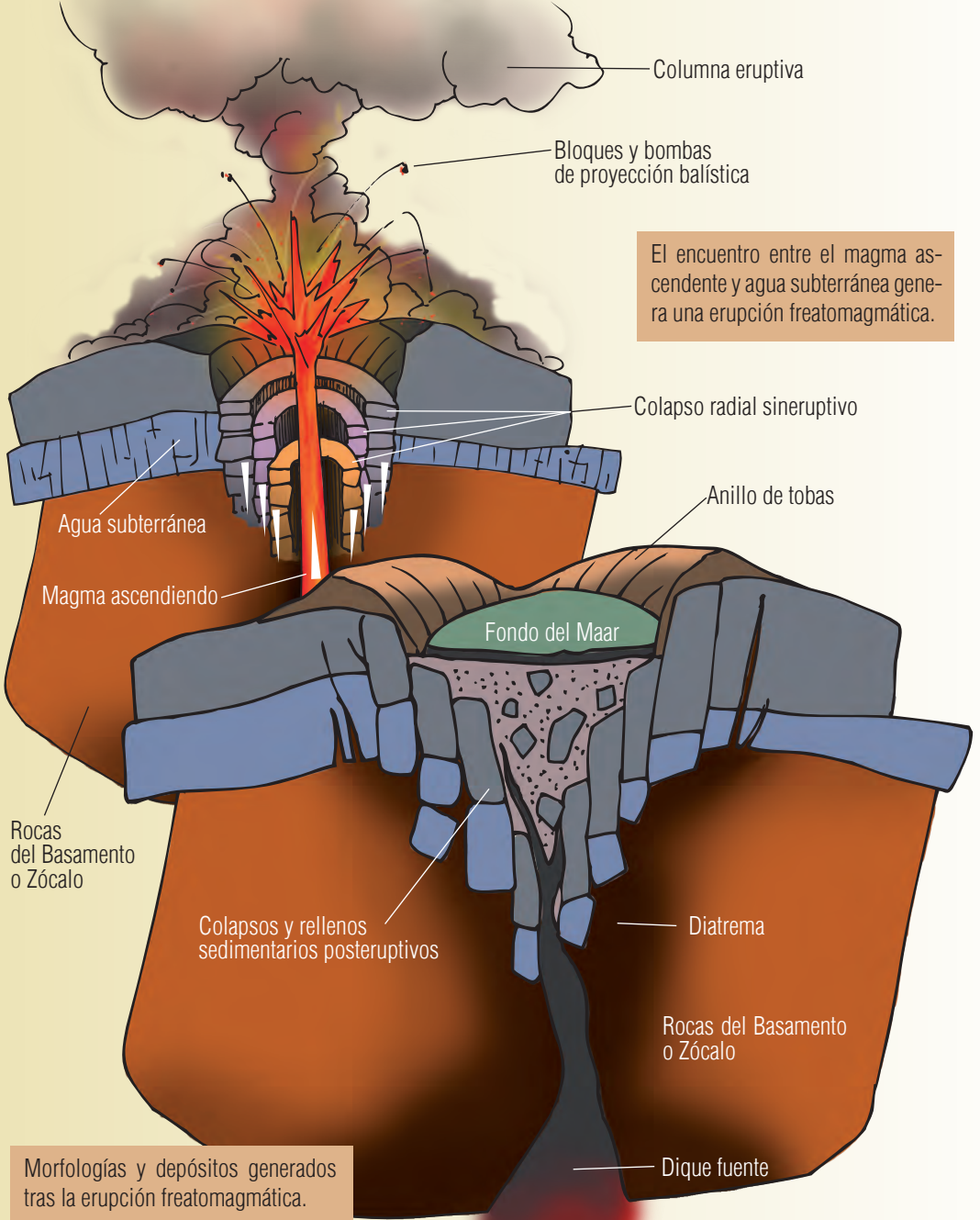
- Maar con cono de tobas
- Lavas almohadilladas



Relaciones de masa agua-magma y principales morfologías resultantes (Sheridan y Wohletz, 1983).

El contacto de un magma con el agua se puede producir de forma directa, lo que genera una erupción freatomagmática, o indirecta, erupción freática, distinguiéndose en cada caso mecanismos eruptivos diferentes. En el primer caso se produce la transformación del agua en vapor, mediante la transferencia de la energía térmica del magma a energía cinética, y su expansión explosiva posterior.

En las erupciones freáticas, la transferencia de energía del magma al agua se produce por conducción. En este caso, el incremento de presión en el acuífero es suficiente para producir una violenta explosión en la que se emite agua en forma líquida o como vapor.



Morfologías y depósitos generados tras la erupción freatomagmática.

MORFOLOGÍAS HIDROVOLCÁNICAS EN EL CAMPO DE CALTRAVA maares y anillos de tobas (*tuff rings*)

El resultado final de las erupciones hidromagmáticas es la apertura de una hondonada o depresión y la formación de un depósito anular compuesto de tobas volcánicas explosivas (depósitos de oleadas piroclásticas). En función de la intensidad de la erupción se pueden distinguir dos tipos morfológicos principales: maares *sensu stricto* y maares con anillos de tobas bien desarrollados (*tuff rings*).

MAAR (*sensu stricto*)

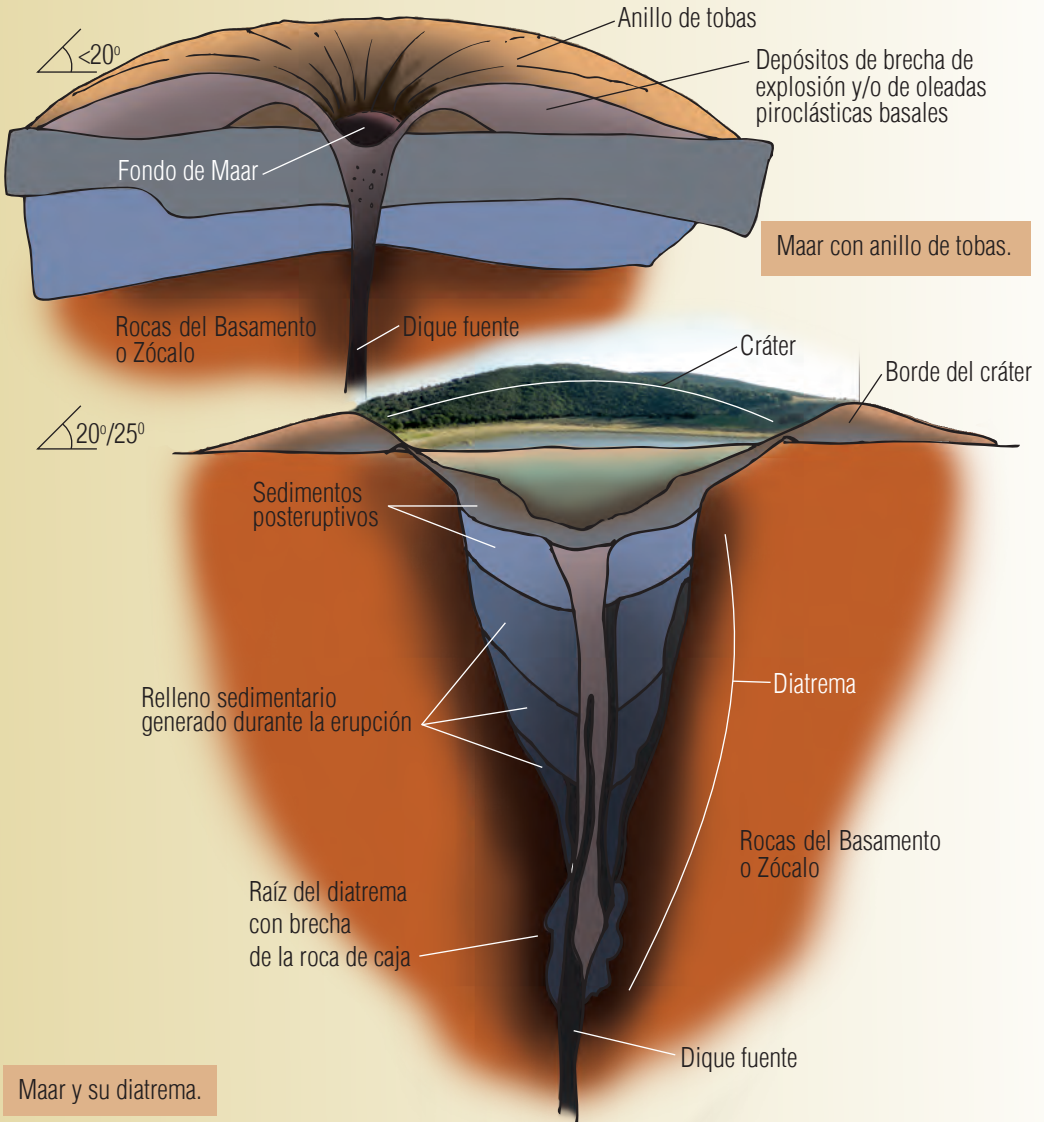
- Contacto magma-agua profundo.
- Depresiones subcirculares.
- Depresión más ancha que profunda, por debajo de la superficie topográfica.
- Presentan paredes internas muy escarpadas y abruptas (desniveles hasta 150 m).
- Sin anillos de tobas o incompletos (explosiones dirigidas forzadas).
- Pendientes externas inferiores a 20° .



Maar de Cervera.

MAAR CON ANILLO DE TOBAS (Tuff rings)

- Contacto agua magma a profundidades medias o bajas.
- Depresiones subelípticas que yacen a ras de la superficie preeruptiva.
- Rodeados de bordes anulares bien desarrollados (anillos de tobas) que rara vez sobrepasan los 50 m de altura.
- El anillo de tobas puede ser asimétrico, apareciendo a veces sólo en algunos lados.
- A semejanza de tazones de boca amplia y borde anulado.
- Pendientes externas entre 20° y 25° .



DEPÓSITOS HIDROVOLCÁNICOS EN EL CAMPO DE CALATRAVA maares y anillos de tobas (*tuff rings*)



La actividad hidrovolcánica se inicia con una gran explosión que logra la apertura del punto de emisión y el desalojo balístico y lateral de bloques de la roca encajante donde se hallaba confinado el acuífero. Inmediatamente después se suceden múltiples explosiones que levantan una columna eruptiva con una fuerte componente lateral y radial, desplazándose a ras del suelo y a velocidad supersónica. Se forman así flujos turbulentos de baja densidad constituidos por partículas sólidas (líticos magmáticos y de la roca de caja) que tienen como continuo entre estas partículas vapor de agua y otros gases magmáticos. A estos flujos se les denominan oleadas piroclásticas basales. En el momento de su máxima expansión las oleadas pueden salvar desniveles y erosionar la topografía previa sobre la que se desplazan.

En los depósitos hidrovolcánicos (brechas de explosión y depósitos de oleadas piroclásticas) reconocidos en el Campo de Calatrava se pueden distinguir cuatro tipos de estructuras de sedimentación (*bed forms*).



Depósito de oleadas de Hoya de la Encina. Aldea del Rey.

LAPILLI ACRECIONALES

Un material que aparece en algunos depósitos hidrovolcánicos y que con frecuencia es el único elemento de juicio para atribuir ciertas morfologías de génesis en principio desconocida a estas dinámicas hidrovolcánicas son los lapilli acrecionales. Se trata de concreciones, esféricas o subesféricas, de ceniza y/o polvo del material de la roca de caja, desarrolladas en torno a una partícula sólida que actúa como núcleo de condensación. Su presencia es común en el registro volcano-lógico, sobre todo en erupciones hidrovolcánicas, aunque también se pueden formar en columnas eruptivas de gran desarrollo vertical.



Lapilli acrecionales de Navalagruña.

Escala gráfica

1 2 3 cm

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS DE SEDIMENTACIÓN (BED FORMS) COMUNES E

BRECHA DE EXPLOSIÓN	"SANDWAVE"	
<ul style="list-style-type: none"> - Estructura caótica. - Predominio de fragmentos angulosos de la roca de caja. - Depósito bien clasificado en su conjunto. - Presencia de intercalaciones de lapilli de caída y capas de depósitos de oleadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras laminares. - Capas de espesor milimétrico. - Tamaño de grano fino. - Laminación cruzada. - Estratificación festoneada. - Ripples. - Estructuras de tipo <i>shoot-and-pool</i>. - Antidunas. - Estratificación en <i>sets</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - - - - - - - 

En los depósitos de oleadas piroclásticas basales

ESTRUCTURAS EN LOS DEPÓSITOS DE TEFRA DEL CAMPO DE CALATRAVA

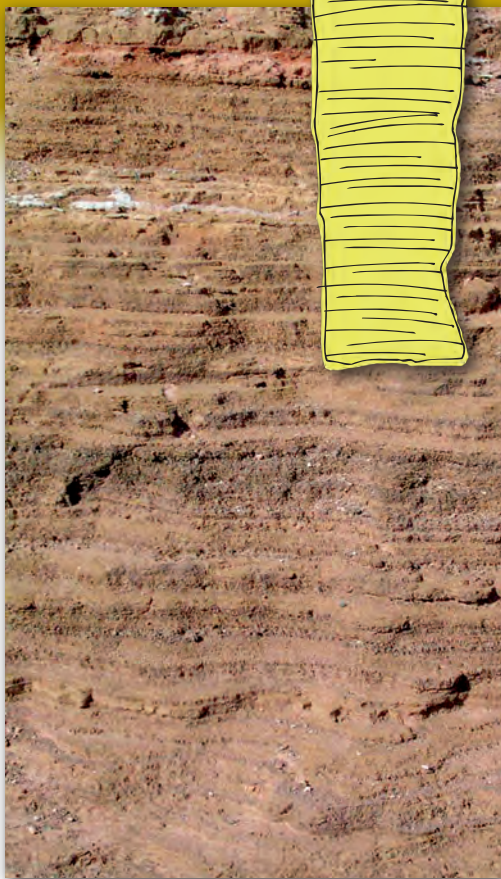
MASIVA

- Estructura interna masiva.
- Mala granoselección.
- Estructuras de erosión en la base.
- Capas de más de 20 cm de espesor.
- Estructuras de deshinchamiento.
- Heterometría con predominio de matriz fina.
- Alineaciones de cantos.

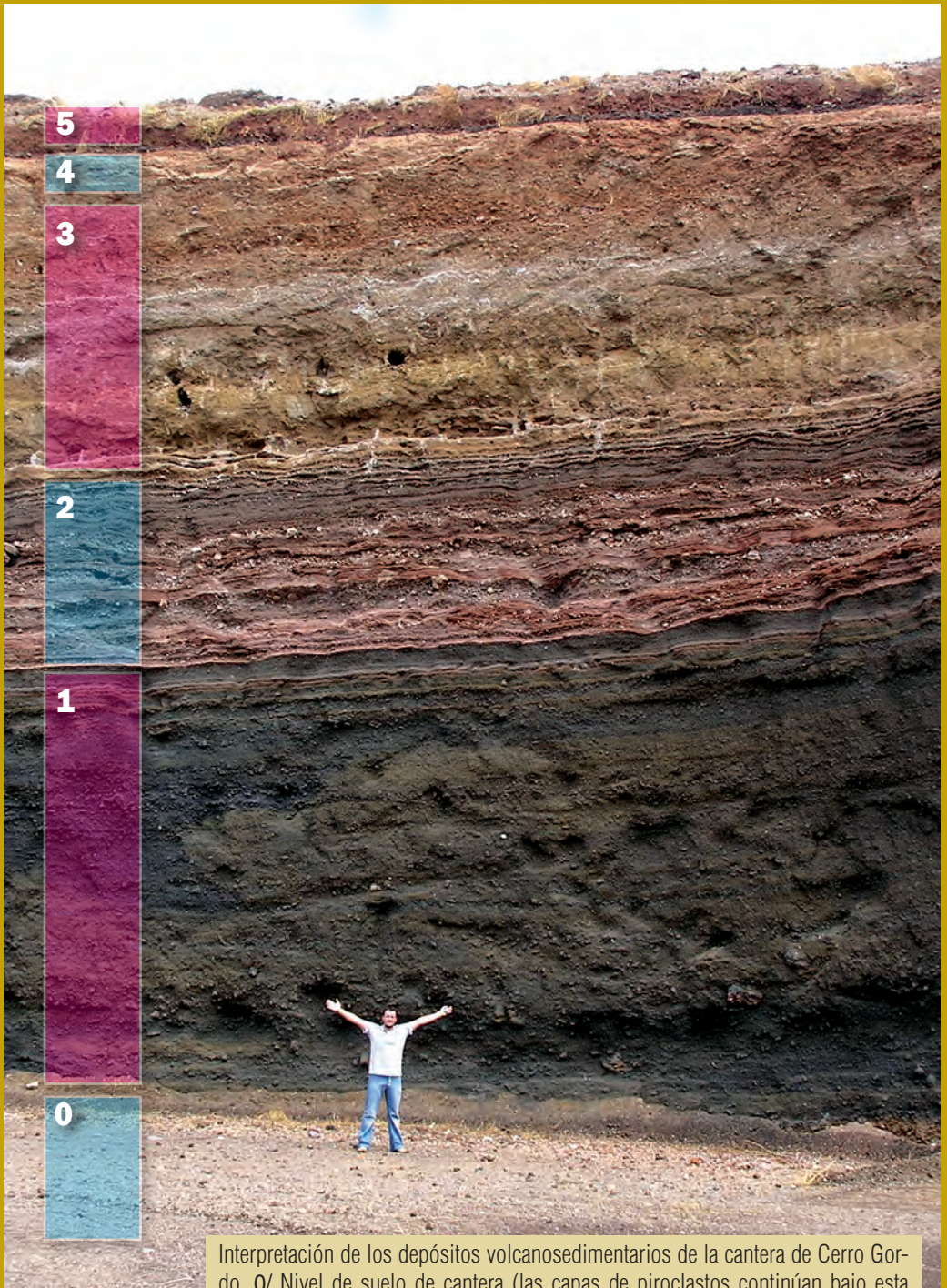


PLANAR

- Marcada estratificación plano-paralela.
- Espesor medio de las capas de 2 cm.
- Frecuente gradación inversa.
- Ondulaciones de gran longitud de onda (> 10 m).



basales reconocidos en el Campo de Calatrava se pueden distinguir estos cuatro tipos de estructuras de sedimentación.



Interpretación de los depósitos volcanosedimentarios de la cantera de Cerro Gordo. 0/ Nivel de suelo de cantera (las capas de piroclastos continúan bajo esta cota), 1/ Piroclastos de caída (lapilli, escorias y bombas), 2/ Alternancia de flujos piroclásticos, brechas explosivas y depósitos de caída, 3/ Depósitos tipo lahar (*mud flow*), 4/ Nivel de carbonataciones, 5/ Suelo actual.

Últimas manifestaciones del volcanismo calatravo

MANANTIALES TERMALES O HERVIDEROS

Los manantiales o hervideros están relacionados con el enfriamiento y desgasificación de reservorios magmáticos, desarrollándose en esta región volcánica un número considerable de los mismos. Los manantiales termales de la provincia de Ciudad Real quedan enmarcados en su mayor parte dentro de los límites del área volcánica. La distribución geográfica de los hervideros no es aleatoria, sino que guarda una estrecha relación tectónica con el volcanismo, ya que las alineaciones de los manantiales coinciden con las principales alineaciones de los centros eruptivos. Tanto las manifestaciones volcánicas como las termales responden, en consecuencia, a las mismas pautas estructurales regionales.



Miembros del ITER de Canarias realizan tomas de muestras de gases del hervidero de Villar del Pozo y de los Baños de la Sacristanía (Calzada de Calatrava). En detalle, burbujeo característico por salida de gases que da nombre a estas manifestaciones volcánicas.

El análisis químico da como resultado la presencia de gran cantidad de CO_2 , que escapa libremente formando el burbujeo característico que determinará el nombre local para estos manantiales termales: Hervideros. Las temperaturas medias oscilan entre los 15-17°C de hervideros como los de La Sacristanía o Piedra del Hierro, hasta los 28°C del de Villar del Pozo, alcanzando incluso 38°C en los Baños de Fuencaliente, ya fuera de la región volcánica.

EL “CHORRO DE GRANÁTULA”

y anomalías térmicas y gravimétricas en la Cuenca de Granátula-Moral

En la finca conocida como Añavete, en el término municipal de Granátula de Calatrava, se produjo a finales de julio del año 2000, prolongándose hasta el mes de enero de



2001, una surgencia de agua y gas que alcanzó una altura de 60 m, que además conllevó un importante arrastre de materiales de cuenca (arenas, limos, arcillas, clastos y pisolitos de hierro y manganeso).

Esta surgencia de agua, mantuvo caudales de hasta 60-75 litros por segundo teniendo su origen en un sondeo utilizado para regadío, que penetró un acuífero profundo y un reservorio de CO_2 .

Este fenómeno no es un hecho aislado, apareciendo con cierta frecuencia surgencias de gas en los municipios de Valenzuela de Calatrava, Torralba de Calatrava y Pozuelo de Calatrava, aunque siempre de menor entidad.

Además, los estudios que se realizaron en la zona de Granátula y Moral para explicar el fenómeno del “Chorro”, detectaron importantes anomalías como emisiones continuas de gas, anomalías gravimétricas negativas y anomalías geotérmicas (9°C cada 33 m de profundidad), que se han interpretado como fenómenos remanentes de la actividad volcánica del Campo de Calatrava. Estas alteraciones se distribuyen en una banda de 2-3 km de ancho que se dispone a lo largo del borde norte de la cuenca mencionada, desde el oeste del pueblo de Granátula de Calatrava hasta el de Moral de Calatrava.

SALIDA DE GAS DE “LA SIMA”

La descripción documentada de actividad fumarólica en la Sierra de Valenzuela a lo largo de los siglos XVI, XVII y XVIII, y las investigaciones que se están llevando a cabo actualmente, prueban la existencia de actividad eruptiva en el área oriental del Campo de Calatrava dentro del Holoceno. Esta notable actividad latente, se atribuye a procesos de enfriamiento y desgasificación de magmas que no llegaron a alcanzar la superficie. Estos procesos han dado origen a profundas e intensas emanaciones difusas de gas (CO_2), manantiales termales (hervideros) y a anomalías térmicas, muy localizadas y débilmente apreciables en la actualidad.

La Sima se enmarca en una pequeña depresión abierta en las duras cuarcitas del Paleozoico Inferior, atribuyéndose su origen a una erupción de tipo gaseoso o freático. Hoy en día esta depresión actúa a modo de fumarola emitiendo gran cantidad de gases como Dióxido de Carbono

Medición de gases en La Sima, Valenzuela de Calatrava.



(CO₂), Monóxido de Carbono (CO), Metano (CH₄), Dióxido de Azufre (SO₂) y Radón (Rd), en muy altas concentraciones.

AUMENTO DE TEMPERATURA EN POZOS: ¿sismos cercanos?

En la primera década del siglo XXI se ha registrado la existencia de elevaciones de temperaturas en pozos del Campo de Calatrava, en concreto en los municipios de Ciudad Real y de Granátula de Calatrava, llegándose a detectar una cierta relación con episodios sísmicos. Se interpreta este fenómeno como una liberación súbita de calor, posiblemente procedente de focos magmáticos profundos, al abrirse fracturas.

SISMITAS

También como consecuencia de las investigaciones realizadas en relación con el “Chorro” de Granátula, se identificó la presencia de sismitas en los depósitos de oleadas piroclásticas del maar de Granátula de Calatrava. Las sismitas son estructuras sedimentarias de deformación generadas en procesos de licuefacción de las aguas contenidas en depósitos de cuencas sedimentarias. Las sismitas son una evidencia clara e inequívoca a la hora de identificar paleosismicidad. Las sismitas de Granátula de Calatrava se generan en gravas, lo que significa que el paleoterremoto que las generó tuvo una intensidad superior a 7'5° en la escala de Richter, y por su posición estratigráfica se interpreta que se tuvo que producir en algún momento del Cuaternario más reciente.



Sucesión de sismitas cercana a Granátula de Calatrava. Arriba, detalle de la estructura de una sismita.

Volcán

4 biodiversidad

“Repartidas por toda la región volcánica existen lagunas de pequeñas dimensiones, las cuales están íntimamente relacionadas con el volcanismo...”

Estas pequeñas lagunas tienen todo el aspecto de los lagos craterianos o Maare de la región de Eifel (Alemania)”.

Fco. Hernández Pacheco.

Texto extraído de la Conferencia pronunciada en la Real Sociedad Geográfica el 9 de marzo de 1931.



Si en la actualidad resulta sorprendente la existencia de volcanes para los habitantes del Campo de Calatrava, más sorprendente es que como resultado de los mismos pueda surgir todo un escenario de vida, manifestado en la existencia de un conjunto de lagunas muy singulares distribuidas por toda la comarca.

El contacto del agua que empapaba las rocas (acuíferos) con el magma que desde las entrañas de la Tierra ascendía a la superficie, originó grandes explosiones que abrieron tremendos “agujeros” en el corazón de nuestras sierras y llanuras. Con el paso del tiempo esos agujeros (hoyas o navas) se rellenaron de sedimentos y de agua, agua acumulada que hoy conforman lagunas llenas de vida como la de La Inesperada, en Pozuelo de Calatrava; la Hoya de Cervera, en Almagro o el complejo palustre de Moral de Calatrava (Salobral, La Laguna y Calderón).

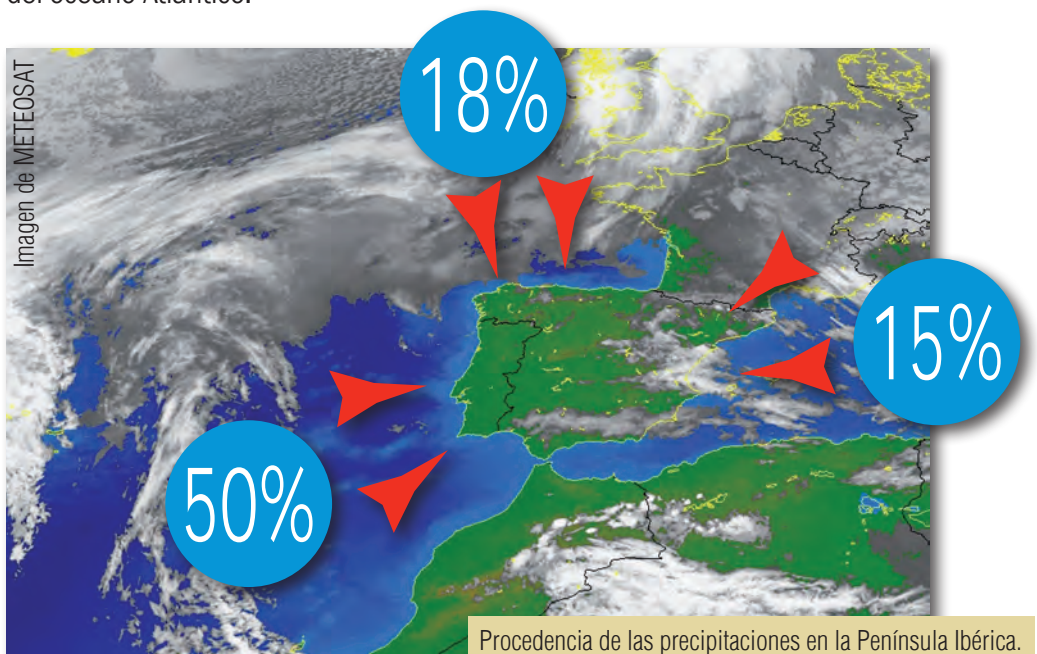
EL CICLO DEL AGUA

¿DE DÓNDE VIENE EL AGUA?

La respuesta más inmediata para contestar a esta pregunta es que procede de la lluvia.

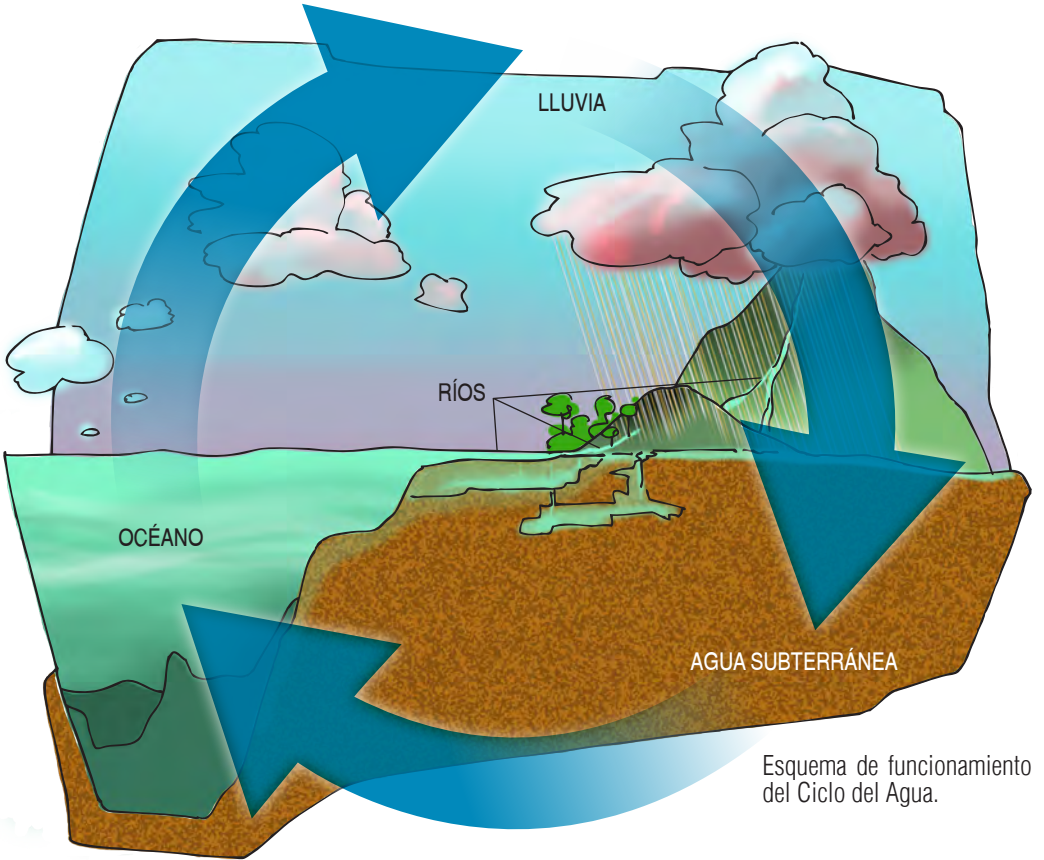
Los científicos han evaluado que cada año cerca de 500.000 km³ de agua se evaporan a la atmósfera, procediendo casi el 85 % de la misma de los océanos del planeta.

Sabemos que las nubes se generan al evaporarse el agua contenida en los océanos y mares, por lo que debemos mirar alrededor de la Península Ibérica para saber que esas nubes que nos visitan sólo pueden proceder del mar Mediterráneo y, sobre todo, del océano Atlántico.



El agua no es un elemento estático, sino que se encuentra en continuo movimiento, de manera que ríos, lagos, glaciares, aguas subterráneas, océanos y, por su puesto, también nuestras lagunas, participan en este ciclo sin fin, animado por la energía procedente del Sol que llega a la Tierra.

Surge así el concepto de ciclo del agua, por el cual la totalidad del agua que existe en nuestro planeta se encuentra en perpetuo movimiento. El balance entre el agua que precipita en forma de lluvia y el agua que evapora por el calor del Sol es ligeramente negativo para los océanos y positivo para los continentes. Ese excedente continental termina volviendo a los océanos a través de los ríos y de las aguas subterráneas, iniciándose de esta manera de nuevo el ciclo.



Esquema de funcionamiento del Ciclo del Agua.

Las aguas que almacenan las lagunas del Campo de Calatrava proceden, por lo tanto, de la evaporación de las aguas contenidas en el Océano Atlántico y, en menor medida, en el Mar Mediterráneo.

Una vez que las nubes llegan cargadas de agua a nuestra comarca, precipita, iniciándose un viaje particular y extremadamente complejo que finaliza temporalmente en la cubeta de cada una de las lagunas.



Laguna del Prado, "La Inesperada", en Pozuelo de Calatrava.

La superficie de las cuencas hidrológicas que drenan sus aguas a las lagunas inventariadas (más de 50 en toda la región volcánica del Campo de Calatrava) se ha estimado en 56 km², predominando las cuencas de pequeño tamaño (inferior a 10 km²). La compartimentación del relieve se traduce en divisorias de aguas bien marcadas, presentando una red de drenaje de tipo centrípeta, lo que desvela su génesis volcánica.

La superficie de la cubeta se caracteriza por presentar un tamaño medio de 21 ha, pudiendo por ello considerarse la mayoría de los enclaves húmedos calatravos como lagunas. La profundidad máxima presenta un promedio de 31 cm y un rango de 10–100 cm, lo que lleva a definir a estas lagunas como medios acuáticos palustres.



La Laguna, Moral de Calatrava.

Desde el punto de vista hidroquímico, las aguas de las lagunas del Campo de Calatrava son dulces a mesosalinas (valores de conductividad entre 82 y 37.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$); con valores promedio de pH entre 8 y 9 unidades (aguas alcalinas o muy alcalinas); con niveles medios y altos de oxigenación (valor promedio entre 8,5 y 20 ppm); medios y altos de sulfatos (entre 150 y 1.500 ppm) y, en general, valores bajos de concentración de nitratos, nitritos y de fosfatos, aunque con registros puntuales excepcionalmente elevados en algunas de ellas.

Lo más destacable de estos datos es que en entornos silíceos ciertos parámetros hidroquímicos, tales como la conductividad y el pH, presentan valores más altos de los esperados. Estos valores se atribuyen a la aparición de sustratos básicos ligados a la presencia de materiales volcánicos (básicos y ultrabásicos).

Valores de parámetros tales como el oxígeno disuelto y los fosfatos indicarían, por otra parte, la aparición de ciertos episodios de contaminación por materia orgánica, cuyo bioindicador más evidente lo tenemos en las invasiones regulares de las láminas de aguas por algas filamentosas. La fuente de contaminación se identifica en la mayoría de los casos con una elevada carga ganadera que afecta a estos enclaves en los periodos secos, ante la apetencia de los pastos que se desarrollan en las cubetas o a la presencia de materia orgánica en descomposición (abundantes macrófitos).

LA FAUNA

Las aves acuáticas, junto a los anfibios y los invertebrados acuáticos, son el grupo faunístico que más dependencia tiene de las lagunas del Campo de Calatrava. El catálogo provisional de las aves acuáticas ligadas a las lagunas calatravas asciende a más de 60 especies, mientras que los anfibios inventariados suman 11 especies, sin conocerse bien el número de invertebrados que viven en estos enclaves húmedos.

Si nos centramos en el análisis de las aves acuáticas, grupo de vertebrados mejor conocido, la evolución en el tiempo indica que la diversidad de especies es más elevada en un periodo húmedo frente a un periodo seco. A lo largo de un año-tipo, la evolución parte de una situación de valores bajos al final del verano para ir aumentando a lo largo del otoño e invierno, alcanzándose los valores máximos a finales del invierno y principios de la primavera.

La evolución de la diversidad en las lagunas calatravas a lo largo del tiempo está relacionada directamente con el régimen hidrológico que se caracteriza por presentar precipitaciones máximas en invierno y mínimas en verano y una elevada irregularidad interanual, lo que provoca que los periodos de máxima inundación coincidan con el invierno, siempre que las precipitaciones hayan sido suficientes. Estas características hidroclimatológicas generan altas fluctuaciones que rigen las adaptaciones y la evolución temporal, no sólo de las aves acuáticas, sino de todos los componentes de estos ecosistemas.

En relación con las características ambientales de las lagunas calatravas es posible establecer una catena potencial en la que se refleje la distribución espacial de las especies más importantes inventariadas. Los factores claves de esta distribución responden al nivel de la columna de agua (profundidad), la salinidad, la cobertura de helófitos y macrófitos acuáticos sumergidos y la presencia de playas que permitan el aprovechamiento de éstas por parte de las aves limícolas.



Galápago leproso.
Arriba, cigüeñuela común.

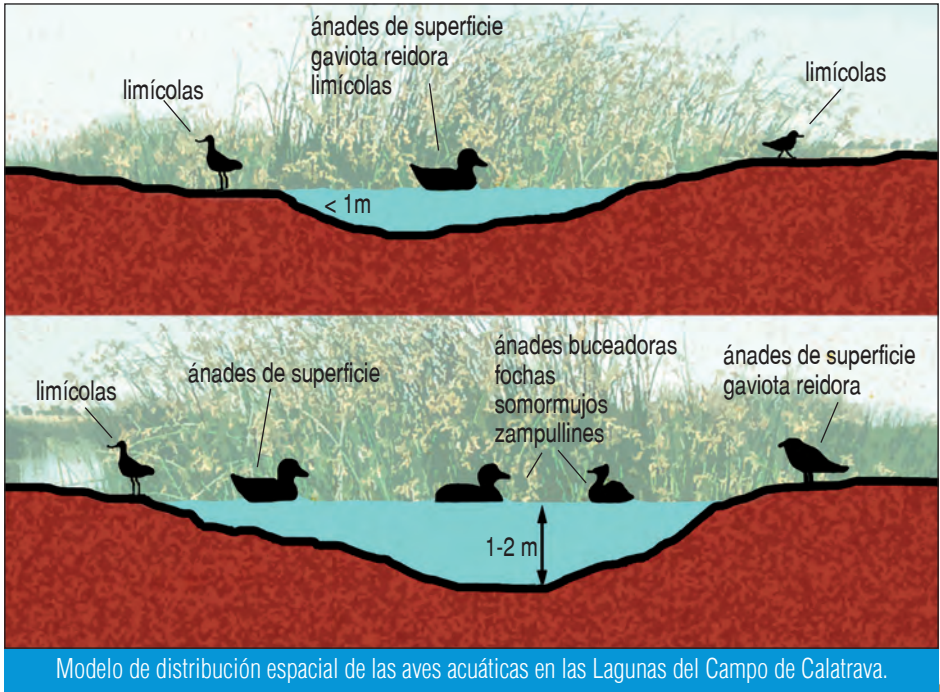


En aguas con una cierta profundidad y con abundantes praderas sumergidas de ovas, aparecerán patos buceadores, zampullines, somormujos y fochas. Cuando los niveles de agua se encuentran por debajo de medio metro, son los ánades de superficie los que dominan en el uso espacial de las lagunas. En los momentos de menor agua acumulada, o cuando existen playas, aparecen diversas especies de gaviotas y limícolas que se alternan en el aprovechamiento del enclave húmedo en función de un gradiente concéntrico, relacionado con el encharcamiento y la profundidad, dominando cigüeñuelas y avocetas si la mineralización de la misma es elevada (mesosalinas e hiposalinas). Finalmente, la presencia de cinturones perilagunares de helófitos o la invasión de la cubeta por parte de éstos, proporciona un refugio adecuado a numerosas especies, como el avetorillo común, la garza imperial, el calamón o el predador por excelencia de estos ambientes, el aguilucho lagunero occidental.



Pato colorado. A la derecha, Flamenco rosa. De fondo, Sapo corredor.





De izquierda a derecha: Gallipato, Pato cuchara común, Garcilla bueyera.

VEGETACIÓN

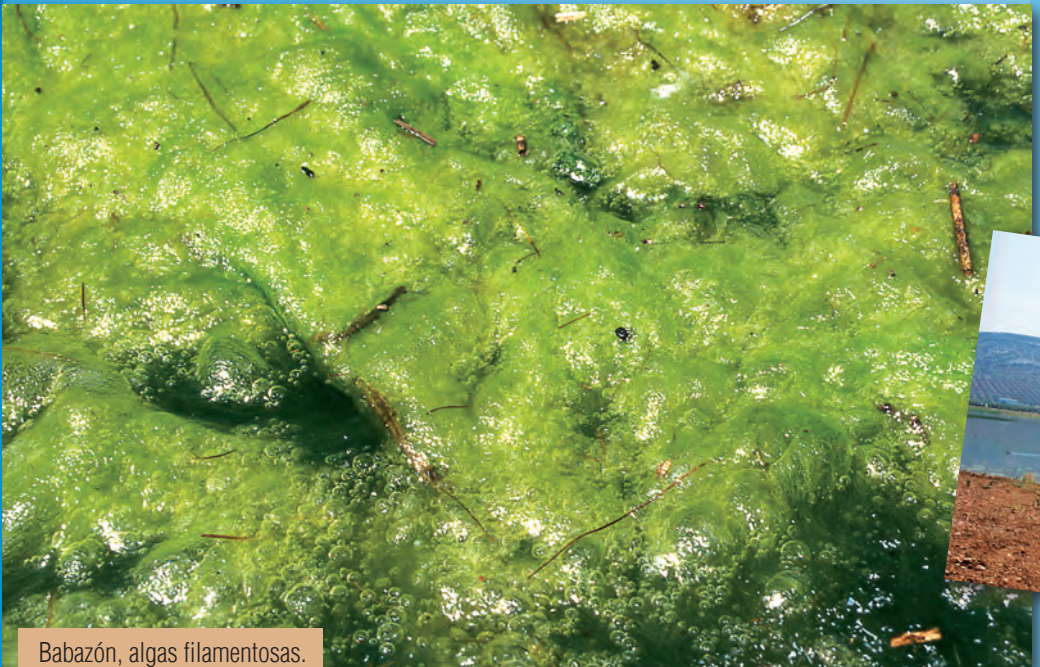
Las 125 especies de plantas identificadas en las lagunas del Campo de Calatrava se agrupan en catorce formaciones vegetales que han sido reagrupadas a su vez en cuatro categorías atendiendo a factores florísticos y estructurales: formaciones acuáticas, formaciones anfibias pioneras, formaciones helofíticas y pastizales halófilos.

Las formaciones anfibias y helofíticas son las que predominan en las lagunas calatravas, estando directamente relacionadas con la irregularidad de las precipitaciones y con la intensa modificación a la que han sido sometidos estos enclaves por parte del hombre.

Por otra parte, el funcionamiento fluctuante que caracteriza a las lagunas, debido al clima en el que se enmarcan, origina periodos cortos de inundación y muy dilatados de sequía, que a su vez repercuten en las concentraciones de sales de las aguas, menores en el periodo de inundación y mayores en el de sequía.

Estas fluctuaciones en los niveles de agua y en la salinidad originan cambios continuos en las condiciones ecológicas a los que tienen que adaptarse las especies florísticas que aprovechan estos ecosistemas, poniendo en marcha una serie de mecanismos ecofisiológicos y de estrategias de ocupación espacial.

Entre estos mecanismos cabe mencionar que la mayoría de las especies se caracterizan por su pequeño tamaño, vida corta y rápido crecimiento, con semillas pequeñas fácilmente transportables (barro pegado en las patas de las aves o en el tracto intestinal) y en gran número (alta tasa de natalidad), que se abandonan en el medio



Babazón, algas filamentosas.

LA VEGETACIÓN DE LAS LAGUNAS DEL CAMPO DE CALATRAVA

TIPO ESTRUCTURAL	DEFINICIÓN	FORMACIONES VEGETALES
Formaciones acuáticas	Se trata de formaciones vegetales que viven dentro del agua, soportando los periodos de desecación en forma de bancos de semillas depositados en los fondos de las lagunas.	<i>Praderas sumergidas de ovas.</i> <i>Madeiras semiflotantes y alfombras flotantes de aguas dulces o subsalinas.</i> <i>Madeiras semiflotantes halófilas.</i>
Formaciones anfíbias pioneras	Vegetación higrófila anual que soporta un cierto periodo de inundación, desarrollándose sobre suelos desde oligotrofos hasta subsalinos.	<i>Formaciones marginales vivaces.</i> <i>Formaciones marginales anuales de cardo de laguna y menta.</i> <i>Pastizales nitrófilos estivales.</i> <i>Juncales enanos.</i> <i>Juncal churrero perilagunar de los materiales volcánicos con respecto a la sedimentación de la cuenca.</i>
Formaciones helofíticas	Vegetación propia de las márgenes de las lagunas, compuesta por especies rizomatosas de talla grande o mediana, cuya parte basal permanece encharcada durante una gran parte del año.	<i>Pajonales de castañuela.</i> <i>Carrizales.</i> <i>Marjal de junco de laguna.</i>
Pastizales halófilos perilagunares	Formaciones vegetales instaladas en la orla perilagunar exterior y/o bordes de orilla, en suelos salinos cuya concentración aumenta cuando se desecan durante el verano. Conforman pastizales de distinta estructura y composición dependiendo del grado de desecación y salinidad.	<i>Saladares.</i> <i>Praderas subsalinas de Puccinellia y Aeluropus.</i> <i>Pastizales nitrohalófilos de cebadilla.</i>



Laguna de Calderón, Moral de Calatrava.

(sedimentos) a la espera de un nuevo periodo de inundación, la mayoría de los cuales no sobrevivirán a la llegada del mismo (alta tasa de mortalidad).

En cuanto a la distribución espacial de las formaciones vegetales ligadas a las lagunas, tradicionalmente se ha considerado que responde a un gradiente ambiental, la humedad edáfica, lo que se traduce en una sucesión espacial en cinturones concéntricos. De esta manera, a la zona de plantas flotantes (hidrofiton), le sigue otra de

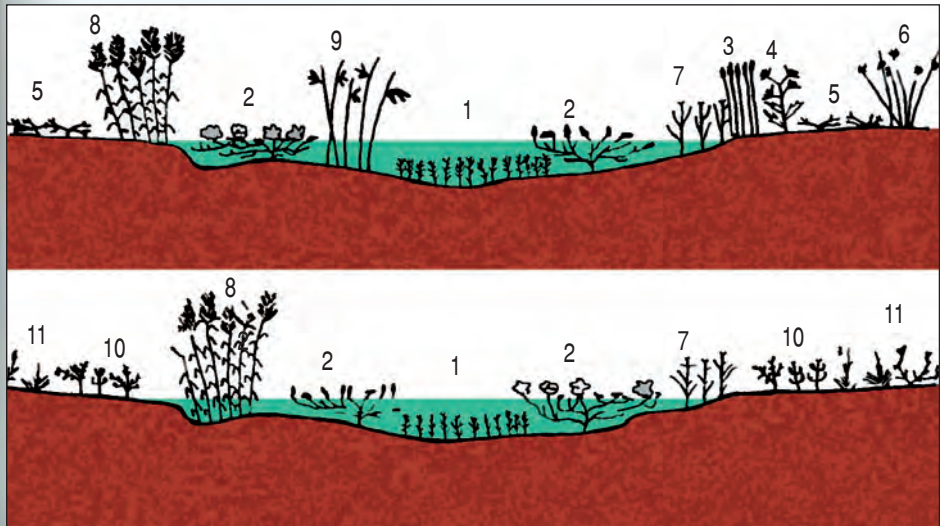
helófitos (helofitón) y, por último, un cinturón de pastizales perilagunares. Sin embargo, esta zonación de la vegetación varía en las lagunas, al depender de otros factores ambientales que matizan esa disposición espacial a escala local, lo que se traduce en un mosaico de formaciones que alternan en función de parámetros tan variados como la materia orgánica, la salinidad, la microtopografía, la alternancia de agua dulce/salada en una misma localidad, la duración temporal del encharcamiento y/o la influencia de la actividad humana.



Ovas. Abajo, Manzanilla de agua y rodal de Junco de laguna. A la derecha, Junco churrero.



Formación de carrizos.
A la derecha, Coralillo.

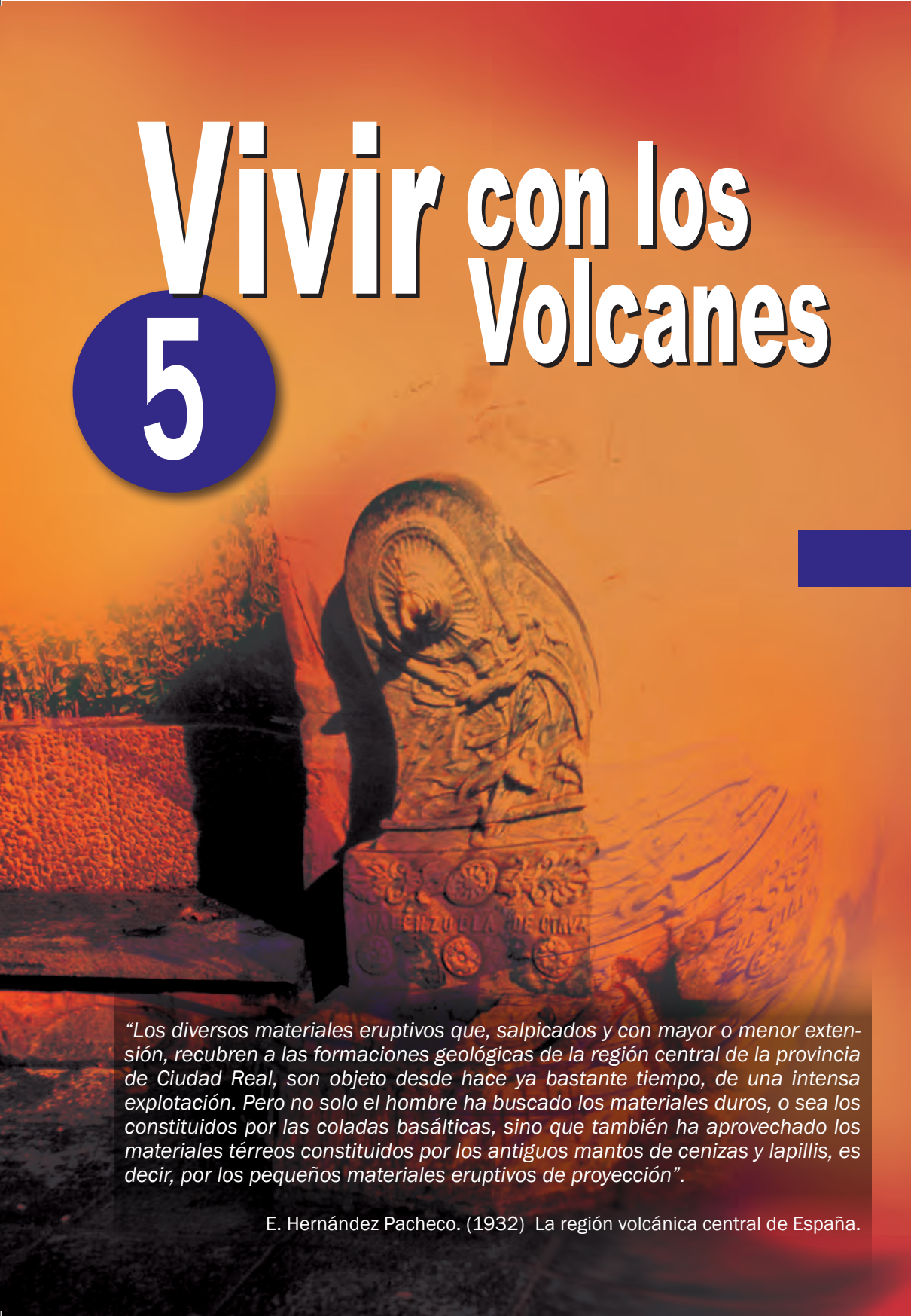


Modelo de distribución espacial de la vegetación en las lagunas del Campo de Calatrava.

- 1/ Praderas sumergidas de ovas. 2/ Madejas semiflotantes y alfombras flotantes. 3/ Formaciones marginales vivaces. 4/ Formaciones marginales anuales. 5/ Pastizales nitrófilos. 6/ Juncal perilagunar. 7/ Pajonales de castañuela. 8/ Carrizal. 9/ Marjal de junco de laguna. 10/ Saladar. 11/ Pradera nitrohalófilas.

Vivir con los Volcanes

5



“Los diversos materiales eruptivos que, salpicados y con mayor o menor extensión, recubren a las formaciones geológicas de la región central de la provincia de Ciudad Real, son objeto desde hace ya bastante tiempo, de una intensa explotación. Pero no solo el hombre ha buscado los materiales duros, o sea los constituidos por las coladas basálticas, sino que también ha aprovechado los materiales térreos constituidos por los antiguos mantos de cenizas y lapillis, es decir, por los pequeños materiales eruptivos de proyección”.

E. Hernández Pacheco. (1932) La región volcánica central de España.

En este capítulo el objetivo primordial es mostrar el vínculo existente entre los asentamientos humanos y el entorno volcánico, a través de los distintos usos y recursos que ofrecían y ofrecen las estructuras magmáticas.

El topónimo “Campo de Calatrava” hace referencia al conjunto de tierras que fueron cedidas por Sancho III a la Orden religioso-militar de Calatrava, fundada en 1158 por el abad Raimundo de Fitero y fray Diego Velázquez, para que las defendieran del ataque de los almohades, las repoblaran, organizaran y administraran, hecho que se prolongó durante los siglos XII al XVIII.

El Campo de Calatrava responde, en consecuencia, a ese espacio histórico, cuyo nombre es equivalencia fonética del original árabe Qal’ at Rabah o Kalaat RawaaK, atribuyéndosele varias acepciones etimológicas: castillo de Rabah en memoria de su fundador, castillo o fortaleza en altura o castillo de las ganancias.

ORIGEN DEL POBLAMIENTO HUMANO

La presencia humana en el territorio que compone la Asociación para el desarrollo del Campo de Calatrava se remonta a la etapa del Paleolítico, tal como lo demuestran los hallazgos encontrados en todos los municipios. 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.

Las razones del asentamiento humano desde el Paleolítico se basan en tres hechos: cercanía a cursos de agua o zonas de encharcamiento (lagunas); zonas de paso o estratégicas y lugares propicios para asegurarse su sustento (caza y recolección). Estas motivaciones aparecen claramente representadas en las características geográficas del Campo de Calatrava.

La proximidad a cursos de agua o encharcamientos la encontramos en yacimientos ubicados en el principal afluente del Guadiana en esta zona, el río Jabalón. Será en el término de Aldea del Rey donde aparezcan la mayor concentración de estos hallazgos: La Revueltilla, El Yezgo, La Écara, La Arenilla, Barrancos Blancos, etc. Datado en esta época también tenemos en el término de Pozuelo de Calatrava, los Baños de La Fuensanta o La Nava en Almagro.

La elección de estos lugares no estaba ligada exclusivamente a la obtención de agua, hecho primordial, sino también a la afluencia de animales que proporcionaba su sustento, así como el aprovechamiento de los campos colindantes, muy fértiles gracias a la presencia de suelos volcánicos.

Otro de los factores de asentamiento era el estratégico, factor éste que se verá más claramente



en la Edad del Bronce. En la etapa del Paleolítico se hablará más bien de lugares funcionales: cazaderos, zonas de recolección, zonas de obtención y realización de útiles, etc.

Uno de los hechos que más nos han llamado la atención en el estudio de la etapa del Paleolítico es que los hallazgos encontrados se concentran en el Paleolítico Inferior (2 millones de años-100.000 a.C. aprox.) y Paleolítico Medio (100.000-50.000 a.C. aprox.), mientras que en el Paleolítico Superior existe un gran vacío, cuyas razones, quizás por falta de investigación o por otros motivos que desconocemos hasta el momento.

La etapa del Paleolítico aunque se inicia en el Plioceno (2 millones de años, Era Terciaria) abarca todo el periodo geológico del Pleistoceno (1.800.000-10.000 años a.C.) que junto al Holoceno (10.000 a.C.-hasta la actualidad) forman los dos periodos del Cuaternario.

DEL BRONCE A LA EDAD MEDIA

Sin duda, los vestigios más espectaculares, por su conservación y amplio estudio pertenecen a la Edad del Bronce (2.500-900 a.C), tal y como lo manifiesta el yacimiento de La Encantada, en el término de Granátula de Calatrava. LA ENCANTADA se asienta sobre un cerro de cuarcitas rodeado de edificios volcánicos, de los cuales el más singular es el volcán de Cerro Gordo. Se trata de un asentamiento en altura con un claro y amplio control visual del entorno, dominando el valle del Jabalón y los pasos naturales hacia Andalucía y el Levante, así como de las vías pecuarias.



Yacimiento de La Encantada. Granátula de Calatrava.



Yacimiento de Oreto y Zuqueca. Granátula de Calatrava.

A la Edad del Bronce también pertenecen los yacimientos de Bocapuechos y Los Palacios en Almagro, la Motilla de Torralba de Calatrava, e incluso los primeros niveles del Castillo de Calatrava La Nueva.

Dentro del mismo municipio de Granátula de Calatrava se encuentra el yacimiento arqueológico de Nuestra Señora de Oreto-Zuqueca, situado en el valle del Jabalón. Se trata de un asentamiento continuado desde el siglo IV a.C. (mundo ibérico) hasta el s. XII d.C.,



Sacro Convento de Calatrava la Nueva, en Aldea del Rey. A la izquierda, detalle de una pila de basalto en Calatrava La Vieja, Carrión de Calatrava.

convirtiéndose en un importante enclave arqueológico debido a las características geográficas y geológicas de la zona. El volcán Columba, por su cercanía, sirvió de cantera de extracción para la construcción de sus edificios, por su escaso peso y gran resistencia, así como para la elaboración de diferentes útiles. Es a partir del siglo VI d.C. donde aparece registrado en el yacimiento de Oretum, edificios realizados con piedras volcánicas, sobre todo de coladas basálticas procedentes de Columba, las cuales fueron una constante hasta el siglo XII, algunas de ellas fueron reutilizaciones de dicho material conforme se iba ampliando su ocupación.

Avanzando en el tiempo nos encontramos ante el yacimiento arqueológico de Calatrava La Vieja, en el término de Carrión de Calatrava, fundada en el periodo islámico omeya, en el siglo VIII, aparece estratégicamente situada en el cruce de caminos entre Córdoba y Toledo. Si bien el material dominante es la piedra caliza, observamos como introducen de relleno pequeños fragmentos de basalto. Cabe destacar una pila realizada exclusivamente en un único bloque de basalto, situada en el alcázar.

Otro de los enclaves singulares de la zona es el Sacro Convento Castillo de Calatrava La Nueva, perteneciente al municipio de Aldea del Rey, de época medieval (siglo XIII). Se trata de una impresionante fortaleza encuadrada en un cerro de cuarcitas, a 936 m de altitud. El material volcánico está presente en la construcción y decoración de Calatrava La Nueva. 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 lapilli soldados cementados con carbonatos, son arcos bicolor, alternando el rojizo y el blanco. En la Iglesia, el arco y rosetón exterior, también están hechos con lapilli soldados, y en el interior podemos observar que está construido con sillares de basalto que presentan numerosas marcas de los canteros.

HERVIDEROS, BALNEARIOS Y FUENTES AGRIAS

Una de las manifestaciones volcánicas singulares característica de esta zona son los hervideros, balnearios y fuentes agrias, dispersos por toda la región.

El dióxido de carbono aflora a través de fracturas y de la fisuración de las rocas. Cuando intercepta acuíferos da origen a los “hervideros” que son manantiales en los que el agua aparece más o menos cargada de este gas. El burbujeo característico de dichas fuentes es el que ha motivado su denominación popular.

Estos manantiales en cuyas aguas aparecen diversos elementos minerales y cuya temperatura permite incluirlos dentro de la categoría de fuentes termales, son conocidos y utilizados con fines terapéuticos desde época romana. En las Relaciones Topográficas de Felipe II se mencionan las “fuentes agrias” existentes en Bolaños de Calatrava, Puertollano y Valenzuela de Calatrava. Actualmente en la Plaza de la Constitución de Valenzuela de Calatrava podemos encontrar la fuente donde mana dicha agua agria, así como en muchos de los domicilios particulares donde directamente sale de sus grifos.

En la relación de Valenzuela de Calatrava, en referencia a los manantiales termales aparece el siguiente texto: “...hay otra fuente a una legua desta villa hacia el poniente, orilla de la dehesa de la Nava muy abundosa de agua agria, en gran manera, es muy notable su calidad es clara y limpia no consiente que en ella se crie ninguna cosa viva, ni sabandijas, ni sanguijuelas, antes si las echan dentro luego mueren, desocupa los estómagos y si se bebe en ayunas hace echar la cólera”.



Fuente agria de Valenzuela de Calatrava.



Con independencia de estos manantiales, que son de los que se tiene un primer registro histórico, el número de los existentes a lo largo y ancho de la zona volcánica es mucho mayor. Así encontramos fuentes en las que la presencia de CO_2 es abundante en numerosas localidades, como en los casos de Aldea del Rey, Almagro, Calzada de Calatrava, Granátula de Calatrava, Ciudad Real, Carrión de Calatrava, Poblete, Piedrabuena, Villar del Pozo, etc. De los más de 40 manantiales termales localizados en la provincia de Ciudad Real, 30 se sitúan dentro de los límites de la región volcánica. Se alinean sobre fracturas de decenas de kilómetros de longitud, siguiendo la dirección de los ejes eruptivos. En ocasiones, la calidad y abundancia de estas aguas permitió el establecimiento de casas de baño y balnearios, frecuentados por personas de la comarca y provincia, e incluso de otros lugares de la Península. La temporada de baños en los establecimientos del Campo de Calatrava duraba de junio a septiembre, y el coste por persona dependía de las características de cada uno.

En el conjunto de casas de baños con fines terapéuticos del Campo de Calatrava, destacaban tres balnearios, que en la actualidad han perdido su tradicional uso. Se trata de la Casa de Baños de Puertollano y los balnearios de Fuensanta y Villar del Pozo que mantuvieron, a lo largo de casi un siglo, una importante actividad económica en la comarca.

De arriba abajo y de izquierda a derecha: baños de Villar del Pozo, El Chorrillo (Pozuelo de Calatrava), El Barranco Chico (Aldea del Rey) y, el baño de mujeres del Emperador (Miguelturra).





Balneario de Villar del Pozo en década de los años 20.

El antiguo balneario de Fuensanta está situado junto al río Jabalón, en el término municipal de Pozuelo de Calatrava, y tanto éste, como el del vecino de Villar del Pozo, se caracterizan por la gran cantidad de anhídrido carbónico presente en sus aguas. Dichos hervideros adquieren condición de baños públicos en el siglo XVIII,

cuando se construye un estanque y albergues para los bañistas. El final del siglo XIX y el comienzo del XX, marcan la etapa de mayor actividad de este recinto. El número de personas que visitan los baños a lo largo de la temporada es muy elevado, extendiéndose la fama de los mismos hasta la Exposición Universal de París, donde sus aguas son galardonadas. Tal circunstancia mueve a la construcción de una pequeña planta embotelladora. El balneario de Fuensanta ha desaparecido como tal en la actualidad. Parte de los edificios se conservan restaurados como viviendas privadas.

Los hervideros de Villar del Pozo se encuentran a poca distancia de los de La Fuensanta. Al igual que en ellos, a lo largo del siglo XIX y en la primera mitad del XX son utilizados como balneario dada la bondad terapéutica de sus aguas. El recinto estaba constituido por un edificio principal que albergaba la piscina de mayores dimensiones, con sus vestidores y salas para baños individuales, un salón social y un consultorio médico con sala de curas. Anejo a él se situaba la casa de los guardeses y el hervidero que se utilizaba para consumo. Otro de los edificios estaba destinado a fonda y cantina. También estaba dotado de una iglesia y un pequeño colmado. En la actualidad el uso del antiguo balneario es el de una Escuela-Hogar, estando prohibido el baño y el consumo de las aguas.

Dentro de este línea estructural de localización de hervideros nos encontramos con los Baños de San Cristóbal y los de Villafranca, actualmente en estado de deterioro absoluto.

Los Baños del Emperador se localizan en la pedanía de Peralbillo, término municipal de Miguelturra. Muy visitados durante los siglos XIX y XX, son conocidos también como Baños de Trujillo. Constan de dos manantiales: el baño grande o de los hombres y el baño pequeño o de las mujeres. Las virtudes de estos baños eran similares a los baños de La Fuensanta y estaban indicadas para las enfermedades crónicas de debilidad general, obstrucciones de hígado o bazo, desarreglos menstruales, neurologías, etc. Fue a finales de la década de 1920 cuando quedaron en desuso, si bien se siguieron utilizando por los habitantes de la comarca hasta la construcción y llenado del embalse del Vicario. Actualmente, los dos baños se conservan precariamente

y sólo son visibles cuando dicho embalse contiene poca agua. La Hospedería funciona como explotación ganadera pero se puede ver el cartel de lo que fue la Casa de Baños.

Igualmente podemos mencionar otras fuentes y manantiales, descritos por diferentes autores y estudiados en algunos de sus casos: en Granátula de Calatrava los Baños de Oreto y en Pozuelo de Calatrava las aguas de La Inesperada. Del mismo modo, son de reseñar en Aldea del Rey la Fuente del Diezgo o Fuente Encalada, en Almagro, además de las fuentes de agua agria Gotera, Cervera y San Isidro, la Fuente de la Nava, situada en un manantial cercano al río Jabalón, o en Pozuelo de Calatrava, la Fuente del Chorrillo.

LOS NEGRIZALES

Los aprovechamientos procedentes de los edificios volcánicos que más ha beneficiado al hombre son los “negrizales”. Las coladas presentan morfologías diferentes en función de la mayor o menor fluidez de las lavas. Ocasionalmente pueden presentar extensiones considerables. Modifican el relieve alterando la red fluvial contribuyendo a la formación de meandros al desviar la corriente. Los procesos de alteración superficial las convierten, junto a las acumulaciones de piroclastos de caída, en negrizales, amplios terrenos de color oscuro, muy fértiles, ocupados por cultivos de cereal y huerta, muy extendidos por toda la comarca del Campo de Calatrava.



Negrizal típico del Campo de Calatrava.



Explotación de una cantera volcánica.

USO Y SOBREEXPLORACIÓN

La utilización de los productos volcánicos por el hombre en la comarca ha sido una práctica tradicional y habitual. Desde el punto de vista del poblamiento son los cabezos volcánicos, con preferencia a cualquier otro lugar, los espacios elegidos para el asentamiento de la población por tres razones fundamentales: la bondad de los suelos, la situación elevada que facilitaba la defensa y aislaba de las zonas encharcadas y, por tanto, de la malaria, y la existencia de material de construcción fácil de extraer y resistente.

Las erupciones con componente explosivo han generado grandes volúmenes de material piroclástico susceptible de ser explotado por el hombre. Son, por tanto, los conos de piroclastos los más afectados por los laboreos mineros ya desde tiempos muy remotos. Los puentes y calzadas romanas, así como las fortificaciones y ciudades, están en su mayoría construidos con sillares y cantarral de basalto. Las grandes coladas con formaciones 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 su calidad.

Hernández Pacheco distingue entre la explotación de las “hormigoneras” y las canteras de basalto. Los hormigones, “picones” o “carbonillas” se extraían desde antiguo, a



Iglesia de San Jorge Martir (siglo XVII). Aldea del Rey. En grandes sillares, escalones de acceso y pavimentación está presente el basalto, material usado incluso en las restauraciones posteriores del siglo XIX.



Molino de aceite construido con bloques de basalto.

veces en explotaciones muy rudimentarias, con un carácter de abastecimiento local. El área de mayor intensidad extractiva se localizaba en torno al eje que unía las localidades de Ciudad Real-Almodóvar del Campo-Puertollano. Estos materiales en función de su tamaño y calidad, se destinaban a diferentes usos. Las fracciones más finas -cenizas- para enmendar determinados tipos de suelos agrícolas en las márgenes del Guadiana. Los elementos más groseros se empleaban en la construcción de tapiales o para la pavimentación de caminos.

El basalto se explotaba con mucha mayor intensidad para la construcción de viviendas de baja calidad, dado que comúnmente de él no se obtenían buenos sillares. También se usaba para la pavimentación de carreteras y viales en las ciudades. Este uso se intensifica en torno a los años treinta y sobre todo al finalizar la Guerra Civil con la apertura de nuevas canteras. La zona en la que los trabajos de cantería fueron más activos estaba en 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 Villanueva de San Carlos encontramos, a la salida del municipio, abrevaderos y lavaderos en los que las lajas de las pilas son de basalto.



Ermita de la Virgen de la Soledad (Moral de Calatrava). La portada se resuelve en un arco que intercala bloques de basalto con caliza, siguiendo un modelo profusamente utilizado en la ciudad siciliana de Catania.

Los años sesenta son el inicio del desarrollismo en España. Se intensifica la construcción de viviendas debido a la creciente demanda y se amplía y reforma la red de carreteras. Es, sin embargo, en la década siguiente cuando aumenta el número de concesiones de licencias de explotación coincidiendo, por otra parte, con la promulgación de leyes protectoras en la comarca volcánica de La Garrotxa. Las obras de infraestructura derivadas del trazado y construcción del AVE Madrid-Sevilla, así como de nuevos tramos de las autovías que cruzan la provincia, propician un nuevo ataque al ya maltrecho paisaje volcánico del Campo de Calatrava.

Esta actividad ha provocado un continuo deterioro, si bien no tanto en sus inicios, ya que se limitaba a extracciones locales a pequeña escala para un uso muy concreto, aunque en el caso de Columba se contabilizan hasta cinco puntos de extracción distintos. No obstante, el proceso poco a poco se ha ido convirtiendo en un gran expolio por parte de concesiones mineras nacionales, que gravemente

están modificando el paisaje y la morfología de algunos de los mejores ejemplos de edificios volcánicos de la zona, y posiblemente de la Península, por su alto valor científico. Ejemplos claros los encontramos en Almagro, en el volcán de La Yesosa, o en Granátula de Calatrava, en el volcán de Cerro Gordo, donde literalmente se están “comiendo” el edificio.

En la actualidad, en torno al 20 % de los edificios volcánicos, se encuentran gravemente alterados por los procesos de explotación en minas y canteras. Su reconstrucción es inviable por la cantidad de material manipulado y por las propias características del hecho volcánico.

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, como hemos visto. Sólo hace falta pasear y visitar sus pueblos y observar su Patrimonio Histórico, para darse cuenta que el material volcánico aparece como señal de identidad.

Son muchos los beneficios que hemos obtenido y obtenemos de los volcanes del Campo de Calatrava, pero sin duda, uno de los más importantes para el desarrollo de la comarca es su estudio e investigación que, además, ha posibilitado el avance en políticas activas de conservación de este patrimonio natural.



Iglesia del Santísimo Cristo San Salvador del Mundo (Calzada de Calatrava), s. XVI. En la base del edificio encontramos sillares de basalto y lapilli con y sin carbonatos.

LA CONSERVACIÓN DE LOS VOLCANES. HITOS A CONSIDERAR

En la provincia de Ciudad Real no ha existido una especial sensibilización hacia la protección del paisaje volcánico, como si la hubo en su momento en otras comunidades autónomas del Estado español (Mallarach y Riera, 1981) o dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha con otro tipo de espacios o valores naturales, tal y como ocurrió con la defensa de Cabañeros o Las Tablas de Daimiel y los humedales manchegos.

A pesar de que el conocimiento científico de los volcanes calatravos se remonta a finales del siglo XIX y a que ya en 1932 Francisco Hernández Pacheco realiza el primer análisis integral de este volcanismo, el interés minero ha estado siempre por encima de la conservación.



Dibujo realizado por Candelo López Serrano, adjuntado al informe que elaboró reclamando la protección del volcán de Almodóvar del Campo.

La primera persona que alza su voz en defensa de los volcanes del Campo de Calatrava es el sacerdote Candelo López Serrano, en 1978, redactando un informe sobre los valores del volcán de Almodóvar del Campo y reclamando la protección del mismo, informe que remite a la Dirección General de Bellas Artes del Ministerio de Cultura.

Pero no será hasta finales de la década de 1980 y en adelante, cuando geógrafos vinculados a diversas universidades españolas (Universidad de Castilla-La Mancha, Universidad de Oviedo y Universidad de La Laguna) alerten sobre el deterioro del paisaje volcánico calatravo y sobre la necesidad de establecer unas medidas de conservación

de tan singular hecho geológico. Nos referimos a los geógrafos Elena González Cárdenas, Miguel Ángel Poblete Piedrabuena, Eduardo Martínez de Pisón y Carmen Romero.

Posteriormente, el equipo de investigación GEOVOL dirigido por la Dra. Elena González Cárdenas desde la UCLM y la organización no gubernamental Ecologistas en Acción-Ciudad Real han reclamado en numerosas ocasiones la necesidad de proteger los volcanes más amenazados por la actividad minera.

En esta relación de personas y organismos que están promoviendo la conservación de los valores volcánicos, no podemos dejar de mencionar el papel clave de la Asociación para el desarrollo del Campo de Calatrava a través de sus programas de promoción de su territorio, al incluir el volcanismo como un eje estratégico vital, siendo además la responsable de la elaboración de la primera guía divulgativa de los volcanes del Campo de Calatrava, en colaboración con el mencionado Grupo GEOVOL, de la que tienes entre tus manos la segunda edición.

La Ley de Minas de 1973 y el Acuerdo del Consejo de Gobierno de Castilla-La Mancha de 1998

La vigente *Ley de Minas* (Ley 22/1973, modificada por la Ley 54/1980), a pesar de ser una ley redactada para asegurar la explotación productiva de los recursos mineros de nuestro país, adoptó una postura exigente para la época en materia medioambiental. Sin embargo, como ha ocurrido con otras leyes, no ha permitido dotar de un marco integral que satisficiera el desarrollo de las actividades mineras y el respeto al medioambiente, en un marco de sostenibilidad, que es lo que debería primar en la actualidad.

Otro hito legislativo a tener en cuenta con implicaciones proteccionistas es el *Acuerdo del Consejo de Gobierno de Castilla-La Mancha de 6 de noviembre de 1998*, por el cual se declararon como áreas no registrables a efectos de la legislación de minas una serie de volcanes del Campo de Calatrava, quedando las áreas nº 11, 12 y 13 incluidas dentro de los límites de los municipios de la Asociación de desarrollo. Con el fin de evitar las afecciones de la actividad extractiva minera sobre las manifestaciones volcánicas que presentan un mayor grado de conservación, se consideró conveniente limitar esta actividad productiva en ciertas áreas de acuerdo con las directrices contenidas en el Plan de Conservación del Medio Natural de Castilla-La Mancha.



Laboreo en la cantera de Las Herre-rías. Bolaños de Calatrava.

Áreas declaradas no registrables a efectos de la legislación de minas recogidas en el Anexo del Acuerdo del Consejo de Gobierno de 6 de noviembre de 1998 (DOCM nº 52, 6 de noviembre de 1998)

Nº de área	DENOMINACIÓN	HOJA MTN50 IGN
1	Cerro de los Santos	759
2	Negrizal de las Casas	759
3	Volcán de Piedrabuena	758 y 759
4	Colada al este del Cabezo de la Plata	759
5	Laguna de Peñarroya	784
6	Laguna de Fuentillejo-Sierra de Malosaires	784
7	Hoya del Mortero	784
8	Castillejos de la Bienvenida	834 y 835
9	Volcán del Cabezuelo	784
10	Conjunto La Camacha, La Arzollosa, y Maar de Peñas de Bú	784 y 759
11	Maar del Moral de Calatrava	811
12	Volcán Salvatierra, Volcán de las Yeguas y Volcán de La Atalaya	811 y 837
13	Volcán de los Tontos	837
14	Volcán de Alhorín	836
15	Laguna de la Perdiguera	783
16	Volcán del Cabezo y Laguna de Los Garbanzos	783
17	Pitón volcánico de Cancarix (Albacete)	868

11 a 13: áreas incluidas en la comarca de la Asociación para el desarrollo del Campo de Calatrava.

El papel de la legislación urbanística en la conservación de los volcanes calatravos

Aunque pueda parecer paradójico, la conservación de los volcanes del Campo de Calatrava con una cierta trascendencia normativa ha partido en algunos casos concretos de la legislación urbanística, al incorporar algunos municipios en sus instrumentos de planificación territorial la protección de los mismos.



Volcán de L a Atalaya (Calzada de Calatrava), una de las áreas no registrables a efectos de la legislación de minas.



Vertedero en una fosa abierta en depósitos volcánicos.

Villamayor de Calatrava es el primer municipio que contempla en sus Normas Subsidiarias, aprobadas en el año 1990, la necesidad de compatibilizar la actividad minera con la protección del Morrón de Villamayor, el volcán más antiguo de la región volcánica. Para ello se aprobaron unas normas de regulación de

la actividad minera, al tomar conciencia los redactores y la corporación municipal de que se trata de una de las zonas de mayor interés volcánico de España y, al mismo tiempo, un enclave tradicional de extracción basáltica, lo que había que compatibilizar.

Otro municipio que innovó en materia de protección de los volcanes calatravos a partir de la utilización de las herramientas que proporciona la legislación urbanística es el de Ciudad Real. De esta manera, el *Plan General de Ordenación Urbana de Ciudad Real*, aprobado en el año 1995, recogía la elaboración de un Plan Especial de Protección al Relieve Volcánico (Capítulo VI Normas Urbanísticas), en el que se contemplaba la salvaguarda de todos los edificios volcánicos existentes dentro de este municipio. Aunque, este Plan Especial nunca se ha desarrollado, la realidad es que, hoy por hoy, la mayor parte de los volcanes del municipio de Ciudad Real se encuentran clasificados como Suelo No Urbanizable Protegido de Protección al Paisaje Volcánico, al considerar que estos terrenos debían mantenerse al margen de cualquier proceso urbano por no considerarlos aptos para este fin, en este caso por su valor ambiental. En cualquier caso, el Plan General de Ordenación Urbana de Ciudad Real supuso un hito normativo con una visión integral de los volcanes a escala local.

Las políticas de conservación de la naturaleza de Castilla-La Mancha

En Castilla-La Mancha es la *Ley 9/1999 de Conservación de la Naturaleza* la que desarrolla la legislación básica del Estado Español sobre protección del medio natural.

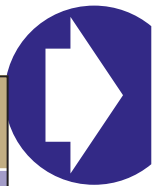
En el marco de la misma se crea la *Red de Áreas Protegidas de Castilla-La Mancha*, cuya implantación ha supuesto la adopción para algunos de los volcanes del Campo de Calatrava de figuras de protección emanadas de esta Ley.

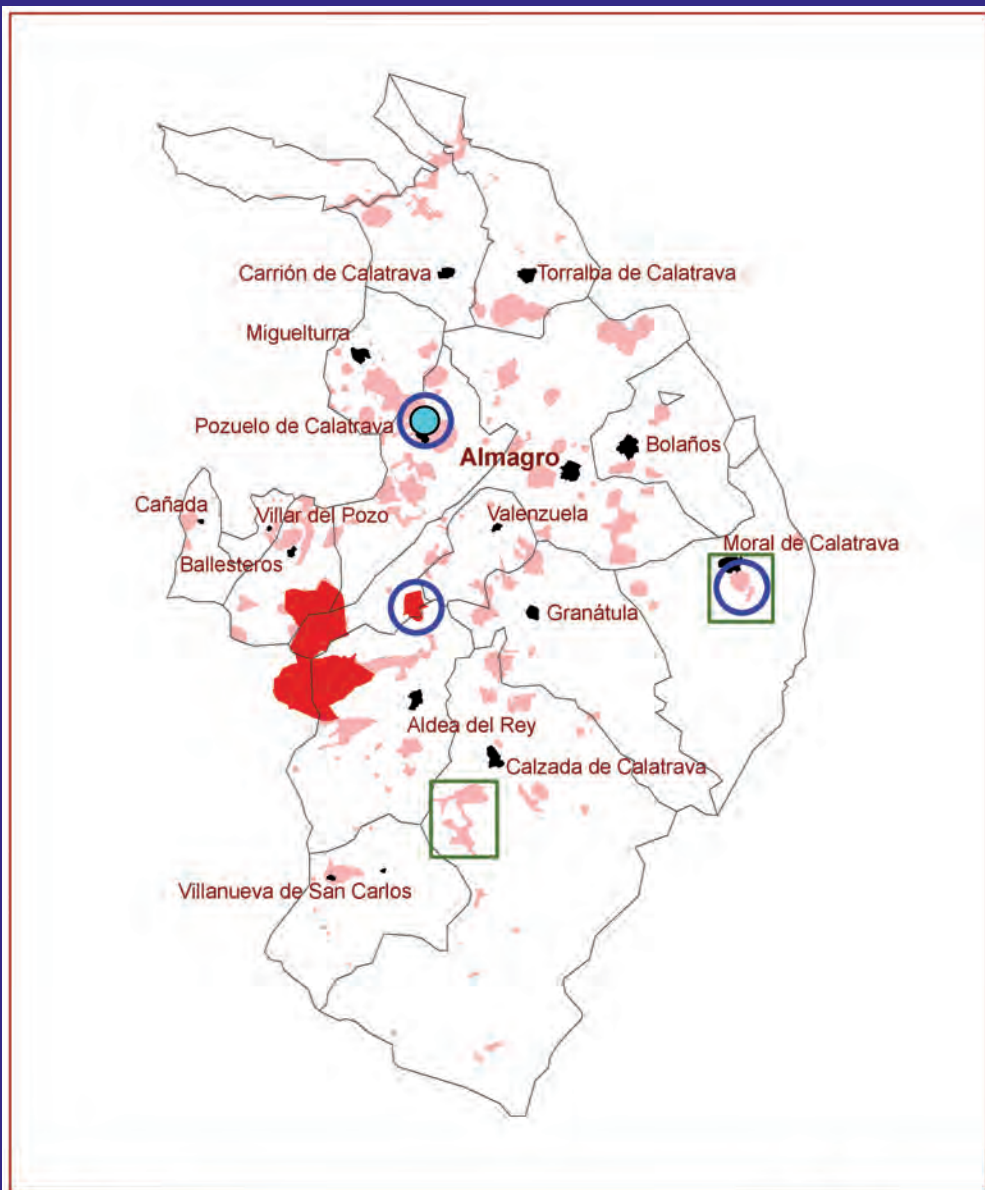
En otros casos, son los compromisos adquiridos por el Estado Español en instancias internacionales (Convenio de Ramsar) o europeas (Red Natura 2000), lo que ha llevado a la inclusión de ciertos edificios volcánicos en redes de protección, aunque en este caso

Edificios volcánicos protegidos por diversos instrumentos de conservación de la naturaleza

Categoría	Nombre	Área (ha)	Fecha declaración	Tipo geomorfológico	Municipios
M.N.	Laguna volcánica de la Alberquilla	111	05/10/1999	Maar	Mestanza
M.N.	Laguna volcánica de Michos	215	05/10/1999	Maar	Abenójar
M.N.	Laguna y volcán de la Posadilla	296	05/10/1999	Maar, como de piroclastos y coladas	Ciudad Real
M.N.	Los Castillejos de la Bienvenida	197	05/10/1999	Cono de piroclastos y coladas	Almodóvar del Campo
M.N.	Maar de la Hoya de Cervera	284	05/10/1999	Maar	Almagro
M.N.	Maar de la Hoya del Mortero	124	05/10/2000	Maar	Ciudad Real
M.N.	Volcán y laguna de Peñarroya	544	05/10/2000	Maar, como de piroclastos y coladas	Alcolea y Corral de Cva.
M.N.	Volcán del Cerro de los Santos	120	27/02/2001	Cono de piroclastos y coladas	Porzuna
MR	Laguna de Caracuel	66,15	13/05/2003	Maar	Caracuel de Cva.
R.N. L.I.C. y H.R.	Laguna del Prado	54	20/07/2004	Maar	Pozuelo de Cva.
R.N.	Navas de Malagón	466	13/09/2005	Maeres Malagón	
M.N.	Macizo de Calatrava	3.763	24/06/2008	Maar, como de piroclastos y coladas	Argamasilla de Calatrava y Almagro
L.I.C.	Navas de Malagón			Maeres	Malagón
L.I.C.	Lagunas volcánicas del Campo de Cva.			Maeres	varios

Filas resaltadas: espacios naturales protegidos incluidos en el territorio de la Asociación para el desarrollo del Campo de Calatrava.
M.N.: Monumento Natural; MR: Microrreserva; R.N.: Reserva Natural; L.I.C: Lugar de Interés Comunitario (Red Natura 2000); H.R.: Humedal Ramsar





Áreas Protegidas

- Monumento Natural
- Reserva Natural
- LIC Lagunas volcánicas del Campo de Calatrava
- Elementos geomorfológicos de protección especial
- Áreas no registrables a efectos de la Ley de Minas



- Municipios Asociación
- Núcleos urbanos

sólo afecta a los maares con las mejores lagunas conservadas (por ejemplo la laguna de La Inesperada, declarada Humedal Ramsar).

Además, esta ley aprobó un *Catálogo de Hábitats y Elementos Geomorfológicos de Protección Especial*, que se incorporó como Anejo 1 a la Ley, catálogo que incluyó en la categoría D) Tipos de Elementos Geológicos o Geomorfológicos de Interés Especial, a las *Formas de Origen Volcánico*.

A pesar de este avance, las políticas proteccionistas han sido ambiguas y poco eficaces en la protección de los volcanes del Campo de Calatrava. Los criterios que se han tenido en cuenta son restrictivos para lograr alcanzar el objetivo propuesto a medio plazo. Entre ellos destacan la “inexistencia de concesiones mineras” y el “buen estado de conservación”, quedando en un segundo plano su singularidad geológica o su interés paisajístico.

Si tenemos en cuenta que la mayor parte de los volcanes de la región están incluidos en concesiones mineras, su deterioro e incluso su destrucción total solo es cuestión de tiempo, protegiéndose solo aquellas formaciones volcánicas que ofrecen menos problemas de conservación.

En la actualidad, menos de una veintena de los cerca de 400 volcanes que se han inventariado en el Campo de Calatrava se han integrado en la Red de Áreas Protegidas de Castilla-La Mancha, siendo la figura de Monumento Natural la que ha primado a la hora de establecer un régimen de protección.



A pesar de ello, la singularidad del volcanismo del Campo de Calatrava hubieran hecho más adecuada una visión más sistémica, siendo probablemente la figura más apropiada la de Parque Natural, tal y como ha sucedido en Cataluña (La Garrotxa), Andalucía (Cabo de Gata), Francia (Auvernia) o Alemania (región volcánica de Eifel), sin olvidar el tratamiento integrado que han recibido las Islas Canarias.

El adoquinado de vías públicas ha sido uno de los destinos más comunes del material volcánico hasta finales del siglo XX. Torralba de Calatrava.



LIC. LAGUNAS VOLCÁNICAS DEL CAMPO DE CALATRAVA

Conjunto de lagunas de origen volcánico, situadas en el interior de mares, que engloba a las lagunas de Caracuel, La Carrizosa, La Perdiguera, La Alberquilla, Peñarroya y La Posadilla, el maar de la Hoya del Mortero, la laguna del Prado o Pozuelo de Calatrava, el complejo palustre de Moral de Calatrava y el maar de la Hoya de Cervera, incluyéndose las tres últimas localidades en el territorio de la Asociación para el desarrollo del Campo de Calatrava.

En todos los casos nos encontramos ante lagunas estacionales o temporales de origen volcánico, siendo de gran interés para la conservación de la biodiversidad por sustentar praderas de gran calidad de *Lythrum flexuosum* (Laguna de Caracuel) y *Marsilea strigosa* (Lagunas de La Perdiguera y La Carrizosa). Por otro lado, en cuanto a la avifauna nidificante e invernante, destacan las poblaciones de fumarel cariblanco, cigüeñuela común, aguilucho lagunero, cigüeña blanca, zampullín chico y zampullín cuellinegro, además de diversas especies de anátidas, que encuentran en estos humedales un excelente refugio para la invernada y la reproducción estival.

La Laguna del Prado o Pozuelo de Calatrava se integra, además, en la Reserva de la Biosfera de “La Mancha Húmeda” declarada por la UNESCO.



Laguna de La Carrizosa (Cabezarados), protegida en el marco de la Red Natura 2000.



A pesar de los esfuerzos de la administración, aún están fuera de protección muchos enclaves húmedos del Campo de Calatrava, en la foto la Laguna de La Estrella o El Navajo, en Almagro. Al fondo se levanta el perfil del cono de piroclastos de La Yezosa, de esta localidad.



MONUMENTO NATURAL VOLCANES DEL MACIZO DE CALATRAVA

En el Macizo de Calatrava aparece uno de los complejos volcánicos más extensos y mejor conservados de la comarca del Campo de Calatrava. La profusión de grandes aparatos volcánicos superpuestos o alineados siguiendo fisuras eruptivas, de erupciones tanto estrombolianas como hidromagmáticas, con conos de piroclastos con y sin coladas y maares de diversas dimensiones con menor o mayor desarrollo de sus anillos de tobas, componen una variedad de edificios volcánicos de elevado interés en la región volcánica.

Así, un total de diez unidades volcánicas, entre centros de erupción estrombolianos y cráteres de explosión hidromagmáticos se incluyen en el espacio natural protegido, enmarcado en el Macizo de Calatrava. Estas unidades, relacionadas de norte a sur, son: el volcán de La Conejera, el maar de Navalacierva, el volcán de Las Setecientas, también denominado volcán de Los Frailes, los maares del Acebuche y de Los Lomillos, el maar de la Laguna de Carboneras y del Pozo de las Pilas, los maares de Hoya Larga, el volcán de La Encina y el volcán de La Colmenilla.

Las coladas lávicas que derraman algunos de estos volcanes presentan, en cuanto a su composición, los principales grupos de rocas volcánicas que hay en la Región: basaltos (volcanes de Las Setecientas y La Encina), nefelinitas (volcán de La Conejera) y melilititas (volcán de La Colmenilla).

En cuanto al grado de conservación de todos los volcanes presentes en este espacio natural protegido, en general es bastante bueno, pues no están excesivamente erosionados, siendo posible reconocer perfectamente todos los elementos volcanoestructurales: cráteres, coladas y maares con anillos de tobas.

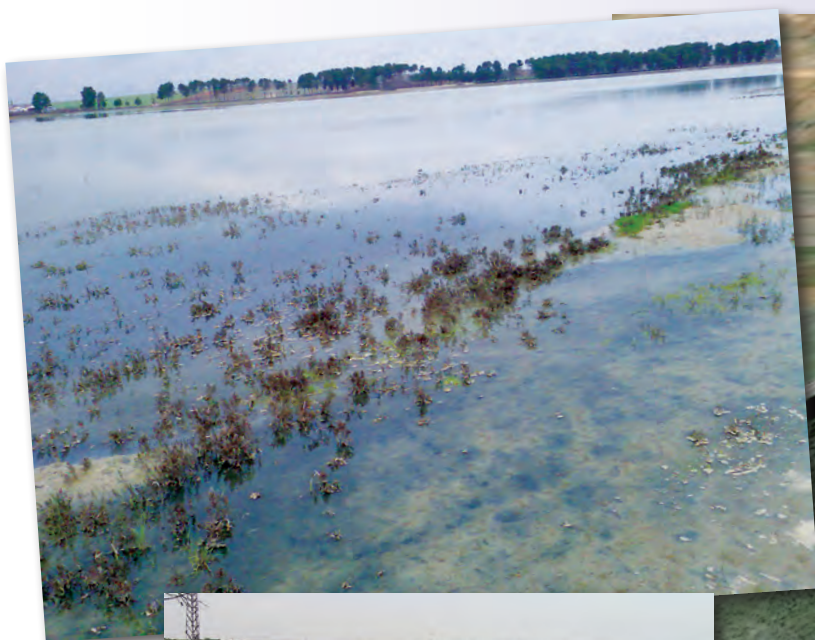


 **monumento natural**
Volcanes del Macizo de Calatrava

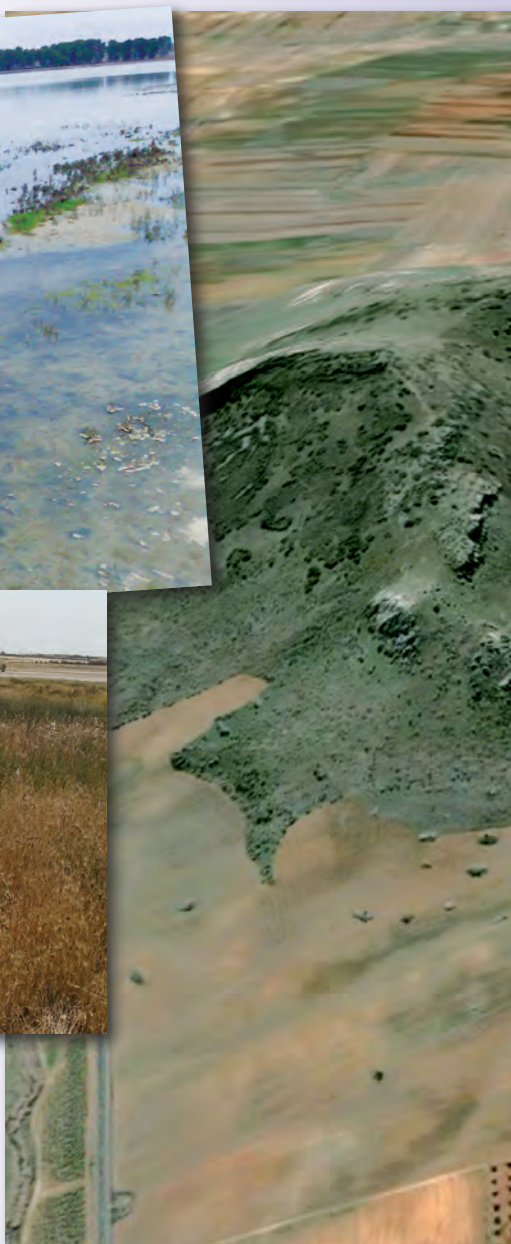
Maar laguna del Acebuche. Fotografía cedida por Enrique Luengo.

MONUMENTO NATURAL MAAR DE LA HOYA DE CERVERA Y RESERVA NATURAL LAGUNA DEL PRADO

Estos dos espacios naturales protegidos serán tratados con más detalle en la ruta que sobre los valores volcánicos se desarrolla en esta misma guía, por lo que remitimos al lector a esas páginas para ilustrar los valores ambientales de ambos espacios.



Arriba, Reserva Natural de la Laguna del Prado, también llamada La Inesperada, en invierno de 2009. Fotografía cedida por Máximo Florín Beltrán. Abajo cartel interpretativo de la Reserva.





Modelo digital del terreno del Monumento Natural Maar de la Hoya de Cervera. Google Earth.



6 Caminando entre Volcanes

“El Campo de Calatrava en su sector oriental, se caracteriza por la intensidad de los procesos eruptivos. La concurrencia en este espacio de un importante desgarre cortical que con dirección NE-SW, corta al eje principal del volcanismo calatravo, sin duda es la causa de esta masiva presencia de edificios volcánicos en los que encontramos tanto formas debidas a una tranquila actividad efusiva, como a erupciones marcadas por un alto índice de explosividad, fruto de la interacción agua magma”

<http://www.uclm.es/profesorado/egcardenas/gordo.htm>



Iniciaremos nuestro recorrido por los volcanes más representativos del sector oriental del Campo de Calatrava, teniendo como punto de partida a la ciudad de Almagro. Desde allí, por la carretera CM-413, en dirección a Granátula de Calatrava, atravesaremos la sierra que separa las cuencas de Valenzuela de Calatrava–Bolaños y Moral de Calatrava–Calzada de Calatrava, y tendremos oportunidad de ver y visitar los edificios que se han desarrollado sobre la crestería cuarcítica de la Sierra de Valenzuela de Calatrava o de Granátula de Calatrava, que de las dos formas se denomina, según la vertiente en la que nos encontremos.



Fotografía: J. L. Sobrino

LA ENCANTADA

Continuando hacia Granátula de Calatrava tendremos a nuestra izquierda la entrada al camino que conduce al yacimiento arqueológico de la ciudad del bronce ibérico de La Encantada. La leyenda habla de una doncella encantada que la noche de San Juan se aparece a los jóvenes que caminan cerca de la ciudad. La bella dama se peina los cabellos con un peine de plata, junto a un aljibe natural, mientras entona sugerentes canciones. Los hombres que escuchan sus tonadas quedan prendados de su belleza, y cuando se acercan, los mata clavándoles las púas de su peine. El acceso a La Encantada es muy cómodo. Puede hacerse a pie o en coche. Durante la subida, a la derecha, se tiene una magnífica vista panorámica del conjunto volcánico formado por Cerro Gordo, Barranco Varondillo y La Sima. Desde el yacimiento se contempla el sector occidental de la cuenca de Granátula de Calatrava, con el maar en el que se construyó el pueblo, el embalse de vega del Jabalón y el volcán de Columba, así como las sierras que enmarcan esta cuenca, destacando la de La Atalaya, con su volcán culminante a 1.118 metros de altura.

Una vez llegado al cruce con la carretera CR-5122 que conduce a Granátula de Calatrava y Pozuelo de Calatrava, tomaremos esta carretera y apenas a 400 m, a la derecha, se inicia el camino que conduce a las cortas de la mina San Carlos. Es este un buen lugar para observar el complejo volcánico de Barranco Varondillo–Cerro Gordo.



MAPA DE LA RUTA

- PARADA 1. CERRO GORDO y LA ENCANTADA
- PARADA 2. VOLCÁN CUEVAS NEGRAS
- PARADA 3. VOLCÁN COLUMBA
- PARADA 4. VOLCANES DE LA SERRA y CASTILLO DE CALATRAVA
- PARADA 5. MONUMENTO NATURAL DE ALDEA DEL REY
- PARADA 6. RESERVA NATURAL DE POZUELO DE CALATRAVA

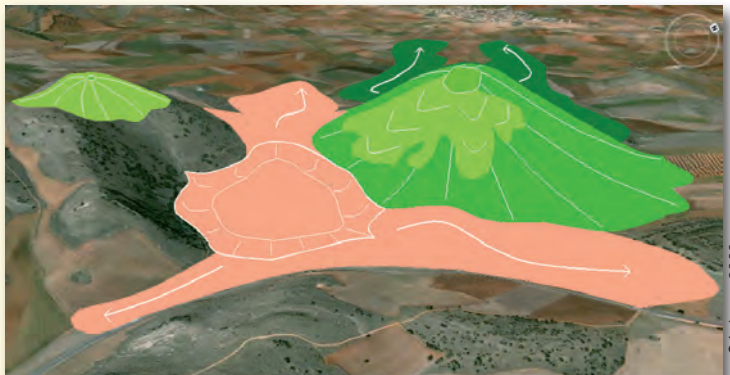
PARADA 1. CERRO GORDO y LA ENCANTADA

Cerro Gordo es un volcán que se ha formado en varias erupciones separadas en el tiempo. Se trata de un estratovolcán en miniatura en el que se han producido erupciones explosivas, tanto freatomagmáticas como estrombolianas, y efusivas con desarrollo de fuentes de lava. La planta del cono tiene forma subcircular, alcanzando unas dimensiones de 1.000 m de eje mayor y 831 de altitud (118 m de altura absoluta). Desarrolla este volcán una gran variedad de formas asociadas a las dinámicas eruptivas que lo han formado y a la diferencia en la viscosidad de las lavas y a la cantidad de gas que contienen de unas erupciones a otras. La morfología final de Cerro Gordo es el resultado de, al menos, dos momentos eruptivos reconocidos.

Sobre el nivel de cumbres de la sierra, a favor de una fractura de dirección NE-SO, en el borde de un primitivo maar, se inicia una erupción de carácter estromboliano en la que se emiten piroclastos finos, vesiculados, negros y sueltos que dan forma a un edificio cónico, disimétrico, de cuyo cráter en herradura salen lavas fluidas que permiten el desarrollo de una amplia colada que, bifurcada en dos ramas por un espigón cuarcítico, se emplaza hacia el interior de la cuenca de Valenzuela de Calatrava. Las lavas que la forman son nefelinitas olivínicas. Esta colada alcanza una potencia superior a los 20 metros. Presenta estructura interna esferoidal con la



LA ENCANTADA
 LEGRAS
 A, ORETO y ZUQUECA
 SIERRA DE LA ATALAYA
 LATRAVA
 JURAL HOYA DE CERVERA
 LAGUNA DE LA INESPERADA



CERRO GORDO-VARONDILLO-LA SIMA

Base: Google 2008

- | | | | |
|--|---------------------|--|------------------------------|
| | Cráter | | Cono de spatter |
| | Cono de piroclastos | | Flujos de spatter |
| | Colada de lava | | Maar y oleadas piroclásticas |



Cerro Gordo mostrando los flujos de spatter.

formación de bolos, pasando hacia la parte superior a estructuras de autobrechificación por diferencia entre la temperatura superficial y la del interior de la colada. A esta erupción le sigue una fase explosiva de carácter freatomagmático, en la que se abre un gran cráter y en la que se generan oleadas piroclásticas cuyos depósitos forman un anillo de tobas rodeando la depresión explosiva, hasta el momento, perfectamente conservado. Los depósitos de estas erupciones recubren íntegramente al cono preexistente, alcanzando potencias que superan la veintena de metros.

Si contamos con los correspondientes permisos, y tomamos las debidas precauciones, podemos entrar al interior de la cantera abierta en el flanco norte del volcán, pudiendo observar allí magníficos cortes en los que se observan los depósitos de las diferentes erupciones y se puede seguir la evolución eruptiva del volcán.

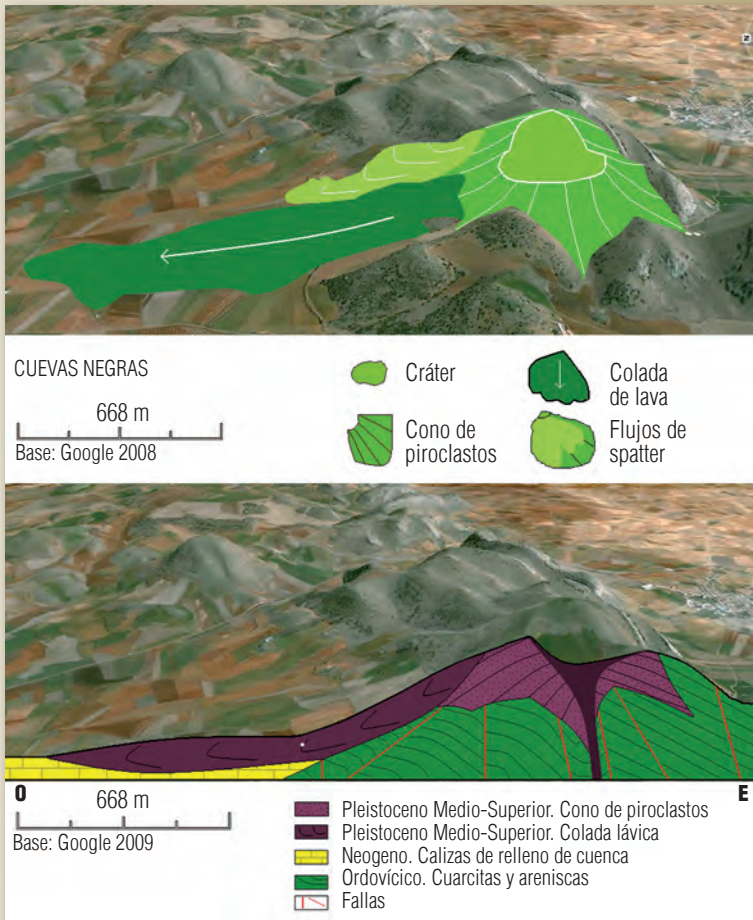
La fluidez del magma y la gran cantidad de gas, desencadena erupciones efusivas en las que se desarrollan fuentes de lava y derrames de spatter. En Cerro Gordo se encuentran potentes depósitos de lahar.

Si nos animamos a cruzar el cráter de Varondillo, llegaremos al anillo formado por los depósitos de oleadas piroclásticas, que está cortado por la carretera. En estos cortes se observan los depósitos de la erupción freatomagmática que abre este cráter, así como las coladas basálticas con disyunción esferoidal y superficie brechificada, que se encuentran bajo aquéllos.

PARADA 2. VOLCÁN CUEVAS NEGRAS

Una vez en Granátula de Calatrava, siguiendo un camino accesible con coche, que forma parte de la “Ruta del Quijote” subiremos a la cima del volcán de Cuevas Negras.

Se desarrolla este edificio volcánico en una erupción efusiva que se inicia con la emisión de una colada fluida de más de 3 km de longitud, 500 m de anchura y una potencia



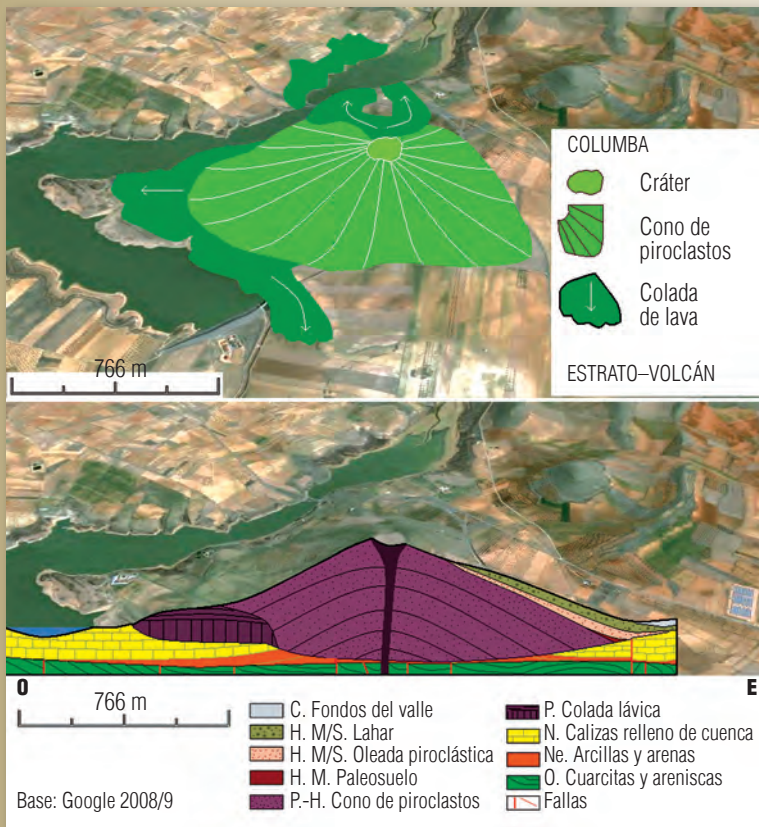
superior a 10 m que se dirige hacia el norte, penetrando ampliamente en la cuenca de Valenzuela de Calatrava. A la emisión de esta colada le siguen fases explosivas con emisión de piroclastos. Posteriormente, se desarrollan fases de formación de fuentes de lava y una abundante producción de spatter. Estos productos forman un cono de 110 m de altura relativa sobre las cuarcitas de las cumbres serranas. En la cima de este cono se abre un cráter que es sin duda el mejor conservado de toda la región volcánica. El cráter tiene planta circular, 500 m de diámetro y una profundidad en torno a 60 m. Al igual que todo el edificio se encuentra ligeramente volcado al NO, presentando en su borde oriental potentes cantiles de spatter. Hacia el noroeste, se distingue un potente derrame de escorias soldadas, de tonos rojizos, que ha quedado colgado a media ladera.

Desde la cima de Cuevas Negras se tiene una excelente vista de otros volcanes del entorno, como los de La Cornudilla y el maar de Cervera. Hacia el este se ve Cerro Gordo y el salidero de gas de La Sima, situado en las inmediaciones del volcán del

mismo nombre. Hacia el sur y sureste, se abren las llanadas de Calzada de Calatrava, con sus numerosos cabezos eruptivos, y la Sierra de La Atalaya con los volcanes de La Atalaya, Las Yeguas y Salvatierra. También se contempla el Sacro Convento Castillo de Calatrava La Nueva.

PARADA 3. VOLCÁN COLUMBA, ORETO y ZUQUECA

En el llano, junto al embalse de vega del Jabalón, nos espera el volcán más joven del Campo de Calatrava: Columba. Las erupciones, en este punto, dan lugar a un esbelto cono coronado por un doble cráter. En ellas se emiten coladas de gran potencia junto con oleadas piroclásticas, flujos fangosos (lahares), y abundantes piroclastos de caída.



C.- Cuaternario, H.- Holoceno, P.- Pleistoceno, N.- Neogeno, O.- Ordovícico, M/S.- Medio/Superior

En el Pleistoceno Inferior-Medio (700.000 años), las erupciones emiten coladas que se dirigen hacia el norte y se emplazan en los llanos por los que discurre el río Jabalón. En el Pleistoceno superior (100.000 años) nuevas erupciones emiten coladas de

gran potencia que obturan el valle del Jabalón y provocan grandes encharcamientos. Con posterioridad se produce un periodo de calma en la actividad de Columba lo que permite la alteración de la superficie de la colada y el desarrollo de suelos. En el Holoceno medio (6.000 años) se inicia una fase eruptiva freatomagmática cuyos depósitos se emplazan sobre un suelo fosilizándolo y permitiendo la conservación de elementos vegetales susceptibles de ser datados. El final de las erupciones en Columba coincide con una fase explosiva freática en la que se desarrollan flujos de fango.

El acceso a la cima del volcán es cómodo. Se lleva a cabo a través de una cañada, y nos permite acceder a la cima en apenas 15 minutos. Allí podemos recorrer el cráter, observar la inclinación de las lavas en su borde, encontrar bombas fusiformes y redondeadas, y grandes bloques rotos, formados por los depósitos de la antigua laguna cratérica, lanzados al exterior en la última erupción freática. Estos bloques al caer al suelo dan lugar a la formación de cráteres de impacto, aún hoy perfectamente identificables.

Desde las alturas de Columba se tienen buenas panorámicas del Macizo de Calatrava, pudiéndose ver el volcán de la Encina. Hacia el noreste se observan los volcanes de La Cornudilla y Cuevas Negras, así como el de Las Cuevas, situado en la orilla opuesta del embalse. Al sur y sureste vemos el antiguo maar de Hoya de los Muertos, llamado también Vega de Castellanos y el volcán del Cabezuelo.

Los cortes efectuados en la ladera del volcán para abrir la cañada, permite observar los depósitos de las coladas, cubiertas por depósitos de carbonatos, el paleosuelo desarrolla-

ORETO Y ZUQUECA

Yacimiento arqueológico

Situado en el término Municipal de Granátula de Calatrava. El lugar ocupa una privilegiada situación en el sistema de comunicaciones tradicionales de esta zona del Campo de Calatrava hacia Andalucía y el Levante.

Se trata de un asentamiento continuado desde el siglo IV a.C. (mundo ibérico) hasta el siglo XII d.C. El Conjunto religioso, que hoy se conoce como Santuario de Nuestra Señora de Oreto y Zuqueca, comprende diferentes edificios de época tardorromana y visigoda, que comenzaron a reconstruirse a partir de la batalla de las Navas de Tolosa en 1212. Oretum fue una de las tres principales ciudades de la Oretania, que abarcaba de norte a sur más allá de Sierra Morena y se extendía hasta el final de la Bética.



do sobre ella, las oleadas piroclásticas y el lahar. En la presa del embalse podemos admirar las potentes coladas basálticas de Columba, escindidas en columnas prismáticas.

El volcán de Columba, debido a su cercanía, sirvió de cantera de extracción para la construcción de sus edificios, por su escaso peso y gran resistencia, así como para la elaboración de diferentes útiles. Es a partir del siglo VI d.C. donde aparece registrado en el yacimiento de Oretum, edificios realizados con piedras volcánicas, sobre todo de coladas basálticas procedentes de Columba, y las cuales fueron una constante hasta el siglo XII, algunas de las cuales fueron reutilizaciones de dicho material conforme se iba ampliando su ocupación

PARADA 4. VOLCANES DE LA SIERRA DE LA ATALAYA Y CASTILLO DE CALATRAVA

Un interesante campo de volcanes que merece nuestra visita es el de la Sierra de La Atalaya. Para acceder a él tenemos que tomar un camino que parte al inicio de la carretera CR-4111, Calzada de Calatrava-Almuradiel. Es preciso concertar la visita ya que se necesita un permiso municipal para que poder entrar a la finca, propiedad de la Junta de Comunidades, donde se encuentran estos volcanes.



Volcán y colada de La Atalaya. Calzada de Calatrava.

En la Sierra de La Atalaya se distinguen cuatro aparatos volcánicos. En la cumbre, y formando la mayor elevación de la sierra, destaca el volcán de La Atalaya de 1.118 m de altura. Hacia el noroeste, a penas a 1.000 metros de distancia, se levanta el volcán de Las Yeguas, y en la misma dirección, algo más alejado, se encuentra el volcán de Salvatierra. Los volcanes de La Atalaya y Las Yeguas, nacen a favor de las fracturas que rompen las cuarcitas de la sierra, dando lugar a los edificios volcánicos situados a mayor elevación de todo el Campo de Calatrava.

Las erupciones son eminentemente efusivas, generando coladas lávicas y derrames de spatter que descienden por las laderas. Por tanto, sus formas de relieve y paisajes

son similares. El volcán de La Atalaya tiene varias bocas de emisión en torno a las que se han acumulados importantes volúmenes de lava, formando conos de escorias soldadas. El volcán de Las Yeguas, se sitúa a menos altura y muy próximo al anterior.



SACRO CONVENTO CASTILLO CALATRAVA LA NUEVA

Aldea del Rey, siglo XIII.

Es una impresionante fortaleza encuadrada en el cerro Alacranejo, a 936 m de altitud. Construido entre 1212 y 1217 sobre el antiguo Castillo de Dueñas, es ocupado por la Orden Militar de Calatrava en 1217 cuando se traslada desde Calatrava La Vieja. Sufrió graves daños en el terremoto de Lisboa en 1755 de ahí que en 1802, junto con los episodios de desamortización producidos en este siglo, sea abandonado. En 1931 es declarado Monumento Histórico Nacional.

Constituye un complejo recinto compuesto por iglesia, convento, hospedería, puebla y recinto externo, todo fuertemente fortificado.

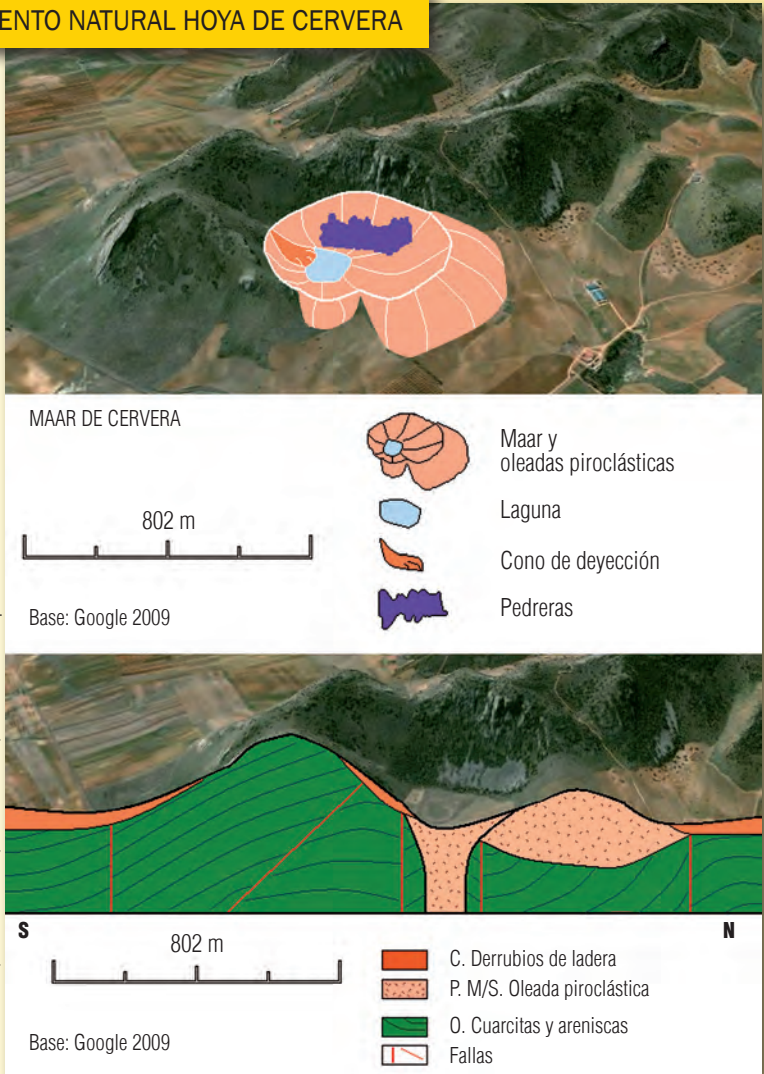
La iglesia es de estilo cisterciense, situada al noroeste del castillo, destaca por su morfología militar, muy adecuada al recinto. Tiene un gran rosetón en su fachada, del tiempo de los Reyes Católicos. Tanto el arco como dicho rosetón están contruidos con lapilli soldados o spatter, de color rojizo. En su interior podemos observar que está totalmente construido con sillares de basalto, en los que podemos apreciar las marcas de los canteros. Las rocas volcánicas (basalto, spatter) están presentes también en los recintos del castillo y del convento.

Desde el Puerto de Calatrava, se pueden observar el castillo de Salvatierra, y el Sacro Convento Castillo de Calatrava La Nueva, cuyo acceso, desde la CR-5121, se hace mediante un camino empedrado que permite la subida en vehículo. La entrada es libre, existiendo un horario de apertura y cierre.

Las erupciones hidromagmáticas, derivadas del calentamiento del agua por el magma que asciende hacia la superficie, han dejado magníficos ejemplos de cráteres de explosión en el Campo de Calatrava. En nuestra ruta debe incluirse la visita a los maares de Cervera y de Pozuelo de Calatrava los cuales sirven de vaso a las lagunas de Cervera y de La Inesperada.

Para llegar a Cervera tomaremos la carretera CM-4111 que desde Aldea del Rey se dirige a Pozuelo de Calatrava. Al entrar en el valle del Jabalón, deberemos estar atentos ya que a la izquierda de la ruta se encuentra un pequeño aparcamiento con un panel informativo sobre las características de este espacio, declarado Monumento Natural.

PARADA 5. MONUMENTO NATURAL HOYA DE CERVERA



El maar de Cervera, se abre sobre las fallas que limitan la fosa del Chorrillo. La violentísima explosión hizo desaparecer una parte considerable de la sierra cuarcítica, abriendo un profundo cráter que llega a alcanzar 140 m de desnivel entre el fondo y la cresta rocosa. El cráter forma un gran arco abierto al norte.

El cráter de Cervera alberga, en época de lluvias abundantes, una laguna de apenas 500 metros de diámetro. Sobre sus someras aguas se desarrolla una vegetación de juncos y castañuelas. En las laderas predomina el matorral mediterráneo, siendo destacable la abundancia de enebros. La presencia de ánades de superficie de forma casi exclusiva, fruto de la escasa profundidad mencionada de sus aguas, reduce la riqueza avifaunística a nueve especies, destacando por su abundancia el ánade azulón y la cigüeñuela común. Los primitivos pobladores del valle del Jabalón, extraían y usaban los óxidos de hierro contenidos en las cuarcitas que rodean a la laguna. También aparece industria lítica asociada a los derrubios de estos afloramientos rocosos.

PARADA 6. RESERVA NATURAL LAGUNA DE LA INESPERADA

Siguiendo por la misma carretera que nos ha llevado a Cervera, llegados al caserío de La Puebla, nos desviaremos a la derecha, en dirección a Pozuelo de Calatrava por la carretera CR-5121 para visitar la laguna de La Inesperada. Esta laguna, actualmente catalogada como Reserva Natural, en uno de cuyos márgenes se levantó el antiguo caserío de Pozuelo de Calatrava, es la más salina del Campo de Calatrava, alcanzando valores similares a los de las lagunas manchegas. Tradicionalmente se han llevado a cavo extracciones de yeso en sus inmediaciones. Su génesis esta asociada al hidrovolcanismo calatravo, tratándose de un cráter de explosión de origen hidromagmático. Las dimensiones de esta laguna son de 1.000 m de longitud por 500 m de anchura, con una superficie de 45 has, teniendo aguas muy someras. Sus propiedades físico-químicas que a principios del siglo XX se emplearan como aguas medicinales, siendo embotelladas y vendidas como “Aguas La Inesperada”. Dentro de la vegetación presente en esta laguna abundan las especies halófilas, destacando salicornias y suaedas. Las características salinas de las aguas de esta laguna favorecen la aparición de una serie de taxones faunísticos especializados en el aprovechamiento de ambiente salinos, que no aparecen o lo hacen en menor número que en el resto de las lagunas del Campo de Calatrava. Destacan entre ellas la avoceta, tarro blanco y flamenco rosa, así como un amplio espectro de limícolas. En el periodo invernal se han llegado a observar cerca de 1.500 aves de 15 especies, destacando la gaviota reidora y el cuchara común como invernantes. Pero cuando alcanza su máximo esplendor es en la época reproductora, albergando la principal colonia de larolimícolas de todo el Campo de Calatrava, con especies como la avoceta, cigüeñuela común y gaviota reidora. Entre las anátidas destaca la reproducción del ánade azulón y pato colorado. La focha común y la gallineta común también nidifican habitualmente. Entre los impactos ambientales que ha sufrido esta laguna hay que destacar los vertidos de aguas residuales, y la invasión del vaso lagunar por construcciones.



El agua de la laguna de La Inesperada (Pozuelo de Calatrava) se embotellaba y comercializaba por su interés minero-medicinal.