

MAKARONESIA

Boletín de la Asociación Amigos del Museo de la Naturaleza y el Hombre

**Las trágicas crónicas
de la lisa gigante
de Cabo Verde**

**Conversación con
Cristina González**

**Lanzarote:
vida entre las lavas
ahogadas del volcán**

**Los aromas de Ceuta:
dos mares,
dos continentes**

**La lapa mayorera
en Canarias:
distribución y problemática**



Escrito en la arena: tubos y diques sedimentarios en paleodepósitos costeros de El Médano (Granadilla de Abona, Tenerife)

Juan J. Coello Bravo

(Instituto Volcanológico de Canarias [INVOLCAN])

Fotos: J.J. Coello y J.J. Bacallado

INTRODUCCIÓN: EL MARCO GEOLÓGICO

La isla de Tenerife está formada por varios grandes edificios volcánicos; el mayor, que ocupa la posición central entre ellos, se denomina edificio Cañadas. Se trata de un estratovolcán compuesto de gran complejidad estructural y composicional, que alcanzó más de 4.000 m de altura antes de que su cumbre resultara destruida, hace aproximadamente 180.000-150.000 años, en un evento paroxísmico que dio lugar a una gran depresión, la caldera de Las Cañadas, de la que recibe su nombre.

El edificio Cañadas creció a partir de múltiples erupciones volcánicas, tanto efusivas como explosivas, ocurridas, en lo que respecta a su parte emergida, desde hace al

menos cuatro millones de años, y su actividad continúa hoy en día. Los numerosos centros de emisión y aparatos volcánicos individuales que surgieron en esas erupciones ocupan preferentemente una posición central en el edificio, pero también aparecen en posiciones periféricas. Estos últimos tienden a situarse a lo largo de tres dorsales. Las dorsales son relieves volcánicos lineales contruidos por apilamientos de coladas de lava y piroclastos producto de erupciones fisurales, cuyos centros de emisión –conos volcánicos– se concentran a lo largo de una franja alargada, denominada eje estructural. Las tres dorsales antes referidas, denominadas Noreste, Noroeste y Sur, confluyen, como los brazos de una estrella de tres puntas, en la zona central del edificio Cañadas.

En el extremo inferior de la dorsal S – nos referimos de nuevo a la parte emergida del edificio, no a su parte submarina– se localiza Montaña Roja, un cono de escorias basálticas erosionado a medias por el mar. Se originó en una erupción hawaiiana-estromboliana, es decir, de baja explosividad, ocurrida, según las dataciones K-Ar disponibles (Kröcher & Buchner, 2008), hace unos 948.000 años. Junto a él, al este, aparece el cono de la punta de Bocinegro, formado probablemente en la misma erupción o en otra más pequeña de edad muy similar.

Sobre los piroclastos basálticos de Montaña Roja se depositaron ignimbritas pertenecientes a la Formación Arico de las Bandas del Sur. Se denomina así a una sucesión de depósitos piroclásticos y volcano-sedimentarios sálicos (de composición rica en sílice) formados principalmente por fragmentos de pómez y cenizas, cuya presencia le da un característico color claro al paisaje de esta zona de Tenerife. Se originaron en erupciones explosivas de magmas traquíticos y fonolíticos, ocurridas en la zona central del edificio Cañadas, entre 700.000 y 150.000 años. La edad K-Ar de las ignimbritas de la Formación Arico es de aproximadamente 668.000 años (Brown *et al.*, 2003). Estos depósitos piroclásticos, llamados popularmente “toscas”, presentan la matriz de cenizas endurecida y compactada por procesos de alteración y cristalización post-deposicionales.

Las ignimbritas se extienden en una amplia plataforma costera de escasa elevación y pendiente, situada al norte de Montaña Roja, a modo de istmo que une esa elevación volcánica con la masa principal de la isla. Tal morfología, junto con un clima árido –precipitación anual inferior a los 100 mm– y condiciones de elevada salinidad que no permiten el desarrollo de una cobertura vegetal densa, favorece la acumulación de arenas de origen marino.

Éstas son transportadas desde la cercana bahía de El Médano por los fuertes vientos alisios del ENE o NE que azotan el lugar.

LOS PALEODEPÓSITOS ARENOSOS

En la fachada de barlovento o costa este del istmo, en discordancia erosiva sobre las ignimbritas, aparecen unos depósitos sedimentarios que se extienden en altura desde la actual zona intermareal hasta los 65 m sobre el nivel medio del mar. Son arenas claras de grano medio a grueso, con granoselección moderada, y están débilmente cementadas por carbonatos. Contienen conchas de gasterópodos terrestres y presentan estratificación o laminación subhorizontal, cruzada de bajo ángulo y cruzada planar. Son arenas de naturaleza mixta, es decir, tienen dos componentes, ambos en proporciones apreciables: uno inorgánico, formado por fragmentos de escorias y lavas basálticas, y granos minerales de olivino, piroxeno y plagioclasa, y otro orgánico, constituido principalmente por fragmentos de algas coralinas rojas, gasterópodos marinos y espículas calcáreas de equinodermos (Kröcher *et al.*, 2008).

Se distinguen en la costa este del istmo al menos dos unidades de arenas, separadas por varios depósitos de removilización de piroclastos pumíticos, algunos de ellos muy endurecidos, edafizados e incrustados por carbonatos. La unidad inferior, cuyo espesor máximo es de unos 5 m, contiene fragmentos esporádicos de conchas de gasterópodos marinos del género *Patella* (lapas) y presenta un grado de cementación mayor que la superior; esta última parece no contener conchas de gasterópodos marinos y su espesor máximo es de aproximadamente 1 m en el área del istmo.

Estos depósitos arenosos están fijados, es decir, en la actualidad no están sujetos a fenóme-



En segundo término, los paleodepósitos arenosos de El Médano, exhibiendo laminación paralela y cruzada de bajo ángulo. En primer plano se aprecia una duna actual. (Foto: J. J. Coello).



Aspecto general de los paleodepósitos arenosos de El Médano. Se observan numerosas aberturas circulares, restos muy erosionados de tubos de arena. (Foto: J. J. Coello).

nos apreciables de transporte y sedimentación eólica. Por el contrario, están siendo destruidos por procesos de erosión provocados por las aguas de escorrentía y el oleaje marino, y también por la abrasión producida por el impacto del material granular transportado por el viento. Sin embargo, la unidad superior no puede denominarse “fósil” puesto que no está recubierta por ningún otro material más moderno.

La formación de estos depósitos se produjo pues en periodos anteriores al actual, en los que las condiciones climáticas y sedimentarias del área eran diferentes, lo que permitía una mayor acumulación neta de arena. Existen dos dataciones disponibles para los depósitos, muy diferentes entre sí. La primera, efectuada por el método de termoluminiscencia en la fracción mineral de los sedimentos, indica una edad de 10.081 ± 933 años BP (González de Vallejo *et al.*, 2005). Esta edad se sitúa muy cerca del tránsito entre el Pleistoceno y el Holoceno, datado en 11.500 años BP, que marca el final de la última glaciación. La segunda, por el contrario, es una datación por C^{14} de conchas de *Patella* recolectadas, según sus autores, en la capa superior de arenas; corresponde a una edad de 41.650 ± 3.700 años BP (Buchner & Kröcher, 2009).

Atendiendo a la presencia de una posible rasa costera excavada en las ignimbritas sobre las que se depositaron, y a su contenido en conchas de gasterópodos marinos, las arenas se han interpretado como los sedimentos de antiguas playas, hoy levantadas sobre el nivel del mar (Kröcher *et al.*, *op. cit.*). En concreto se habrían depositado en la zona intermareal y supramareal, esta última solo bajo influencia marina durante los grandes temporales. Sin embargo, ni la composición y granulometría del sedimento, ni las estructuras sedimentarias presentes, ni su contenido fosilífero, excluyen la posibilidad de que en realidad se trate, al

menos en parte, de depósitos dunares litorales tras-playa (véase, p. ej., Mangas *et al.*, 2008). Si la edad más moderna es correcta, al menos la unidad superior podría correlacionarse con la última generación de paleodunas identificada en las Canarias orientales, que algunos autores han hecho corresponder con la última oscilación negativa o descenso rápido del nivel del mar antes del presente interglacial, oscilación conocida como “Yonger Dryas” (Castillo *et al.*, 2002).

Este antiguo campo de dunas litorales sería similar, aunque mucho mayor en su extensión y espesor, a los depósitos dunares que subsisten hoy en día en áreas reducidas del istmo.

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS: TUBOS Y DIQUES DE ARENA

En los paleodepósitos arenosos existen unas estructuras sedimentarias en forma de pilares o tubos, verticales o subverticales, a veces concéntricos o ramificados, huecos en su mayoría. Aparecen aislados o en forma de conjuntos coalescentes con múltiples aberturas, en ocasiones formando redes muy densas con formas dendríticas. Su diámetro está comprendido entre 1 y 20 cm, y su longitud excede el metro en algunos casos.

También aparecen diques de arena o diques clásticos, cuya traza tiende a ser recta, aunque en ocasiones se curvan, incluso se bifurcan o cruzan entre sí. Alcanzan longitudes de hasta 10 m y espesores de 2 a 15 cm. Tubos y diques aparecen en estrecha proximidad; en ocasiones, los segundos radian de los primeros. Ambas estructuras pueden observarse en las dos unidades arenosas, si bien tienden a ser más frecuentes y estar mejor conservadas en la superior. Atraviesan verticalmente, sin deformarlos, los planos de estratificación interna de los depósitos



Conjunto de tubos de arena coalescentes. (Foto: J. J. Coello).



Tubos aislados y diques de arena bifurcados y cruzados. El dique superior derecho parece surgir de un tubo hueco. (Foto: J. J. Coello).



Sombras de viento en tubos aislados. El viento que las formó soplabá hacia la parte superior de la fotografía. (Foto: J. J. Coello).

arenosos. Estas estructuras sedimentarias son concreciones, es decir, sus paredes están formadas por la misma arena que forma la masa de los depósitos, solo que más endurecida ya que en ellas la cementación por precipitación de carbonatos fue mayor. Muchas de ellas se observan hoy en día como moldes aislados, al haber eliminado la erosión la arena circundante, aunque en algunos cortes del terreno se ven numerosas estructuras aún englobadas por ella.

En algunos puntos se observan “sombras de viento”, que se definen como acumulaciones de arena cementada en forma de triángulo o delgada barra, dispuestas en el lado de sotavento de los pilares o tubos verticales. Estas formas, no citadas hasta ahora, fueron originadas por vientos que soplaban del ENE o NE, la misma dirección de los alisios, los dominantes en la actualidad.

PROCESO DE FORMACIÓN DE LOS TUBOS Y DIQUES

El origen de los tubos y diques ha sido debatido con amplitud en los últimos años. Las primeras interpretaciones apuntaron a fenómenos de escape de gases producidos por la brusca vaporización del agua intersticial contenida en las arenas, a partir de su calentamiento por ignimbritas que se depositaron directamente sobre ellas (Carracedo & Day, 2002). También se explicaron a la inversa, por la desgasificación de las ignimbritas a través de capas de arena depositadas encima, lo que implica que el emplazamiento de ambos materiales (ignimbritas y arenas) hubo de ser prácticamente sincrónico (Martin & Nemeth, 2004). Sin embargo, las relaciones estratigráficas y cronológicas entre los dos materiales, así como la falta de estructuras de desgasificación en las ignimbritas bajo las estructuras areno-

sas, no apoyan estas primeras interpretaciones.

Posteriormente, González de Vallejo y sus colaboradores (González de Vallejo *et al.*, 2003 y 2005) plantearon la hipótesis que ha resultado la más divulgada y conocida entre los estamentos administrativos y el público en general, de forma que las estructuras, siguiendo esta hipótesis, han pasado a denominarse mayoritariamente “sismitas” en documentos oficiales y medios de comunicación. Estos autores las relacionaron con un conjunto de accidentes tectónicos formado por dos fallas principales, que atraviesan el istmo al N de Montaña Roja con dirección N55°E, y numerosas fracturas verticales muy continuas que afectan a las ignimbritas y las arenas según tres direcciones principales: N175°, N56° y N105°. Interpretaron los tubos y los diques clásticos como estructuras de licuefacción, es decir, producidas por el escape brusco del agua intersticial contenida en las arenas, al ser agitada violentamente y presurizada por las ondas de un terremoto, cuya magnitud (M) calcularon en el rango 6,4-7,2. El escape del fluido se habría producido durante el evento, cuando las arenas se hallaban en un estado plástico inducido por la agitación sísmica del agua intersticial. La fuente más probable del terremoto la localizaron en la falla de dirección NE-SO situada en el canal oceánico que separa Tenerife y Gran Canaria, a unos 35 km de distancia mar adentro frente a la costa de El Médano. Como alternativa plantearon la posibilidad de que se hubiera originado en una de las dos fallas locales que se refrieron antes.

Por último, Kröchert *et al.* (2008) cuestionan parcialmente esta interpretación, basándose, entre otros argumentos, en que la licuefacción debería haber deformado intensamente la estratificación primaria de los depósitos arenosos. Para estos autores, las estructuras clásticas son rizolitos, formadas por la cementación de la arena a partir de fenómenos de precipitación



Tubos aislados y diques del área principal de afloramiento, situados dentro de uno de los senderos más transitados de la Reserva Natural, delimitado por los postes de madera visibles en el centro de la fotografía. (Foto: J. J. Coello).

de carbonatos alrededor de raíces vegetales que posteriormente desaparecieron, dejando en su lugar los tubos huecos. Los diques se habrían formado por raíces que ocuparon y agrandaron las fracturas antes descritas, cuyo posible origen sísmico sí admiten. En este sentido, Buchner & Kröcher (2009) argumentaron que las fracturas erráticas, curvadas y ramificadas que afectan a los depósitos arenosos –no así a las ignimbritas, cuyas fracturas presentan características y orientaciones distintas–, así como otros conjuntos de fracturas asociadas, se deben a fenómenos de deformación de las arenas, originados en un terremoto reciente de la falla submarina situada entre Tenerife y Gran Canaria. La magnitud necesaria para la fracturación de las arenas es según ellos muy similar a la máxima registrada en dicha estructura desde que existen datos instrumentales (terremoto del 9 de mayo 1989; $M=5,3$). Para estos autores, parte del sistema de fracturas así originado fue colonizado posteriormente por raíces para dar lugar a los diques de arena. Estructuras tubulares prácticamente idénticas, interpretadas también como rizolitos, han sido descritas por Alonso-Zarza *et al.* (2008) en los depósitos de paleodunas litorales pleistocenas de Tufia, en la costa E de Gran Canaria.

Otras interpretaciones acerca de su origen que han aparecido recientemente en los medios de comunicación, como la que apunta a pistas y túneles producto de la actividad de gusanos excavadores, no se discutirán aquí, ya que no se ha aportado por parte de sus autores prueba científica alguna que las apoye.

VALOR PATRIMONIAL, ESTADO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Se define el patrimonio geológico como el conjunto de elementos naturales no reno-

vables de valor científico y educativo, que permiten reconocer, documentar y estudiar la historia de la Tierra, sus componentes y los procesos que la han modelado. Dicho de otro modo, sus integrantes son elementos naturales no renovables de especial interés para practicar o enseñar geología.

La herramienta básica en la correcta gestión del patrimonio geológico de un territorio son los inventarios, en los que se identifican, documentan, catalogan y valoran, en función de los posibles usos, los elementos de interés (llamados puntos o lugares de interés geológico, geositos, etc.). Esa valoración debe referirse siempre al ámbito territorial que se considera, sea local, comarcal, regional o global. Una vez se dispone de esa herramienta básica se pueden abordar las actividades de conservación, difusión y uso del patrimonio geológico, algunas de las cuales, como el geoturismo, gozan de creciente popularidad.

A falta de un adecuado inventario, y más teniendo en cuenta que su génesis e incluso su edad es todavía discutida, parece prematuro hacer una valoración detallada de las estructuras sedimentarias de El Médano en lo que se refiere a su estatus patrimonial. Sin embargo, sí cabe indicar que, a partir de lo expuesto hasta ahora, su interés científico y didáctico es evidente, por lo que sin lugar a dudas merecen formar parte del patrimonio geológico de Canarias. Este juicio de valor inicial se apoya en atributos tales como la fragilidad de las estructuras y sus escasas posibilidades de conservación en el registro geológico; su rareza, consecuencia de lo anterior; la variedad de los procesos representados por ellas –tanto abióticos como bióticos–, lo que les confiere un gran valor como elemento de reconstrucción paleoambiental; y por último su singularidad, pues podrían documentar además procesos de intensa deformación sísmica en depósitos de arenas litorales, en lo que sería el único ejemplo descrito hasta la fecha en Canarias.

El estado de conservación de las estructuras puede calificarse como deficiente. En primer lugar hay que tener en cuenta la intensa degradación causada por las extracciones masivas de arena llevadas a cabo durante los años setenta y ochenta del pasado siglo, con destino a la construcción de numerosas obras públicas y privadas (García Casanova *et al.*, 1996). En la actualidad, la extensión de terreno que ocupan las estructuras mejor conservadas, donde además su número por unidad de superficie es mayor, comprende unos 49.000 m², en dos áreas de afloramiento distintas. La principal, de unos 46.500 m², se extiende entre La Marena y El Bocinegro; la segunda es mucho más pequeña y se halla en el extremo S de la playa de Leocadio Machado. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en numerosos puntos próximos a esas extensiones se observan formas más o menos aisladas que corresponden a las mismas estructuras en diversos estadios de degradación, casi terminal en algunos casos, por lo que resultan prácticamente irreconocibles. Por este motivo, es muy probable que las extracciones antes citadas causaran la desaparición de un número desconocido de tubos y diques, de imposible recuperación.

La amenaza de las extracciones de arena parece haberse conjurado en su mayor parte, ya que las estructuras sedimentarias se hallan actualmente en un área natural protegida, la Reserva Natural Especial de Montaña Roja. Como tales y con tal nombre, las sismitas aparecen recogidas en el instrumento de gestión de la reserva, su Plan Director, que entró en vigor en octubre de 2004. En concreto, las normas de actuación del plan hacen referencia a estas estructuras en varios programas. En el denominado “Restauración del medio” se

plantea la delimitación del campo de sismitas para protegerlas, no de las posibles agresiones de terceros, sino de los daños que puedan sufrir durante las propias actuaciones que lleve a cabo el órgano de gestión de la Reserva, principalmente las de restauración paisajística. Por otra parte, en el programa llamado “Seguimiento” se plantea el estudio de las sismitas, su catalogación y la adopción de una propuesta de medidas urgentes de conservación, a fin de evitar su degradación por la presión humana.

De todas estas medidas, la única que parece haberse llevado a la práctica es la identificación del área ocupada por las estructuras, dentro de un proyecto de restauración de la Reserva ejecutado en los años 2007 y 2008, como medida correctora por la construcción del nuevo puerto de Granadilla, impuesta por la Comisión Europea en noviembre de 2006, en un dictamen emitido al amparo de la Directiva Europea Hábitat. Dicho proyecto de restauración incluyó un informe sobre las sismitas, en el que se delimitaron las dos zonas antes indicadas, donde el estado de conservación de las estructuras y su densidad es mayor (ICIAC, 2007). Además, en el informe se recogen, aunque de forma muy vaga y genérica, posibles medidas de protección: aumentar la vigilancia, ordenar el tránsito de las personas por el área de afloramiento, etc. Sin embargo, ninguna de ellas se incluyó entre las actuaciones del proyecto de restauración. Afortunadamente, al menos las áreas delimitadas se excluyeron de algunas operaciones realizadas durante la ejecución del proyecto, como el subsolado o excavación en el suelo de cortes perpendiculares, mediante un apero mecanizado denominado subsolador o “ripper”; el objeto de esta técnica, potencialmente devastadora para estas estructuras, es mejorar las condiciones edáficas que favorezcan la colonización del sustrato por nuevas plantas. De nuevo queda la duda de si con tales operaciones no se des-



Un equipo de Televisión Canaria entrevistando a uno de los participantes en el "Geolodía 2012", celebrado en Tenerife. (Foto: J. J. Coello).

truyeron elementos de relevancia no incluidos en las áreas delimitadas, que, como ya se explicó antes, solo contienen los enclaves de mayor densidad de estructuras y donde éstas se hallan en general mejor conservadas.

En la actualidad las mayores amenazas para la conservación de los tubos y diques de arena son las derivadas de su fragilidad intrínseca y la presión humana a la que están sometidas por su situación junto a zonas muy transitadas, incluyendo varios senderos sin delimitar o escasamente balizados. Estas vías discurren muy próximas o incluso atraviesan los enclaves donde se concentran las estructuras mejor conservadas, que son perfectamente visibles desde los mismos. Nos referimos al pisoteo involuntario, la recolección o incluso el vandalismo, acciones estas últimas más

probables en cuanto cada vez más se difunde la existencia e importancia de las estructuras y el conocimiento público de las mismas aumenta. Aunque el autor desconoce el grado de incidencia real de estas amenazas sobre su estado de conservación, la adopción urgente de medidas de protección específicas contra ellas parece una tarea urgente e indispensable si se pretende que las sismitas no desaparezcan por completo, tal y como reconoce el propio plan director de la Reserva Natural. Estas medidas podrían incluir la reordenación del trazado de caminos, el mejor balizamiento y delimitación de los mismos, así como la protección física de las estructuras mediante vallado o incluso cubrición en el caso de las más representativas o mejor conservadas.

En los últimos años, el ayuntamiento de

Granadilla de Abona ha llevado a cabo, en el ámbito de sus competencias, diversas acciones encaminadas a lograr una mejor protección de los tubos y diques de arena de El Médano y a difundir sus importantes valores patrimoniales. Entre ellas destacan la convocatoria de un foro científico sobre las sismitas en El Médano en septiembre de 2011 y la colaboración municipal en la organización del "Geolodía 2012" en Tenerife -el primero en nuestra provincia-, una iniciativa promovida y coordinada por la Sociedad Geológica de España (SGE) y destinada

a la divulgación de la geología y el patrimonio geológico de nuestro país. Se celebró el 6 de mayo y consistió en una excursión guiada por miembros de la Asociación Amigos del Museo de la Naturaleza y El Hombre y de la Asociación Vulcanológica de Canarias (AVCAN), en la que se visitaron, entre otros puntos de interés, los campos de sismitas. En la actualidad el consistorio elabora la carta-inventario municipal del patrimonio geológico, pionera en Canarias, en la que estas estructuras tendrán, ni que decir tiene, un lugar destacado.

Bibliografía

- ALONSO-ZARZA A. M., J. F. GENISE, M. C. CABRE-RA, J. MANGAS, A. MARTÍN-PÉREZ, A. VALDEOL- MILLOS & M. DORADO-VALIÑO (2008). Megarhi- zoliths in Pleistocene aeolian deposits from Gran Canaria (Spain): Ichnological and palaeoenviro- nmental significance. *Palaeogeography, Paleocli- matology, Palaeoecology*, 265 (1-2): 39-51.
- BROWN, R. J., T. L. BARRY, M. J. BRANNEY, M. S. PRINGLE & S. E. BRYAN (2003). The Quaternary pyroclastic succession of southeast Tenerife, Ca- nary Islands: explosive eruptions, related caldera subsidence, and sector collapse. *Geological Mag- azine*, 140: 265-288.
- BUCHNER, E. & J. KRÖCHERT (2009). A record of long-time rift activity and earthquake-induced ground effects in Pleistocene deposits of southern Tenerife (Canary Islands, Spain). *Marine Geophys- ical Researches*, doi: 10.1007/s11001-009-9074-0.
- CARRACEDO, J. C. & S. DAY (2002). *Canary Islands. Classic Geology in Europe*, 4. Terra Publishing. London. 294 pp.
- CASTILLO, C., E. MARTÍN-GONZÁLEZ, Y. YANES, M. IBÁÑEZ, J. de la NUEZ, M. R. ALONSO & M. L. QUE- SADA (2002). Estudio preliminar de los depósitos dunares del Norte de Lanzarote. Implicaciones paleoambientales. *Geogaceta*, 32: 79-82.
- GARCÍA CASANOVA, J., O. RODRÍGUEZ & W. WILD- PRET (1996). *Montaña Roja: naturaleza e historia de una reserva natural y su entorno (El Médano-Granadilla de Abona)*. Ayuntamiento de Granadil- la de Abona, Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, Centro de la Cultura Popular Canaria. 404 pp.
- GONZÁLEZ de VALLEJO, L., R. CAPOTE, L. CABRE- RA, J. M. INSUA & J. ACOSTA (2003). Paleoearth- quake evidence in Tenerife (Canary Islands) and possible seismotectonic sources. *Marine Geo- physical Researches*, 24 (1-2): 149-160.
- GONZÁLEZ de VALLEJO, L. I., M. TSIGÉ & L. CABRE- RA (2005). Paleoliquefaction features on Tenerife (Canary Islands) in Holocene and deposits. *Engi- neering Geology*, 76: 179-190.
- ICIAC-INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES DE CANARIAS, S.L. (2007). Restauración de la Reserva Natural Especial de Montaña Roja. Fase I. Identifi- cación y delimitación del campo de sismitas de Montaña Roja. Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. Informe inédito. 12 pp.
- KRÖCHERT, J. & E. BUCHNER (2008). Age dis- tribution of cinder cones within the Bandas del Sur Formation, southern Tenerife, Canary Islands. *Geological Magazine*, doi: 10.1017/ S001675680800544X.
- KRÖCHERT, J., E. BUCHNER & L. I. GONZÁLEZ de VALLEJO (2008). Conspicuous sediment struc- tures in fossil beach deposits (southern Tenerife, Canary Islands, Spain): paleoliquefaction features versus biogenic origin. *Marine Geophysical Re- search*, 29: 177-184.
- MANGAS, J., I. MENÉNDEZ, J. E. ORTIZ & T. TO- RRÉS (2008). Eolianitas costeras del Pleistoceno superior en el "Sitio de Interés Científico de Tu- fia" (Gran Canaria): sedimentología, petrografía y aminocronología. *Geo-Temas*, 10: 1.405-1.408.
- MARTIN, U. & K. NEMETH (2004). Sedimentary interaction between pyroclastic flow deposits of the Poris Member from the Las Cañadas and monogenetic volcanic fields in a beach setting near Montaña Roja scoria cone, Tenerife Sur, Spain. *Occasional Papers of the Geological Insti- tute of Hungary*, 203: 74.