

Caracterización y origen de las lunetas asociadas a las lagunas de La Lantejuela (Sevilla, España)

Characteristics and origin of lunettes associated with La Lantejuela playa-lakes (Seville, Spain)

Francisco Moral Martos

Universidad Pablo de Olavide, Carretera de Utrera, km 1, 41013, Sevilla, España.
fmormar@upo.es

ABSTRACT

"Campaña" playa-lakes, originated in relation to clay-evaporite materials of Depression of the Guadalquivir, are characterized by their temporary hydroperiod and saline waters. Among these, it highlights the lacustrine complex of La Lantejuela, consisting of nine major playa-lakes and other smaller wetlands. Next to several playa-lakes, eight clay dunes with lunette morphology, heights of 5-19 meters and crests up to 4.6 km in length, are described. The origin of clay dunes is related to wetlands in arid regions, where clay-salt aggregates formed during dry season may be affected by aeolian erosion. Lunettes of La Lantejuela are located on the northern shore of playa-lakes, which is compatible with the current regime of winds, with stronger winds in summer from the southeast. Finally, it is concluded the complex origin of the playa-lakes of La Lantejuela, related to tectonic processes and, as is revealed in this study, to wind deflation processes.

Key-words: Lunettes, playa-lakes, clay dunes, aeolian deflation.

RESUMEN

Las lagunas de campiña, originadas en relación con los materiales arcilloso-evaporíticos de la Depresión del Guadalquivir, se caracterizan por su carácter temporal y sus aguas salinas. Entre estas, destaca el complejo lacustre de La Lantejuela, constituido por nueve lagunas principales y otras zonas húmedas menores. Junto a la orilla de varias cubetas lacustres se describen ocho dunas arcillosas con morfología de luneta, alturas de 5 a 19 metros y crestas de hasta 4,6 km de longitud. Las dunas arcillosas se forman en humedales de regiones áridas en los que, durante la estación seca, se desarrollan agregados arcilloso-salinos que pueden verse afectados por erosión eólica. Las lunetas de La Lantejuela se localizan en la margen septentrional de las cubetas lacustres, lo cual es compatible con el régimen de vientos actuales, con los vientos más fuertes en verano del sureste. Finalmente, se pone de manifiesto el origen complejo de las lagunas de La Lantejuela, relacionado con procesos tectónicos y, como se concluye en este trabajo, con procesos de deflación eólica.

Palabras clave: Lunetas, lagunas temporales, dunas arcillosas, deflación eólica.

Geogaceta, 59 (2016), 3-6
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 9 de junio de 2015
Fecha de revisión: 20 de octubre de 2015
Fecha de aceptación: 27 de noviembre de 2015

Introducción

Las lagunas de La Lantejuela, localizadas entre las poblaciones de Osuna y Écija (Sevilla), constituyen una de las zonas húmedas más importantes de la Campiña Andaluza (Fig. 1). Las lagunas de campiña representan una de las tipologías de humedales continentales más peculiares de Europa. A pesar de su diversidad hidrológica, suelen poseer un hidropereodo temporal y variable, una escasa altura de la lámina de agua y aguas de carácter salobre a salino (Moral *et al.*, 2013).

En este trabajo se relaciona el origen de las lagunas de campiña con la presencia de materiales arcilloso-evaporíticos triásicos, afectados por deformación plás-

tica y procesos halocinéticos. No obstante, en la génesis de determinadas lagunas también pueden intervenir otro tipo de procesos como la disolución kárstica y, como se expone en este trabajo, la erosión eólica.

En relación con algunas cubetas lacustres del complejo de La Lantejuela, se describe la presencia de dunas arcillosas con morfología de luneta, lo que implica un importante papel de la deflación eólica en el desarrollo de las depresiones que albergan a estas lagunas.

Las lunetas fueron descritas por primera vez en Australia (Hills, 1940) y desde entonces han sido identificadas en Argelia (Boulaine, 1956), en Botswana y Sudáfrica (Goudie and Thomas, 1986), en Argentina

(Dangavs, 1979), en Texas (Price, 1963) y en otras regiones de clima árido. En España, únicamente han sido citadas en la Llanura Manchega (Pérez-González *et al.*, 1983) y en el sector meridional de la Depresión del Duero (Desir *et al.*, 2003).

En este trabajo se analiza la relación genética de las lunetas con el régimen de vientos actual y se pone de manifiesto el origen complejo del sistema lacustre de La Lantejuela.

Contexto geológico e hidrológico

El complejo lacustre de La Lantejuela está constituido por nueve lagunas mayores, algunas drenadas de forma artificial, y

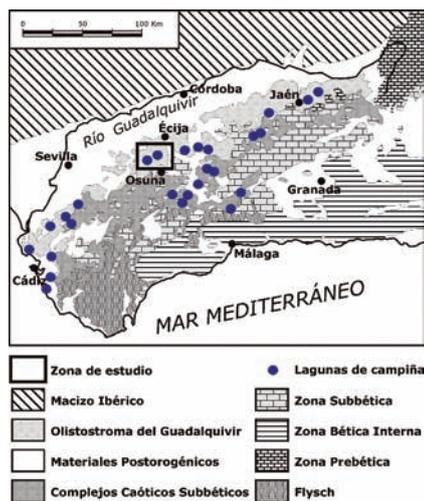


Fig. 1.- Localización de las principales lagunas de campiña y de la zona de estudio.

Fig. 1.- Location of study area and main "campiña" playa-lakes.

otras zonas húmedas menores. Las lagunas se localizan en una franja de unos 15 km de longitud situada en el sector septentrional de la llanura aluvial de Osuna, al sur del cerro Palomarejo (Fig. 2).

El área lacustre se sitúa sobre un relleno sedimentario de arcillas, limos, arenas, gravas y evaporitas de origen fluvio-lacustre. Son depósitos pliocuaternarios de poco espesor (menos de 20 metros), que fosilizan un relieve más antiguo formado sobre materiales margosos miocenos y triásicos.

El origen del complejo lacustre ha sido relacionado con procesos tectónicos, responsables de la subsidencia del terreno en el que se encuentran las lagunas y del depósito de los materiales aluviales de los Llanos de Osuna (Moral *et al.*, 2006).

Con anterioridad a las intervenciones humanas de las últimas décadas, la zona húmeda recibía las aportaciones hídricas del acuífero aluvial y de la red fluvial, que al llegar a este sector perdía su encauzamiento dando lugar a un pequeño delta interior. Para mejorar la producción agrícola se canalizaron los cauces, se perforaron numerosos pozos y se excavaron zanjas de drenaje, lo que ha ocasionado una reducción significativa de las áreas inundables (Beltrán *et al.*, 2012).

Morfología y textura de las lunetas de La Lantejuela

La zona de estudio se caracteriza por un relieve suave en el que alternan llanuras de origen fluvio-lacustre y cerros de escasa pendiente y altitud resultantes de la acción erosiva de las aguas de arroyada y de los movimientos en masa sobre los materiales arcillosos miocenos y triásicos.

Las lagunas de La Lantejuela poseen un hidropereodo estacional; habitualmente se inundan al final del otoño o comienzo del invierno y se secan al principio del verano. En las lagunas de Ruiz Sánchez, Calderón

Grande, Pedro López y Hoya Verde de la Sal se han construido zanjas de drenaje, aunque solo en esta última se ha logrado un aprovechamiento agrícola completo del vaso lacustre. En la laguna del Gobierno se vierten las aguas residuales depuradas de La Lantejuela, por lo que suele mantenerse inundada de forma permanente.

Los vasos lacustres se sitúan a cotas comprendidas entre 140 y 150 m s.n.m. Su extensión es muy variable, desde 6 ha en la laguna de Calderón Chica a más de 350 ha en la laguna de Ruiz Sánchez (Tabla I). La morfología de las cubetas es muy plana y la lámina de agua sólo ocasionalmente supera el metro de altura. En planta predominan las formas redondeadas, en particular en las orillas septentrionales; en cambio, las orillas meridionales presentan más variedad morfológica (Fig. 2).

En las márgenes septentrionales de algunas lagunas se ha observado la existencia de dunas arcillosas con morfología de luneta. La longitud de las lunetas, medida en la línea de cresta, varía entre 1 y 4,6 km y la altitud de las dunas entre 5 y 19 metros (Tabla II).

En la laguna de Ruiz Sánchez se observan dos lunetas paralelas, parcialmente desmanteladas a causa de la erosión hídrica. La exterior es la de mayores dimensiones en la zona de estudio: la longitud es de unos 4600 metros y la altura máxima de 19 metros. Las dos lunetas de la Jaladilla (L3 y L4) se dispo-

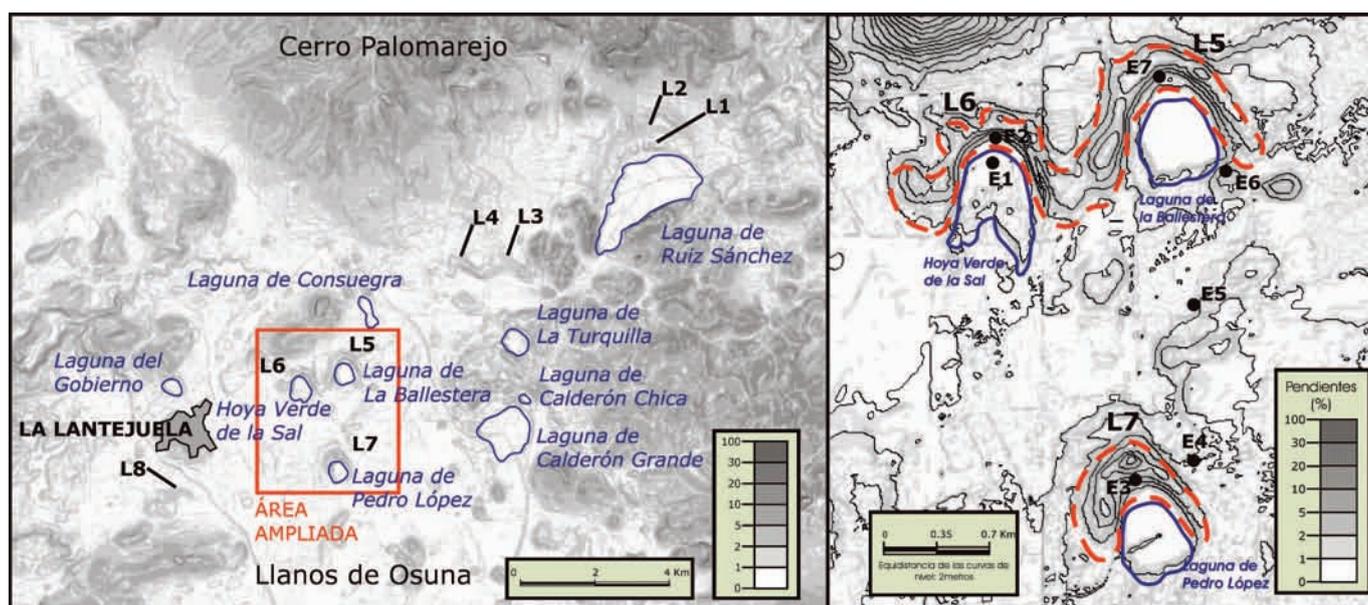


Fig. 2.- Mapa de pendientes, con las principales lagunas y lunetas (L) de La Lantejuela. A la derecha, detalle de las lagunas y lunetas (línea discontinua) de La Ballestera (L5), de la Hoya Verde de la Sal (L6) y de Pedro López (L7). Los puntos de muestreo de sedimentos se indican con la letra E.

Fig. 2.- Slope map of La Lantejuela area and situation of main playa-lakes and lunettes (L). At right, detail of La Ballestera (L5), Hoya Verde de la Sal (L6) and Pedro Lopez (L7) playa-lakes and lunettes (dashed line). The sediment sampling points are indicated by the letter E

Laguna	Vaso lacustre (ha)	Cota mínima (msnm)	Cuenca vertiente (ha)
Ruiz Sánchez	354,7	146,1	3868
Turquilla	39,2	148,3	552
Calderón Chica	5,9	148,7	63
Calderón Grande	139,5	148,1	11918
Consuegra	28,4	142,2	319
La Ballestera	26,1	144,7	103
Hoya Verde de la sal	28,9	144,8	153
Pedro López	18,9	149,5	52
Gobierno	16,4	139,8	42

Tabla I.- Características morfométricas de las lagunas de La Lantejuela.

Table I.- Morphometric characteristics of La Lantejuela playa-lakes.

nen una a continuación de la otra, tienen una morfología en planta en dientes de sierra, y una ligera asimetría puesto que los segmentos occidentales son más cortos. Igualmente, existe continuidad entre la luneta de La Ballestera (L5) y la de la Hoya Verde de la Sal (L6).

Con el objeto de determinar las características texturales de los sedimentos presentes en las lunetas y su entorno, se han tomado muestras a unos 50 cm de profundidad en varias lunetas (E2, E3 y E7) y cubetas lacustres (E1 y E6) y en la llanura aluvial (E4 y E5).

Los sedimentos analizados se caracterizan por su elevado contenido en arcillas (28-61 %) y limos (19-34 %) y un contenido en arenas que varía entre el 4 y el 34 %. El contenido en gravas es bajo (0 a

Luneta	Laguna	Longitud (m)	Rango cotas (m)
L1	Ruiz Sánchez	2000	151-159
L2	Ruiz Sánchez	4600	155-174
L3	Antigua Laguna	1700	148-155
L4	Antigua Laguna	1400	146-156
L5	La Ballestera	2000	147-155
L6	Hoya Verde de la sal	1800	147-154
L7	Pedro López	1600	152-163
L8	Antigua laguna	1000	150-155

Tabla II.- Características morfométricas de las lunetas de La Lantejuela.

Table II.- Morphometric characteristics of La Lantejuela lunettes.

27 %) y corresponde mayoritariamente a nódulos o fragmentos de caliche.

En el diagrama triangular de la figura 3, donde solo se representa la fracción de diámetro inferior a 2 mm, se observa que todas las muestras se alinean ya que poseen una proporción de limos muy poco variable. En cambio, las proporciones de arena y arcilla presentan variaciones significativas. La luneta de Pedro López (E3) corresponde a los sedimentos más arcillosos, mientras que la luneta de la Hoya Verde de la Sal (E2) es la que posee una composición más arenosa.

Las diferencias texturales no parecen tener relación con los diferentes ambientes sedimentarios (lunetas, cubetas lacustres y llanura aluvial) sino con los distintos sectores muestrados. Los sedimentos son más arcillosos en la parte meridional, próxima a la laguna de Pedro López, y más arenosos en la septentrional, en el entorno de las lagunas de La Ballestera y de la Hoya Verde de la Sal.

Origen de las lagunas y de las lunetas

La presencia de dunas transversas de orla en la margen de sotavento de lagunas de carácter temporal y aguas salinas pone de manifiesto el papel de la deflación eólica en el desarrollo de las cubetas lacustres. Algunas de estas lagunas pueden poseer hasta tres dunas que representan distintos periodos de deflación, indicadores de cambios paleoambientales (Thomas, 2000).

Cuando las áreas húmedas salinas se secan pueden formarse agregados arcilloso-salinos de tamaño arena a causa de la acción haloclástica de las eflorescencias salinas sobre las costras arcillosas. Los pellets resultantes son transportados por el viento hasta la orla de vegetación donde se acumulan formando dunas. Con la llegada de la estación húmeda, las arcillas se humedecen y las sales se lavan, con lo que el depósito estacional de pellets queda estabilizado (Bowler, 1973). Las lunetas asociadas a lagunas temporales en regiones áridas presentan granulometrías muy diversas. Predominan las partículas de tamaño arena y arcilla. Los contenidos en arcillas pueden variar entre menos del 5% y más del 70% (Goudie y Wells, 1995).

El régimen de vientos en la zona de estudio ha sido analizado a partir de los registros de la estación de Osuna, perteneciente a la red de estaciones agroclimáticas de la Jun-

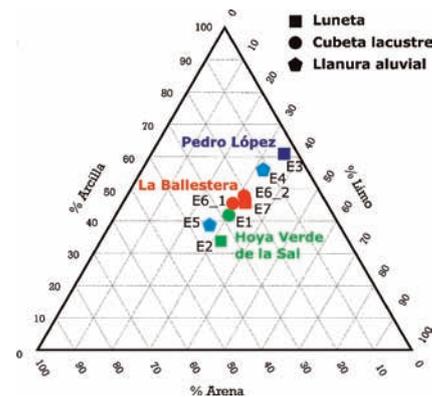


Fig. 3.- Diagrama textural de muestras de sedimentos de la zona de estudio

Fig. 3.- Textural diagram of sediment samples of the study area.

ta de Andalucía, durante el periodo comprendido entre los años climáticos 2000-01 a 2012-13.

En esta estación se midió una precipitación media de 552 mm/año y una temperatura de 17,1 °C. Las lluvias se concentran entre los meses de octubre y abril y fueron prácticamente despreciables en los meses de julio y agosto. La velocidad media del viento fue de 2,2 m/s y los vientos predominantes tenían dirección próxima a SSW-NNE, paralela a la Depresión del Guadalquivir. Como se observa en la figura 4, los vientos más frecuentes proceden del WSW-SW (29 %), del SE (16 %) y del ENE (7 %). Durante los meses de julio, agosto y septiembre, cuando las lagunas suelen estar completamente secas, los vientos casi siempre soplan del WSW-W-SW (52 %) y del SE (16 %); sin embargo, casi nunca se observan vientos del ENE. Cuando se analizan los días de viento fuerte del verano (percentil 80), con velocidades superiores a 3 m/s, se concluye que son de dirección muy constante: del SE-SSE (72 %) y del WSW (16 %).

En definitiva, el régimen actual de los vientos de verano, en particular, de los más fuertes, es completamente compatible con la disposición de las lunetas de las lagunas de La Lantejuela, transversas a estos vientos y a barlovento de las cubetas lacustres.

Dependiendo de la transversal, la distancia entre las crestas de las dos dunas de Ruiz Sánchez varía entre 400 y 900 metros. Probablemente, las dos lunetas reflejan la posición de la orilla lacustre en dos periodos diferentes y, en consecuencia, la duna exterior sería la más antigua. En este caso, se habría producido una disminución de la superficie inundable,

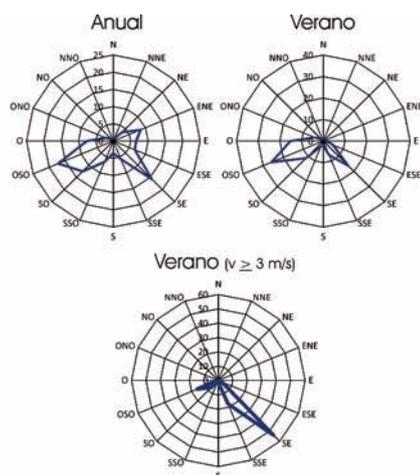


Fig. 4.- Rosa de los vientos anual, de los meses de verano y de los días de verano con la velocidad media del viento superior a 3 m/s, en la estación agroclimática de Osuna.

Fig. 4.- Wind roses of Osuna agroclimatic station: annual, summer months and windy summer days (average wind speed higher than 3 m/s).

atribuible a procesos tectónicos o al encajamiento del arroyo del Tomillar que, incluso antes de la construcción de las zanjas de drenaje, funcionaba como emisario de la laguna en épocas de aguas altas.

Las lunetas próximas al arroyo de La Jadilla (L3 y L4) y a La Lantejuela (L8) se asocian a antiguas lagunas que en la actualidad se encuentran colmatadas. La topografía de estos antiguos vasos lacustres, la presencia de algunas zanjas de drenaje y el color oscuro de los suelos avalan esta hipótesis.

Conclusiones

Las lunetas son un tipo poco común de dunas arcillosas que se originan en regiones áridas, en relación con lagunas de carácter temporal y aguas salinas. En las proximidades de La Lantejuela se describe, por primera vez en Andalucía, la existencia de ocho lunetas que destacan por sus

grandes dimensiones, con longitud de la cresta comprendida entre 1 y 4,6 km, y alturas de hasta 19 m. Hasta la fecha, son las únicas lagunas de campiña en las que se ha observado la formación de lunetas lo que podría relacionarse con el peculiar contexto geológico en el que se encuentran, los materiales aluviales de los Llanos de Osuna.

El origen de las lunetas es la deflación eólica de los agregados arcilloso-salinos que se forman en el fondo de las lagunas durante las épocas de estiaje. La ubicación de las lunetas, junto a la margen septentrional de las lagunas, es completamente coherente con la dirección de los vientos más fuertes del verano, por lo que parece razonable concluir que se trata de formas muy recientes.

El gran parecido textural entre cada luneta y la cubeta lacustre adyacente revela la relación genética entre ambas.

Se pone de manifiesto la génesis compleja de las lagunas de La Lantejuela. Así, los procesos tectónicos parecen ser los responsables de la creación de un área con subsidencia relativa en la que se depositan los sedimentos fluviales que constituyen los Llanos de Osuna y en la que se formarían los humedales de La Lantejuela. A su vez, en el lecho seco de estos humedales se formarían agregados arcillosos-salinos que se verían afectados por erosión eólica, con lo que, progresivamente, se irían desarrollando las cubetas lacustres. Finalmente, los agregados se depositarían y estabilizarían en las márgenes septentrionales de las lagunas dando lugar a las lunetas arcillosas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto CGL2013-46368-P (Ministerio de Economía y Competitividad). Los autores

agradecen los comentarios y sugerencias de dos revisores anónimos.

Referencias

- Beltrán, M., Moral, F. y Rodríguez-Rodríguez, M. (2012). *Water and Environment Journal* 26, 212-223.
- Boulaine, J. (1956). *Proc. Conf. International Association for Quaternary Research, 4th*, 1, 143-150.
- Bowler, J.M. (1973). *Earth Science Reviews* 9, 315-338.
- Dangavs, N.V. (1979). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 34, 31-35.
- Desir, G., Gutiérrez-Elorza, M. y Gutiérrez-Santolalla, F. (2003). *Boletín Geológico y Minero* 114, 395-407.
- Goudie, A.S. y Thomas, D.S.G. (1986). *Journal of Arid Environments* 10, 1-12.
- Goudie, A.S. y Wells, G.L. (1995). *Earth Science Reviews* 38, 1-69.
- Hills, E.S. (1940). *Australian Geographer* 3, 1-7.
- Moral, F., Rodríguez-Rodríguez, M., Benavente, J. y Cifuentes, V.J. (2006). En: *Las aguas subterráneas en los países mediterráneos* (J.A. López-Geta, R. Fernández-Rubio y G. Ramos, Eds.). IGME, Madrid, 123-128.
- Moral, F., Rodríguez-Rodríguez, M., Beltrán, M., Benavente, J. y Cifuentes, V.J. (2013). *Water Environment Research* 85, 632-642.
- Pérez-González, A., Alexandre, T., Pinilla, A. y Gallardo, J. (1983). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe* 5, 631-656.
- Price, W.A. (1963). *Journal of Sedimentary Petrology* 31, 245-255.
- Thomas, D.S.G. (2000). *Arid Zone Geomorphology*. John Willey and Sons.