

UN NUEVO MODELO EVOLUTIVO DE FUNCIONAMIENTO PARA LA RESERVA NATURAL RAMSAR DE LAGUNA AMARGA Y LAGUNA DULCE (JAUJA, LUCENA, CÓRDOBA)

JOSÉ MANUEL RECIO ESPEJO
ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

David GÓMEZ ROMERO
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

*A Juan Corral, gran conocedor de estos enclaves,
gran persona y amigo.*

RESUMEN

Se lleva a cabo un análisis de las implicaciones geomorfológicas y ecológicas que interactúan y definen las actuales lagunas Amarga y Dulce (Córdoba, España).

PALABRAS CLAVE: Geomorfología, características ecológicas, lagunas Amarga y Dulce, Córdoba, España.

SUMMARY

An analysis about the geomorphological and ecological implications in Amarga y Dulce small-lakes is carried out.

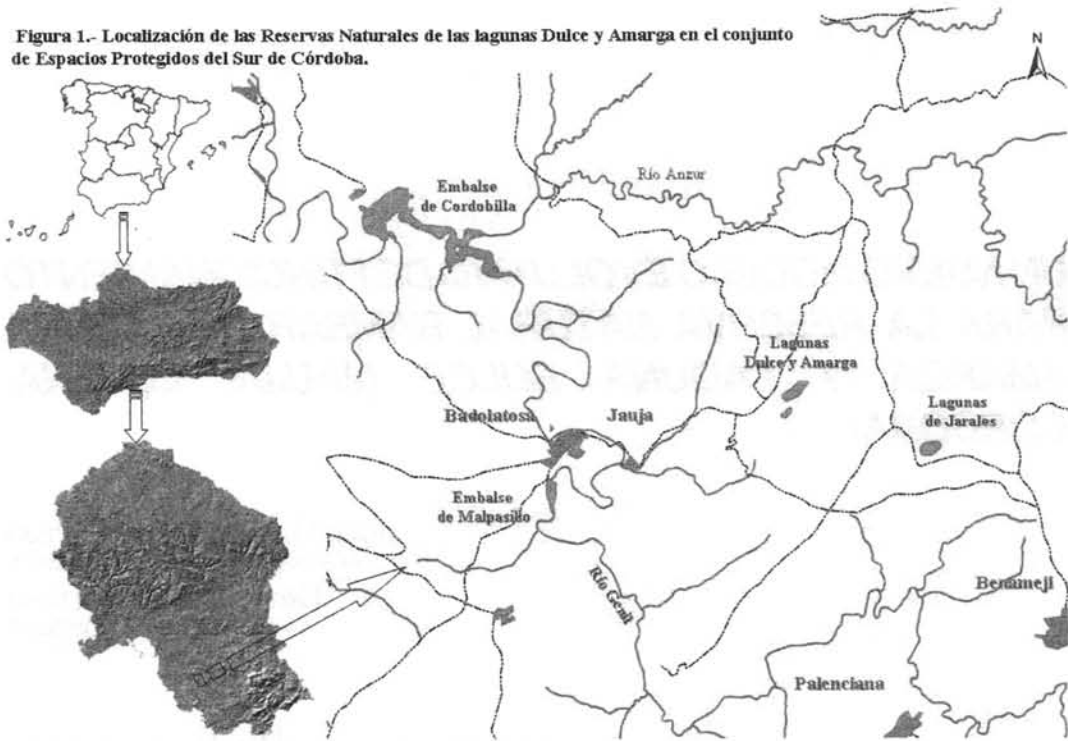
KEY WORDS: Geomorphology, ecological characteritaton, Amarga and Dulce small-lake, Córdoba, Spain.

Introducción

La Reserva Natural *Ramsar* de laguna Amarga junto a la laguna Dulce (Jauja, Lucena, Córdoba), constituyen unos ecosistemas acuáticos de alto interés ambiental y ecológico. Ubicadas ambas en un mismo contexto geológico, climático y geomorfológico, muy próximas entre si y casi colindantes, presentan un comportamiento hidrológico y ecológico totalmente distinto, es decir profunda, permanente y salina la Amarga, y somera, de aguas dulces y carácter estacional la laguna Dulce (Figura 1).

En base a los datos existentes hasta la fecha, y partiendo de las contribuciones

Figura 1.- Localización de las Reservas Naturales de las lagunas Dulce y Amarga en el conjunto de Espacios Protegidos del Sur de Córdoba.



realizadas por Recio y Tirado (1982), Moya Mejías (1988) e IGME (1986), en el presente trabajo se pretende profundizar en la génesis, evolución y cronologías de formación de estos ecosistemas, en las relaciones que parece existir entre ellas, en la reciente evolución experimentada a medida que lo han hecho los niveles de base marcados por los ríos Genil y Anzur, sobre sus relaciones con la aridificación climática finiholocena (Díaz del Olmo y Recio Espejo, 1991), así como en las posibles acciones antrópicas que habrían podido dirigir e influir su funcionamiento (Ramírez de las Casas-Deza, 1840; Madoz, 1845-50).

Material y métodos

Para ello se han retomado trabajos anteriores (García-Ferrer et al., 1983; Torres et al., 1994), analizado con detalle el relieve y las pendientes de la zona de ubicación, utilizando el modelo digital del terreno mediante curvas de nivel de dos metros, la información geológica existente matizada y actualizada por nosotros (IGME, 1986), el desarrollo topográfico a escala 10.000, así como las ortofotografías del vuelo americano del año 1956. El análisis de la red de drenaje, junto a los trabajos de campo y la visión estereoscópica e interpretación de las imágenes satélites correspondientes, han constituido el material básico utilizado.

Resultados y comentarios

a) Geología y formas del relieve (figura 2; fotografía 1): cinco tipos de sustratos y de estructuras están presentes en la zona estudiada. Por un lado, los de edad triásica, a base de asomos de materiales calcáreo-dolomíticos duros, muy fracturados y tectonizados, a modo de bloques independientes embutidos en el triásico mucho más plástico y arcilloso con profusión de asomos de yesos. Constituyen estos primeros una

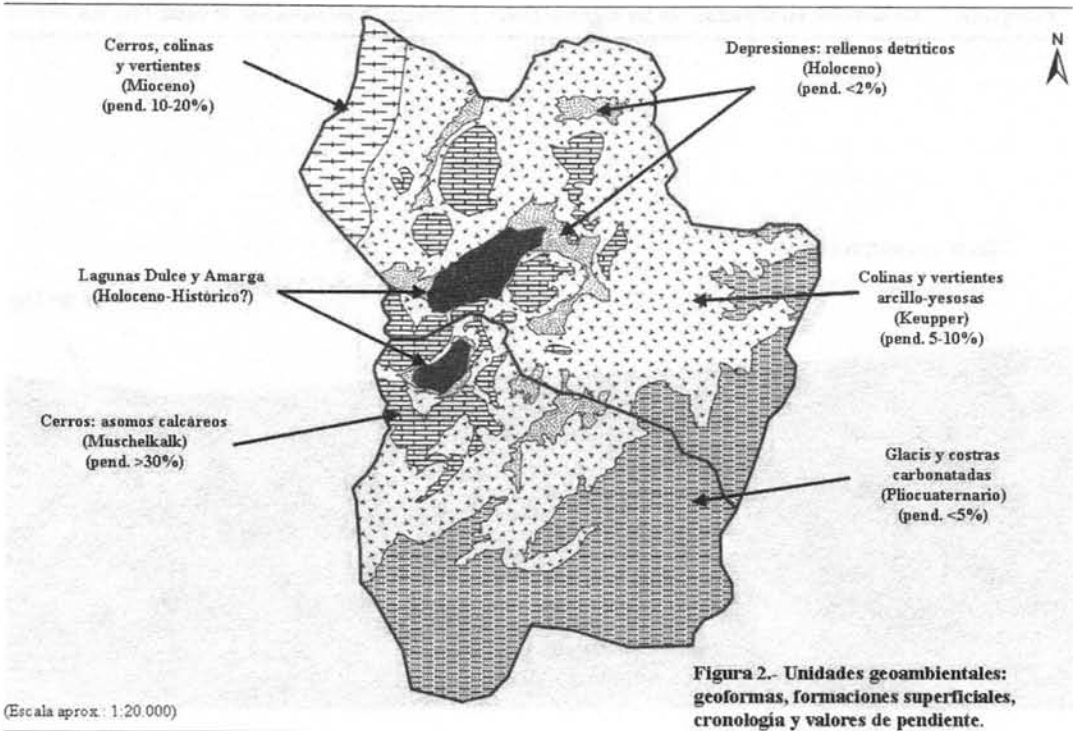


Figura 2.- Unidades geoambientales: geoformas, formaciones superficiales, cronología y valores de pendiente.

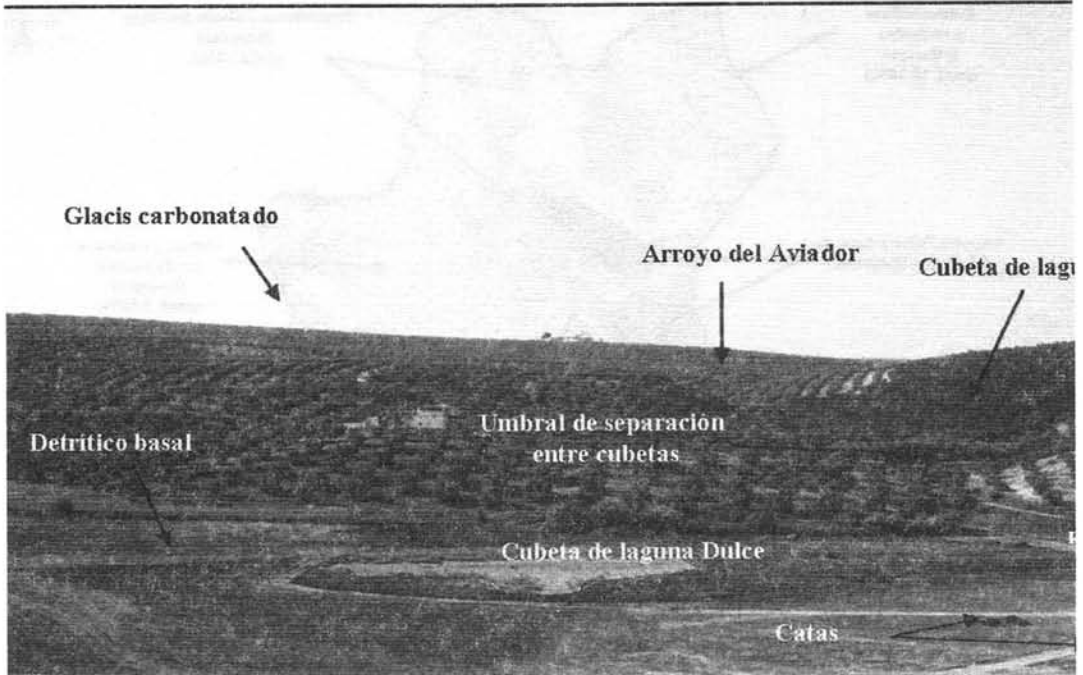
amplia franja de rumbo SW-NE de materiales muy permeables cuya impronta en el paisaje es muy notoria, constituyendo las zonas más elevadas del relieve (superiores a 400 m), y conformando cerros de pendientes superiores al 20%, ocupados por una vegetación natural a base de especies típicas de monte mediterráneo.

Las laderas y fondos de estas elevaciones, están labrados sobre materiales triásicos plásticos y blandos, muy deformados, impermeables y de textura grosera, con elevada presencia de sales, de tonalidades rojas, ocupados por el olivar y sometidos a una elevada tasa de erosión; la pendiente suele ser del 10-20%. Los fondos o depresiones existentes están rellenos por general de sedimentos arrancados de los cerros y laderas anteriores, conformando cubetas/depresiones de pendientes no superiores al 2%, con presencia de una hidromorfía superficial que muchas veces impide su cultivo. Estas zonas depresionarias del relieve, se sitúan a cotas en torno los 350-370 m., 60-70 m. por debajo de las zonas culminantes del antiguo paleorrelieve preexistente. Son estas formas del paisaje las que dan ubicación a las cubetas de ambas lagunas.

En el ángulo NW, los materiales aflorantes son los correspondientes al subbético orogénico, tratándose de margas, arcillas y calcarenitas movidas, de tonalidades claras, blandas e impermeables, deleznable y fácilmente erosionables, quienes conforman la elevación de Barrancos, con cotas de 484 m de altitud. Los valores de pendientes son aquí del 10-20% en general, y de 2-5% en las zonas más planas a pie de las laderas generadas por la acumulación de los materiales erosionados. Estos materiales forman parte de la actual cuenca hidrológica de la laguna Dulce, y constituyen para nosotros el factor fundamental en su evolución, así como la barrera impermeable para las aguas subterráneas que circulan por el triásico permeable circundante. Aquí, el olivar es el cultivo dominante.

En la zona SE, aparecen materiales margoso-areniscosos, de edad miocena-postorogénica y suprayacentes a los materiales triásicos, que conforman una topografía

Fotografía 1.- Geoformas en el paisaje de las lagunas Dulce y Amarga, y localización de catas (Tareas de rest

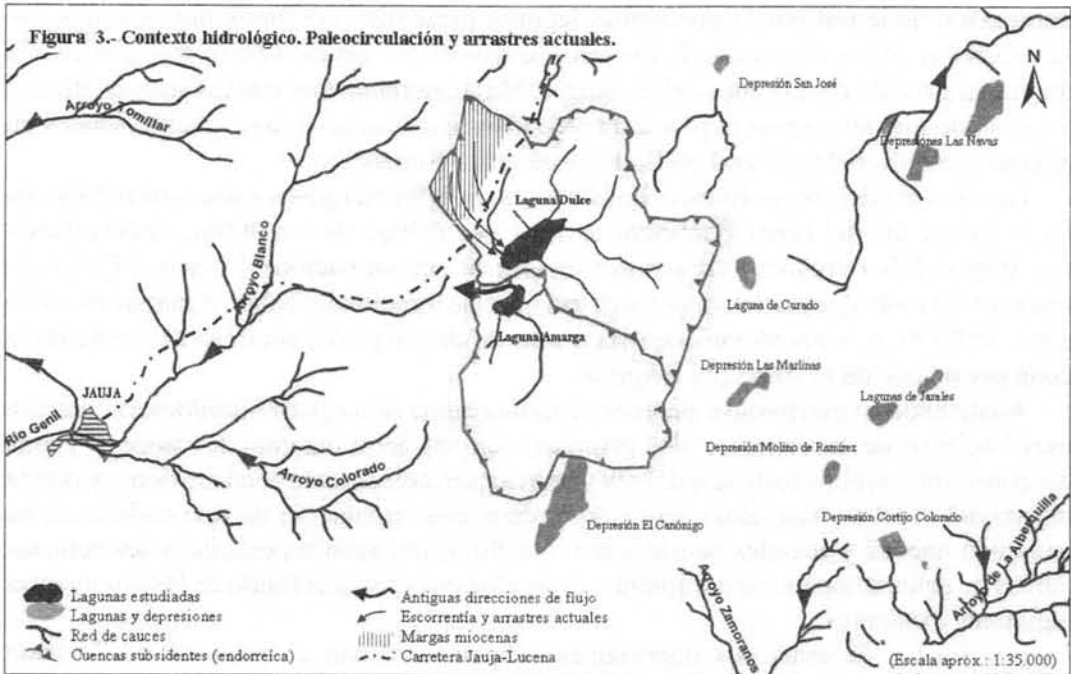


tipo glacis, con pendientes no superiores al 5%, a expensas de las costras edáficas pulverulentas tipo “*dalles*” presentes. Se desarrolla esta topografía a una altitud entorno a los 430-400 m., presentando Suelos Rojos en superficie ocupados por el olivar, una potencia en torno a 30-40 m, y encontrándose en la actualidad parcialmente desmantelado por la acción erosiva del arroyo de Las Navas, tributario del río Anzur. Esta acción erosiva es uno de los factores que permite aflorar al triásico infrayacente, permitiendo la existencia de algunos estancamientos de aguas que dan lugar a otras lagunas como la de Curado, o la de Los Jarales, aunque estas en otro contexto geomorfológico diferente. Por otro lado, su disolución superficial provoca la existencia de otras depresiones más pequeñas, en la actualidad rellenas de sedimentos, que llegan a conformar pequeñas láminas de aguas estacionales, tal como es el caso de la laguna de Taraje.

b) Cuencas hidrológicas (figura 3): la cuenca de la laguna Amarga, con 4 ha. de lámina de agua, presenta un extensión de unas 260 hectáreas (García Ferrer et als, 1983), y recoge en su mayor parte las aguas caídas sobre los materiales muy permeables del glacis carbonatado mio-plio-cuaternario; tan solo su zona más noroccidental recoge las aguas caídas sobre los relieves calizo-dolomíticos.

La laguna Dulce, con 10 ha. de superficie, presenta una cuenca hidrológica mayor, unas 353 ha, desarrollada en parte sobre el glacis anterior, y al NE sobre los materiales triásicos, los cuales aportan en la actualidad gran cantidad de sedimentos. A diferencia de la anterior, un tanto por ciento relativamente importante de su cuenca se labra sobre los materiales arcillosos miocenos subbéticos orogénicos antes comentados, de naturaleza muy impermeable y fácilmente erosionables.

Considerando unas precipitaciones de 400 l/m² y unos coeficientes de infiltración del 85 % para la zona (Coma y Felgueroso, 1967; Cañas Mayodormo, 1999), el volumen de agua almacenado en la cubeta de Amarga viene a representar tan solo un 10% del volumen total subterráneo que se genera anualmente. Parte de este agua quedaría confinada en cierta medida en la cubeta de Amarga, la cual muestra una concentración



salina de 6 mhs./cm, frente a los 0.9 mhs/cm que parece mostrar el agua subterránea. El volumen acumulado en Dulce, sería de una menor cuantía, de naturaleza no salina y ligada tan solo a la acumulación de las aguas pluviales.

c) Topografías, niveles de base y evolución fini-holocena: el río Genil muestra en las localidades de Jauja-Badolatosa, un amplio meandro, con rasgos morfológicos de reciente evolución. Su actual cauce erosiona un nivel de terraza a +8-10 m. por encima del *talweg* actual, quien constituye en el terreno una extensa superficie con suelos rubefactados muy desarrollados y horizontes petrocálcicos muy evolucionados, que señalan no solo su antigüedad si no que también la existencia de un gran período de estabilidad en la génesis del relieve durante el final del pleistoceno superior.

Mediante un pequeño escarpe de unos 4 m., se desarrolla por debajo de esta la llanura aluvial holocena, con suelos empardecidos poco evolucionados, dedicados a cultivos comunes de huertas. A su vez esta se encuentra incidida y dividida mediante un nuevo desnivel de otros 4 m. Este desnivel señala una fase de incisión muy reciente experimentada por este curso fluvial en momentos fini-holocenos, y señala una importante y muy reciente modificación de los niveles de base locales. Esta modificación habría afectado a la evolución más reciente experimentada por las cubetas lagunares de Amarga y Dulce, que habrían respondido a este descenso y a las nuevas modificaciones impuestas.

Esta misma evolución presenta el río Anzur a su paso por la aldea de Las Piedras. Se comprueba en este tramo la existencia de un nivel de terraza a unos 8-10 m. por encima del cauce actual, con niveles encostrados y endurecidos muy patentes, y una antigua llanura aluvial colgada a unos 3-4 m. por encima de los depósitos correspondientes al cauce actual

d) Red de drenaje (figura 3): las cubetas de ambas lagunas se encuentran situadas en la zona interfluvial de los cauces del Genil y Anzur, a cotas de unos 400m., allí donde las aguas superficiales y subterráneas presentan una dinámica más indecisa. El análisis

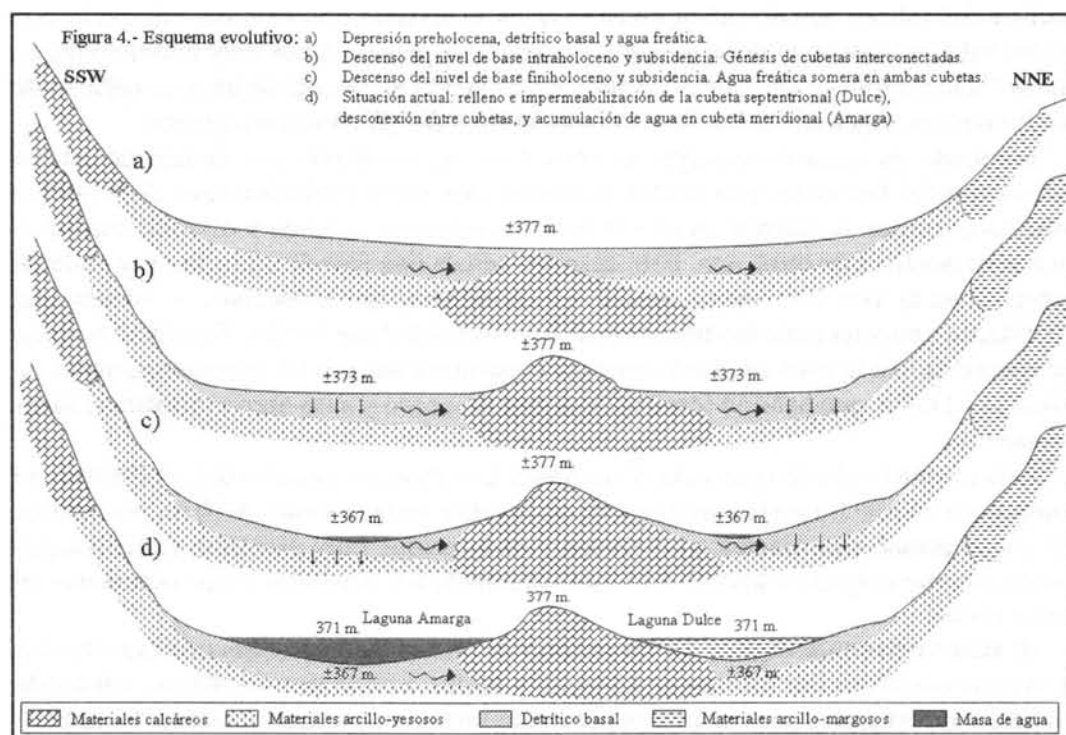
del trazado de la red señala que ambas lagunas presentan una fuerte dependencia con la evolución de las cabeceras de los arroyos tributarios del río Genil, más que con la dinámica ejercida por el cauce del río Anzur. Más concretamente con los arroyos Blanco y Colorado que atraviesan el propio núcleo urbano de Jauja, ambos desembocantes en el gran meandro del río Genil en Badolatosa antes comentado.

La cabecera del arroyo Blanco modela los materiales margosos-miocenos subbéticos de la ladera SE del cerro Barrancos a cotas por debajo de los 400m, desarrollando una intensa labor erosiva y de arrastre (de ahí su denominación). El arroyo Colorado discurre sin embargo por los materiales triásicos de tonalidades rojas, e inicios en torno a los 360-370 m, coincidentes con las zonas de descarga del acuífero existente en la zona permeable de la sierra del Arquillo.

Analizando su morfología, parece existir una cierta desorganización/desarticulación muy reciente de la cabecera del primero, con un acortamiento de cauces y una desconexión con el resto de la red. Esta vendría a ser coincidente con la reciente y rápida bajada del nivel de base antes reseñado. Esta nueva circulación de tipo endorreica ha generado nuevos y actuales patrones para los flujos del agua superficial, y los actuales cursos de agua, truncados o decapitados, circulan pues hacia el fondo de las dos cubetas lagunares existentes.

Los fondos de estas dos importantes cubetas se sitúan a cotas de +6-7m, con umbrales de desconexión con la red actual a unos 3m (figura 4). Con anterioridad a estos momentos de desconexión, las actuales topografías no existirían, y las cubetas como tales serían inexistentes, estando definidas en el relieve por una sencilla zona llana ligada y conectada a la circulación general de la red inicial. A su vez, y con posterioridad, ambas cubetas pasarían a estar individualizadas mediante un umbral de separación entre ellas de 5-6 m.

Más concretamente para el caso de la cubeta de Amarga, la red inicial la constituiría unos cortos curso de aguas, descolgados desde el glacis carbonatado a 400 m. y en



conexión con el arroyo Blanco, denotando un claro avenamiento de tipo exorreico. Para la depresión de la laguna Dulce, existirían los procedentes de estos últimos materiales, junto a los procedentes del trías y los suministrados por el curso de agua formado en la ladera SE de la elevación del cerro Barrancos, labrada sobre las margas miocenas, tal como ha sido comentado.

Aunque los niveles de base serían los responsables del establecimiento de la dirección y sentido de esta circulación de las aguas superficiales, no debería olvidarse los posibles efectos que habrían podido provocar las intervenciones humanas con el trazado y construcción del camino antiguo y posterior carretera que unen las localidades de Lucena y Jauja. Esta vía de interconexión ha podido fácilmente modificar la circulación inicial de las escorrentías procedentes de la ladera del cerro Barrancos, con la consecuente llegada de sedimentos miocenos a la cubeta de Dulce. La construcción en su cauce por parte de los actuales agricultores locales de pequeñas presas/diques retenedoras/contenedoras de los sedimentos que actualmente arrastra, es una fuerte prueba de ello.

e) Tasa de erosión/colmatación: Cañas Mayodormo (1999) evaluó la intensidad de los procesos erosivos y de colmatación en ambas cuencas lagunares, si bien reconoce de tratarse tan solo de un modelo teórico donde poder reconocer y cuantificar las zonas productoras de sedimentos, las áreas de depósito, la infiltración existente, que estima en un 86%, así como recomendar unas medidas de control a establecerse.

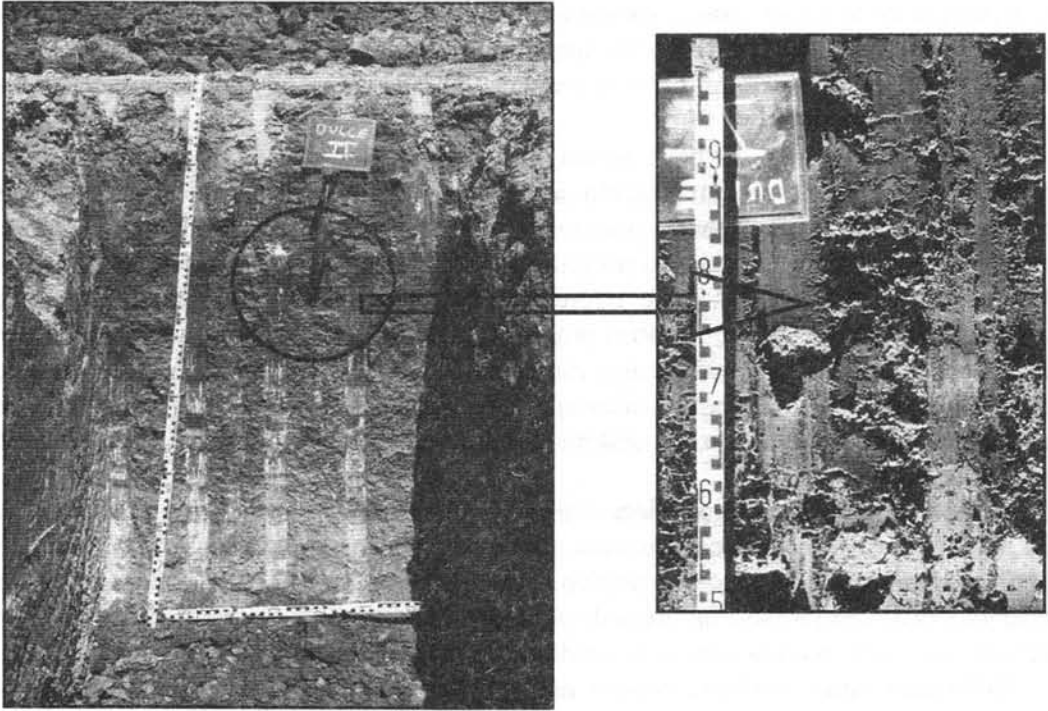
Utilizando varios modelos teóricos-matemáticos propuestos por varios autores para el cálculo de la erosión, y partiendo de los parámetros morfo-batimétricos obtenidos por García-Ferrer et als. (1983), llegó a infraestimar la superficie real de la cuenca de Amarga (126 ha), y a sobrestimar la precipitación media anual y el número total de días de lluvia erosiva (600 mm, para nosotros de tan solo unos 400 mm. según las Memorias Anuales Patronato). En base a ello llegó a calcular unos valores medios de acumulación de sedimentos en la cubeta de la laguna Amarga de 2.625 t/año, que vendría a representar un tiempo para su colmatación de 30 años, a razón de una tasa de unos 13 cm/año.

Para el caso de la laguna Dulce, ya colmatada para este autor, disponemos de los datos de llegada de sedimentos acontecida después de los trabajos de regeneración efectuados en 1994. El espesor acumulados de estos hasta hoy ha sido de 75 cm. en total, es decir una tasa de 5cm/año. Si utilizamos esta de una manera lineal, podríamos pensar que los cuatro últimos metros de sedimentos acumulados en su cubeta, podrían haberse generado en los últimos ochenta años (Torres Esquivias et als., 1994).

f) Sedimentos (fotografías 2 y 3): estos sedimentos de Dulce fueron estudiados a través de siete calicatas abiertas en la zona más occidental de su cubeta por Torres et als. (1994). Reinterpretados estos de nuevo se comprueba que esta columna de sedimentos de unos 4 m. de espesor se apoya sobre un sustrato o basamento inicial de naturaleza muy arenosa y cromas 10YR6/3, con un contenido en carbonatos del 45%, y facies similares a los encontrados en otra cuencas cercanas (De Novales et als, 1991). Son de naturaleza no salina ni hidromorfa y con cloritas-vermiculitas presentes en la fracción arcilla. Por ellos circula un agua subterránea subsuperficial, que se muestra dulce y poco mineralizada con 0.9 mhs/cm de conductividad eléctrica.

Sobre estos sedimentos basales se superponen otros de naturaleza muy diferente; su textura es arcillosa (60%), los carbonatos presentes están en torno al 25%, y se encuentran ennegrecidos de manera progresiva hacia el interior de la cubeta (cromas de 10YR4/2). Presentan valores de salinidad de 2.4 mhs/cm en su zona más central, así como presencia de esmectitas (un 26%) en la fracción arcilla.

Fotografía 2.- Sedimentos esmectíticos-arcillosos, suelos rubefactados y relleno detrítico en la cubeta de la laguna Dulce.



La naturaleza que muestran las abundantes escorrentías que llegan en la actualidad a su cubeta es también algo diferente. Las de la zona más occidental, presentan tonalidades blancas (cromas 5Y7/1) y naturaleza muy arcillosas (56 %), mientras que las acarreadas y depositadas en su parte oriental son de tonalidades más rojizas (10YR 4/3) y de textura muy arenosa (44.9% de arenas).

g) Modelo de funcionamiento e interconexión entre cubetas (figura 4): tal como se ha comentado, ambas lagunas se encuentran colindantes y a la misma cota de 370 m; una, la Dulce, con una columna acumulada de sedimentos de unos cuatro metros, y la otra, la laguna Amarga, con una profundidad similar pero ocupada por una columna de agua del mismo espesor.

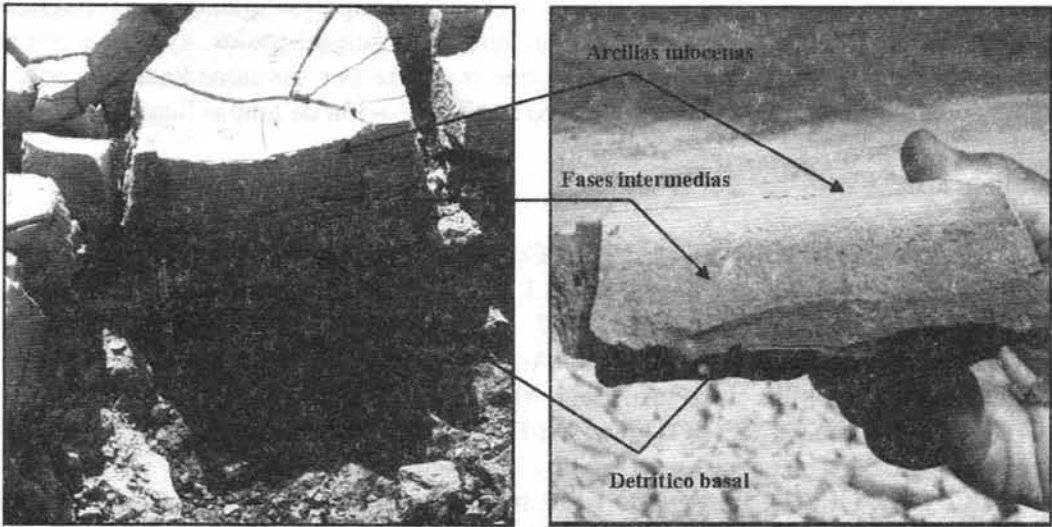
Tal como se comentó el umbral de separación entre ambas cubetas (5-6 m.) esta fraguado sobre materiales triásicos permeables. La continuidad hidrológica de interconexión holocena inicialmente existente no estaría anulada, por lo que continuaría la circulación de las aguas subsuperficiales entre ambas en sentido NE.

La acumulación en momentos posteriores de sedimentos impermeables en la cubeta de la primera, vendría a actuar a modo de tapón/barrera a esta circulación, y como consecuencia, el agua circulante quedaría progresivamente acumulada en la cubeta de Amarga a medida que fuesen llegando los sedimentos arcillosos a la cubeta colindante de la laguna Dulce.

Al mismo tiempo aunque existen en la zona varias depresiones de igual génesis a las aquí estudiadas, la entrada de estos sedimentos arcillo-esmectíticos principalmente a la zona occidental de su cubeta, sería la responsable de la formación de su lámina de agua (Dulce), mantenida al amparo de la impermeabilidad que estos comunican. El freático o las aguas subsuperficiales implicadas circularían a unos cuatro metros de profundidad, manteniendo la columna de agua actualmente presente en la cubeta de Amarga.

Con el comienzo de la entrada de estas escorrentías procedentes del mioceno parece

Fotografía 3.- Sedimentación actual de materiales arcillo-miocenos en la zona suroccidental de la cubeta de Dulce.



iniciarse la formación de estas lagunas; los momentos finales holocenos parecen coincidir con estas cronologías. Sin embargo y en base a los valores teóricos y prácticos que muestran la tasa de acumulación de sedimentos, así como la ausencia de comentarios/cita alguna sobre la existencia de ambas lagunas en las obras de Ramírez de las Casas-Deza de 1840, o de Madoz (1845-1850) (si lo hace sin embargo de las lagunas de Zóñar, Conde, Rincón y Dulce), podría ayudar a pensar, con ciertas reservas, que se tratarían de lagunas muy recientes con cronologías de formación no sólo históricas, si no que mucho más cercanas a la actualidad (s. XIX-XX??)

Conclusiones

Las lagunas Amarga y Dulce parecen mostrar una génesis interrelacionada, ligada por un lado a momentos finales del holoceno de organización del relieve y red hidrográfica, y por otra a factores mucho más recientes de índole antrópica e histórica.

Una única depresión interior, y la bajada del nivel de base coincidente con la aridificación del final del holoceno del clima reinante en la zona, conllevaría la disolución progresiva del trías salino y el establecimiento de una situación endorreica que desconectó la cabecera del arroyo Blanco del patrón general de drenaje, independizándose ambas cubetas, e iniciándose la subsidencia de las mismas.

Las facies hiromorfas de los sedimentos basales de la laguna Dulce señalan que la actual laguna Dulce no fue en el pasado una laguna profunda colmatada por la llegada de sedimentos a su cubeta, si no que más bien su lámina de agua se mantiene superficialmente a expensas de las arcillas esmectíticas acumuladas, de ahí su carácter estacional no salino.

Admitiendo la existencia inicial de un umbral permeable para la circulación de las aguas subsuperficiales entre ambas cubetas, la acumulación de estas arcillas impermeables habría conllevado también la formación de la laguna Amarga, con la consecuente formación de su cuerpo de agua de carácter permanente y naturaleza salina.

Los datos calculados para la desaparición por colmatación de la laguna Amarga, podría estar muy aminorados y casi detenidos en la actualidad por la gran infiltración y permeabilidad que muestran los materiales triásicos y los carbonatados del glacis. Las tasas calculadas, las observadas en campo, la evolución experimentada por la topografía y por la red de drenaje, así como los datos históricos suministrados, ayudan a pensar que la construcción del camino/carretera que transcurre por sus inmediaciones podría haber constituido un último factor decisivo en la formación de ambas lagunas.

Bibliografía

- CAÑAS MAYODORMO, M. 1999.- Colmatación de las lagunas Amarga y Dulce. Trabajo Profesional Fin de Carrera. E.T.S.I.A.M. Córdoba. 139 pp.
- COMA, J.; FELGUEROSO, C. 1967.- Estudio hidrogeológico de la parte más meridional de la provincia de Córdoba. Área situada en las hojas de Lucena, Puente Genil, Baena y Montilla. Bol. Inst. Geol. Min. LXXVIII: 49-91.
- DE NOVALES, C.; RECIO, J. M.; MEDINA, M. 1991.- Evaluación de los niveles de metales pesados en ecosistemas endorreicos. *Ecología*. 5: 63-71.
- DÍAZ DEL OLMO, F.; RECIO ESPEJO, J. M. 1991.- Lagunas y áreas lacustres continentales de Andalucía Occidental (Geomorfología, Suelos y Evolución Cuaternaria). Cuadernos de I. Geográfica. XVII, 1,2: 25-36.
- GARCIA-FERRER, A.; RECIO, J. M.; SANCHEZ, M. 1983.- Medidas morfométricas y batimétricas de las lagunas Amarga y del Rincón. Bol. Est. Cent. Ecol. 12, 23: 51-55.
- IGME 1986.- Hoja nº 1006 (Benaméjil) a escala 1:50.000. Serie Magna.
- MADOZ, P. 1845-1850.- Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España, y sus posesiones de Ultramar. Edit. Ámbito/Editoriales Andaluzas Unidas. Córdoba: edición facsimil, 1987. 233 pag.
- MEMORIAS ANUALES DE ACTUACIONES DE LAS RESERVAS Y PARAJES NATURALES DE LAS ZONAS HÚMEDAS DEL SUR DE CORDOBA 1985-2007.
- MOYA MEJÍAS, J. L. 1988.- Hidrología de las zonas húmedas del sur de la provincia de Córdoba. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba. 275 pp.
- RÁMIREZ DE LAS CASAS-DEZA, L. M. 1840.- Corografía histórico-estadística de la provincia y obispado de Córdoba. Estudio introductorio y edición por A. López Ontiveros. Public. Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba. 2 vols. 506 pp.
- RECIO ESPEJO, J. M.; TIRADO COELLO, J. L. 1982.- Descripción y caracterización de algunos espacios lagunares de la provincia de Córdoba. *Est. Geogr.* 169: 453-467.
- TORRES, J. A.; CASTRO J.C.; MORENO, B.; RECIO, J. M. 1994.- La restauración de la laguna Dulce: un ejemplo de recuperación de un humedal en el área semiárida mediterránea (Andalucía, España). *Oxyura*. VII, 1:171-182.