

XILOCA 11
págs. 177-204
1993
ISSN: 0214-1175

FISIOGRAFÍA DE LA LAGUNA DE GALLOCANTA Y SU CUENCA

Francisco Javier Gracia Prieto*

Resumen.- En el presente trabajo se analizan las principales características fisiográficas de la Cuenca endorreica de Gallocanta: relieve, clima, geología y aguas subterráneas. A continuación se exponen aspectos más concretos de la Laguna de Gallocanta: morfología, suelos que la rodean, hidrología, oleaje, corrientes y salinidad. Tras una breve descripción de otras lagunas de la cuenca, se estudia el origen y la evolución de la cuenca endorreica. Finalmente, se muestra cuál es el grado de manipulación humana que sufre la Laguna de Gallocanta en la actualidad.

Abstract.- This work deals with the main physiographic characters of the endorheic Gallocanta basin: relief, climatology, geology and hidrogeology. Afterwards, several concrete aspects of Lake Gallocanta are exposed: morphology, surrounding soils, hidrology, waves, currents and salinity. After a brief description of other important ponds and lakes of the basin, the origin and evolution of the endorheic basin is studied. Finally, the present degree of anthropic impact on Lake Gallocanta is shown.

En el presente estudio analizaremos las características fisiográficas de la Cuenca de Gallocanta, pasando revista a todos los aspectos de interés relacionados con su medio físico. Posteriormente nos centraremos en la Laguna de Gallocanta por ser el principal elemento fisiográfico de la zona. A continuación, contemplaremos igualmente algunos aspectos de otras lagunas importantes de la zona. Por último, tras esbozar el origen y la evolución de la cuenca lacustre, finalizaremos con una exposición de las principales actuaciones humanas que se han realizado sobre el enclave endorreico de Gallocanta.

* Doctor en Geología. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Cádiz.

1. LA CUENCA ENDORREICA DE GALLOCANTA

La depresión lacustre de Gallocanta es la cuenca endorreica por excelencia dentro de la Cordillera Ibérica, con una extensión aproximada de 550 km². Sin embargo, no toda la red fluvial presente en la cuenca va a verter sus aguas a la Laguna de Gallocanta. Existen más de veinte lagunas de cierta extensión (con áreas superiores a los 3.000 m²) repartidas por dicha cuenca, destacando de entre todas ellas la de Gallocanta y la de Zaida. Al amplio número de lagunas se une una gran variedad de situaciones en las características de las zonas endorreicas, existiendo lagunas saladas, dulces, permanentes, estacionales, colmatadas, etc.

El origen primero de la cuenca es de tipo tectónico. Una importante falla (Falla de Valdelacasa, al NE de la depresión), hundió todo el sector de Used-Berrueco en el Plioceno, llevando a la creación de una amplia zona deprimida a su pie, alargada en dirección NW - SE. La actual área endorreica de Gallocanta es una herencia de ese hundimiento. El sector más deprimido de la cuenca, al pie de la Falla de Valdelacasa, está ocupado por tres grandes lagunas alineadas (La Zaida, la de Gallocanta y La Lagunica), constituyendo los restos de un antiguo lago cuaternario de mayores dimensiones (GRACIA, 1992). El carácter semiárido de la zona, así como la existencia de materiales fácilmente karstificables, provocó la proliferación de lagunas y charcas a lo largo de toda la cuenca.

En la fig. 1 se muestra un esquema simplificado de la distribución de lagunas en la cuenca. Se observa cómo éstas se agrupan preferentemente a lo largo de una banda de unos 10 km. de ancho y 30 km. de largo, alargada en dirección NW - SE. Otro foco de intenso endorreísmo se localiza en el Campo de Odón, en el límite SW de la cuenca; su origen no está relacionado con la génesis de la Fosa de Gallocanta, sino con procesos de disolución kárstica. Las dimensiones de las zonas encharcadas en la cuenca de Gallocanta varían mucho, desde 3 m² hasta 14,4 km²; lo mismo sucede con las áreas de las cuencas que drenan (desde 3700 m² hasta 550,8 km²). En general no existe ninguna relación entre las profundidades y las extensiones de las lagunas. Se trata normalmente de depresiones muy someras (con profundidades generalmente inferiores a 1 m.), típicas de zonas semiáridas.

En el presente apartado contemplaremos diversas características fisiográficas de la cuenca endorreica de Gallocanta: orografía, clima, sustrato geológico y aguas subterráneas.

1.1. Orografía

Todo el complejo endorreico se ubica sobre una gran llanura cuya altitud oscila alrededor de los 1.050 m. El punto más bajo de toda la cuenca, que coincide con el nivel medio de las aguas de la Laguna de Gallocanta, se sitúa a una altitud ligeramente por debajo de los 1.000 m. Incluyendo parte de las provincias de Zaragoza, Teruel y Guadalajara, la cuenca aparece limitada al NE por la Sierra de Santa Cruz - Valdelacasa, de dirección NO - SE con alturas máximas en torno a los 1.400 m. (Santa Cruz, 1423 m.; Berrocal, 1.433 m.; Valdelacasa 1.391 m.). Al Este limita con el valle medio-alto del río Jiloca; los relieves que dividen ambas cuencas en este

Fisiografía de la laguna de Gallocanta y su cuenca

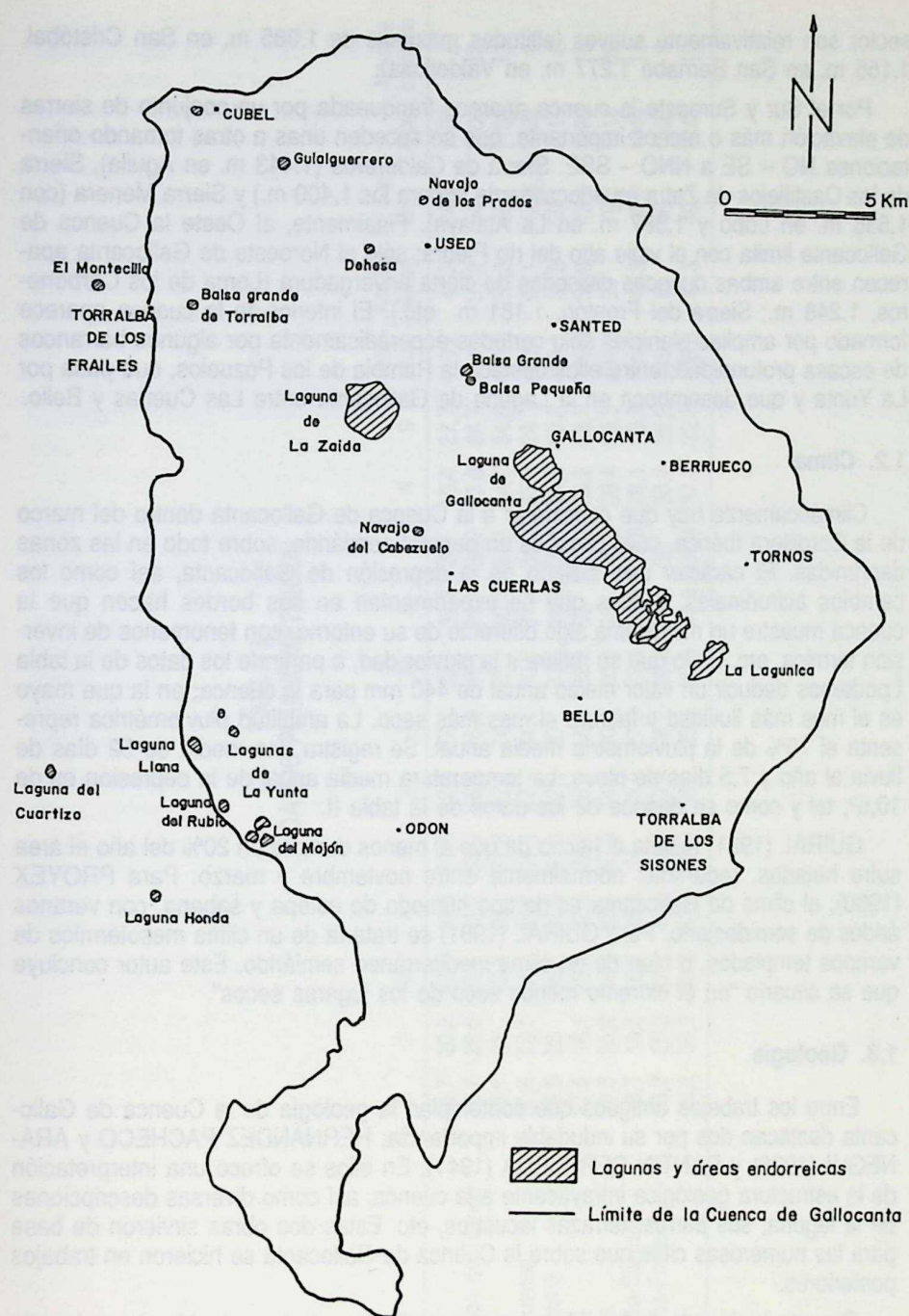


Fig. 1. Esquema general de la Cuenca de Gallocanta. Localización de las áreas endorreicas más importantes.

sector son relativamente suaves (altitudes máximas de 1.085 m. en San Cristóbal, 1.155 m. en San Bernabé 1.277 m. en Valdellosa).

Por el Sur y Suroeste la cuenca aparece franqueada por un conjunto de sierras de elevación más o menos importante, que se suceden unas a otras tomando orientaciones NO – SE a NNO – SSE: Sierra de Caldereros (1.443 m. en Aguila), Sierra de los Castillejos de Zafra (que localmente supera los 1.400 m.) y Sierra Menera (con 1.538 m. en Lobo y 1.587 m. en La Atalaya). Finalmente, al Oeste la Cuenca de Gallocanta limita con el valle alto del río Piedra; sólo al Noroeste de Gallocanta aparecen entre ambas cuencas divisorias de cierta envergadura (Loma de los Carboneros, 1.248 m.; Sierra del Frontón, 1.181 m., etc.). El interior de la cuenca aparece formado por amplias planicies sólo cortadas esporádicamente por algunos barrancos de escasa profundidad; entre ellos destaca la Rambla de los Pozuelos, que pasa por La Yunta y que desemboca en la Laguna de Gallocanta entre Las Cuerlas y Bello.

1.2. Clima

Climáticamente hay que considerar a la Cuenca de Gallocanta dentro del marco de la Cordillera Ibérica, cuyo clima es en general semiárido, sobre todo en las zonas deprimidas. El carácter casi aislado de la depresión de Gallocanta, así como los cambios altitudinales rápidos que se experimentan en sus bordes hacen que la cuenca muestre un microclima algo diferente de su entorno, con fenómenos de inversión térmica, etc. En lo que se refiere a la pluviosidad, a partir de los datos de la tabla I podemos deducir un valor medio anual de 440 mm para la cuenca, en la que mayo es el mes más lluvioso y febrero el mes más seco. La amplitud pluviométrica representa el 10% de la pluviometría media anual. Se registra una media de 52 días de lluvia al año y 7,5 días de nieve. La temperatura media anual de la depresión es de 10,5°, tal y como se deduce de los datos de la tabla II.

GUIRAL (1981) resalta el hecho de que al menos durante un 20% del año el área sufre heladas, repartidas normalmente entre noviembre y marzo. Para PROYEX (1980), el clima de Gallocanta es de tipo húmedo de estepa y sabana, con veranos áridos de semidesierto. Para GUIRAL (1981) se trataría de un clima mesotérmico de veranos templados, o bien de un clima mediterráneo semiárido. Este autor concluye que se situaría "en el extremo menos seco de los lugares secos".

1.3. Geología

Entre los trabajos antiguos que contemplan la geología de la Cuenca de Gallocanta destacan dos por su indudable importancia: HERNÁNDEZ PACHECO y ARANEGUI (1926) y DANTIN CERECEDA (1941). En ellos se ofrece una interpretación de la estructura geológica infrayacente a la cuenca, así como diversas descripciones de la laguna, sus barros, terrazas lacustres, etc. Estas dos obras sirvieron de base para las numerosas citas que sobre la Cuenca de Gallocanta se hicieron en trabajos posteriores.

Durante la década de los 70, la Laguna de Gallocanta fue adquiriendo un interés cada vez mayor por parte de la comunidad científica y de la opinión pública. Fruto de este protagonismo creciente fue la decisión del Centro de Estudios de Ordenación del

TABLA I
DATOS PLUVIOMÉTRICOS

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total anual	Amplitud pluviom.	N.º días lluvia	Altura	N.º años completos
Bello	26,7	20,2	32,6	43,9	61,4	62,3	27	32,7	38,3	28	18,4	27,7	419,2	43,9	64,9	1005	4
Castejón de Tornos	18,7	23,6	26,4	42,2	55,9	46,9	26,9	31,7	41,7	32,7	23,8	24,7	394,5	37,2	54	1000	12
Cubel	28,1	33	43,8	56	77,6	45,6	24,4	25,1	40,4	31,1	34,7	34,8	474,6	53,2	68,1	1108	13
Las Cuernas	20,8	28,1	24,2	45,7	84,9	47	34,4	32,5	37,4	35,2	33,9	24	448,1	64,1	42,3	1025	8
Gallocanta	26,5	26	36,2	41,6	51,4	52,9	20	33,5	48,9	26,1	39,2	50,8	453,1	32,9	39,1	1011	3
Odón	27,6	18,1	25,5	32,3	72,9	28,1	16,4	32,3	50	27,7	25,2	23,7	379,8	54,8	43,6	1090	5
Tornos	30,5	28,9	38,3	43	67,9	54,9	30,9	30,3	46	40,6	39,4	33,5	484,2	39	79,3	1018	39
Toralba-Sisones	18,7	18,8	16,3	36,3	64	43,9	27,8	22,4	30,9	32,6	28,1	19,9	369,7	45,3	43,6	1040	11
Toralba-Frailes	23,2	25,2	37,1	46,4	66,2	59,9	26,2	32,9	38,3	30	30,4	29,2	445	43	46	1090	9
Used	29,2	35,2	38,6	52,6	72,8	38	25,5	29,5	40,9	34,4	37,2	32,9	466,8	47,3	49,1	1043	12

TABLA II
DATOS TÉRMICOS

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media anual	Amplitud térmica	Altura	N.º años compl.
Bello	2.05	4.5	5.2	8.37	12.4	16.1	20.3	20.5	16.9	11.4	5.4	2.2	10.4	18.4	1005	3
Castejón de Tornos	2.2	3.8	4.7	7.3	11.1	15.9	20.1	19.3	16	10.6	5.4	2.9	9.94	17.9	1000	8
Cubel	2	3.8	5.7	8.5	11.1	18.2	23	20.9	19.1	13.4	7.2	4.2	11.4	21	1108	3
Las Cuerlas	3.7	6.4	7.3	9.7	12	18	23.6	21.4	17.3	13.2	7.9	8.4	12.41	19.9	1025	2
Gallocanta	2.7	1.1	6.8	7	12.7	17.6	18.7	20.6	16.9	13.1	6.8	3.9	10.7	19.5	1011	3
Odón	0	3.5	6.6	10.5	11.8	18.1	21.5	20	17.2	12.1	7.1	2.3	10.9	21.5	1090	3
Tornos	2.8	3.7	5.7	8.2	11.9	16.9	21	20.6	17.5	11.7	6.6	3.4	9.3	18.2	1018	13

Territorio y del Medio Ambiente (CEOTMA, dependiente del MOPU) de coordinar y subvencionar un amplio estudio integrado de la cuenca. El estudio fue encargado a la consultora PROYEX S.A. De este modo se elaboraron, entre otros, dos amplios informes: *"Estudios de impactos ambientales sobre la Laguna de Gallocanta por la acción del desarrollo agrario"* (1980, 184 pp.) y *"Estudio de la biocenosis de la Laguna de Gallocanta y su cuenca"* (1981, 959 pp.). En ellos colaboraron especialistas de diversas universidades y centros de investigación. Si a estos estudios añadimos la publicación de las hojas geológicas E. 1:50.000 del área, dentro del plan Mapa Geológico Nacional financiado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (HERNANDEZ et al., 1983; OLMO et al., 1983a y b), obtenemos un amplio conjunto de datos que ayudan a conocer con cierto detalle las características geológicas de esta zona.

En la Cuenca de Gallocanta aparece una seriación de materiales típica de la Cordillera Ibérica central (figs. 2 y 3). Las series más antiguas, de edad Paleozoico, aparecen al NE de la cuenca, formando el relieve de las sierras de Santa Cruz -Valdelacasa - Valdellosa. Están formadas fundamentalmente por cuarcitas y pizarras de edad Ordovícico. Buzan hacia el SW y son fosilizadas por una serie mesozoica más o menos completa: Triásico en facies germánica (areniscas del Buntsandstein, Calizas del Muschelkalk y arcillas, yesos y sales del Keuper), Jurásico calcáreo (apenas representado aquí) y Cretácico calcáreo - dolomítico. Todos estos materiales aparecen plegados según direcciones típicamente ibéricas (NW -SE) y fallados según accidentes de orientación variable. El Keuper arcilloso - salino constituye el sustrato impermeable de la Laguna de Gallocanta y también la procedencia de las sales que llegan a la laguna a través de manantiales salinos; esta es la razón principal de que las aguas de la Laguna de Gallocanta sean saladas.

Finalmente, la serie estratigráfica se completa con algunos afloramientos aislados de conglomerados miocenos y una unidad conglomerática roja de edad Plioceno. Los recubrimientos recientes cuaternarios están constituidos por terrazas lacustres, terrazas fluviales, abanicos aluviales y glaciares. El espesor total del relleno Plioceno-Cuaternario de la fosa no es fácil de deducir, ya que en los datos de sondeos disponibles (fig. 2), aislados y a veces poco fiables, no se diferencian con detalle las litologías. En cualquier caso, las mayores potencias de formaciones asimilables a esta edad aparecen al SW de la laguna: 65 y 50 m. al Norte de Bello, 48 m. al NE de Las Cuerlas, 40 m. entre estas dos localidades y 60 m. al NW de Gallocanta. Fuera de este ámbito se han medido espesores mucho menores: 15 m. al E de la laguna de Zaida y entre 6 y 8 m. al E-SE de Bello.

1.4. Aguas subterráneas

En cuanto a las características hidrogeológicas de la cuenca, CASCALES et al. (1979) describen el "Sistema acuífero n.º 57: Mesozoico de Monreal - Gallocanta", dentro del cual diferencian el "Subsistema Piedra - Gallocanta". Este puede asimilarse a una cubeta que tiene sus límites impermeables en la sierra paleozoica de Santa Cruz por el Este, S.^a Menera por el Sur y Caldereros por el Oeste, así como los ríos Piedra y Jiloca. Se distinguen dos unidades acuíferas: la cobertera mesozoica carbonatada (serie cretácica, principalmente) y el relleno detrítico Plioceno - Cuaternario.

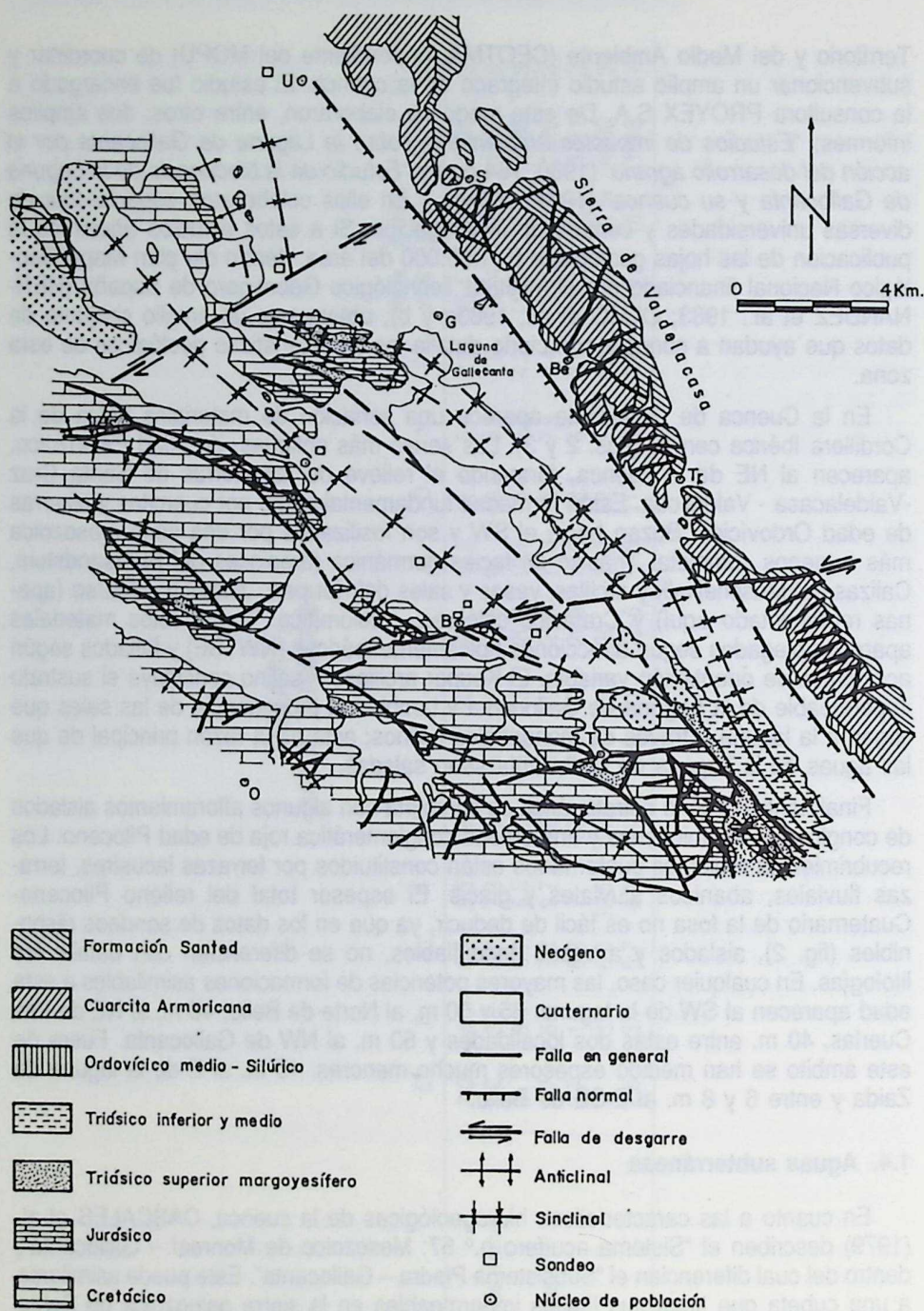


Fig. 2. Esquema geológico de la Cuenca de Gallocañta e interpolación de las estructuras que la atraviesan (modificado de HERNANDEZ et al., 1983 y OLMO et al., 1983a y b). B: Bello; Be: Berrueco; C: Las Cuerlas; G: Gallocañta; O: Odón; S: Santed; T: Tornos; U: Used.

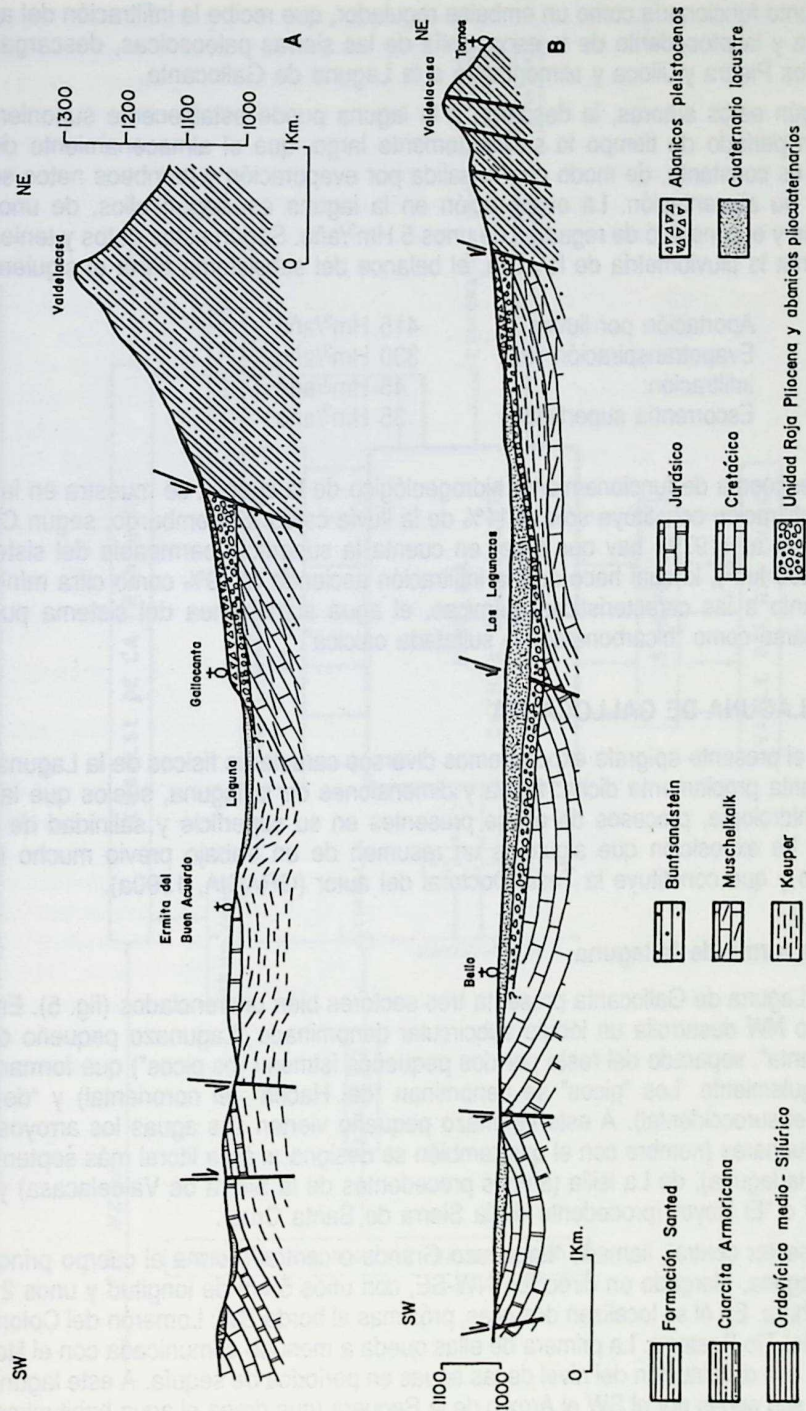


Fig. 3. Cortes geológicos interpretativos de la Cuenca de Gallocanta.

El conjunto funcionaría como un embalse regulador, que recibe la infiltración del agua de lluvia y la procedente de la escorrentía de las sierras paleozoicas, descargando a los ríos Piedra y Jiloca y alimentando a la Laguna de Gallocanta.

Según estos autores, la descarga a la laguna puede establecerse suponiendo, para un período de tiempo lo suficientemente largo, que el almacenamiento de la laguna es constante, de modo que la salida por evaporación y bombeos netos sería igual a su alimentación. La evaporación en la laguna es, según ellos, de unos 8 Hm³/año y el consumo de regadíos de unos 5 Hm³/año. Según estos datos y teniendo en cuenta la pluviometría de la zona, el balance del subsistema sería el siguiente:

Aportación por lluvia:	415 Hm ³ /año
Evapotranspiración real:	330 Hm ³ /año
Infiltración:	45 Hm ³ /año
Escorrentía superficial:	35 Hm ³ /año

El esquema de funcionamiento hidrogeológico de la cuenca se muestra en la fig. 4. La infiltración constituye sólo el 11% de la lluvia caída. Sin embargo, según CASCALES et al. (1979), hay que tener en cuenta la superficie permeable del sistema (unos 500 km²), lo cual hace que la infiltración ascienda al 19% como cifra mínima. En cuanto a las características químicas, el agua subterránea del sistema puede catalogarse como "bicarbonatada - sulfatada cálcica".

2. LA LAGUNA DE GALLOCANTA

En el presente epígrafe expondremos diversos caracteres físicos de la Laguna de Gallocanta propiamente dicha: forma y dimensiones de la laguna, suelos que la rodean, hidrología, procesos de oleaje presentes en su superficie y salinidad de sus aguas. La exposición que sigue es un resumen de un trabajo previo mucho más extenso y que constituye la Tesis Doctoral del autor (GRACIA, 1990a).

2.1. La forma de la laguna

La Laguna de Gallocanta presenta tres sectores bien diferenciados (fig. 5). En su extremo NW desarrolla un lóbulo subcircular denominado "Lagunazo pequeño o de Gallocanta", separado del resto por dos pequeños istmos ("los picos") que forman un estrangulamiento. Los "picos" se denominan "del Hacha" (el nororiental) y "de los Ojos" (el suroccidental). A este lagunazo pequeño vierten sus aguas los arroyos de Los Aguanares (nombre con el que también se designa al área litoral más septentrional de la laguna), de La Isilla (ambos procedentes de la Sierra de Valdelacasa) y de Santed o "El Royo" (procedente de la Sierra de Santa Cruz).

El sector central, llamado "Lagunazo Grande o central", forma el cuerpo principal de la laguna, alargado en dirección NW-SE, con unos 5 km de longitud y unos 2 km de anchura. En él se localizan dos islas, próximas al borde SW: Lomerón del Colorado e Isla del Tío Pesterre. La primera de ellas queda a menudo comunicada con el litoral, debido a la disminución del nivel de las aguas en períodos de sequía. A este lagunazo vierten sus aguas por el SW el Arroyo de la Reguera (que drena el agua habitualmente

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA CUENCA DE GALLOCANTA

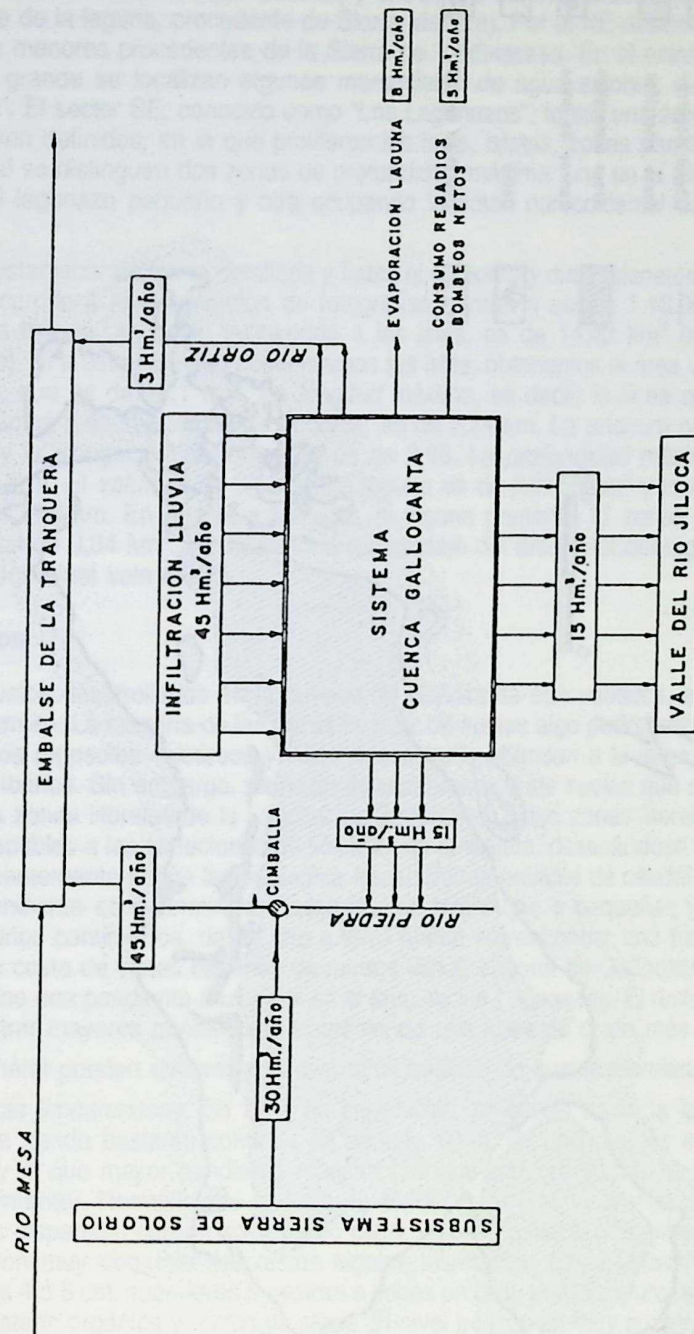


Fig. 4. Esquema simplificado del funcionamiento del sistema acuífero de la Cuenca de Gallocanta (según CASCALES et al., 1979).

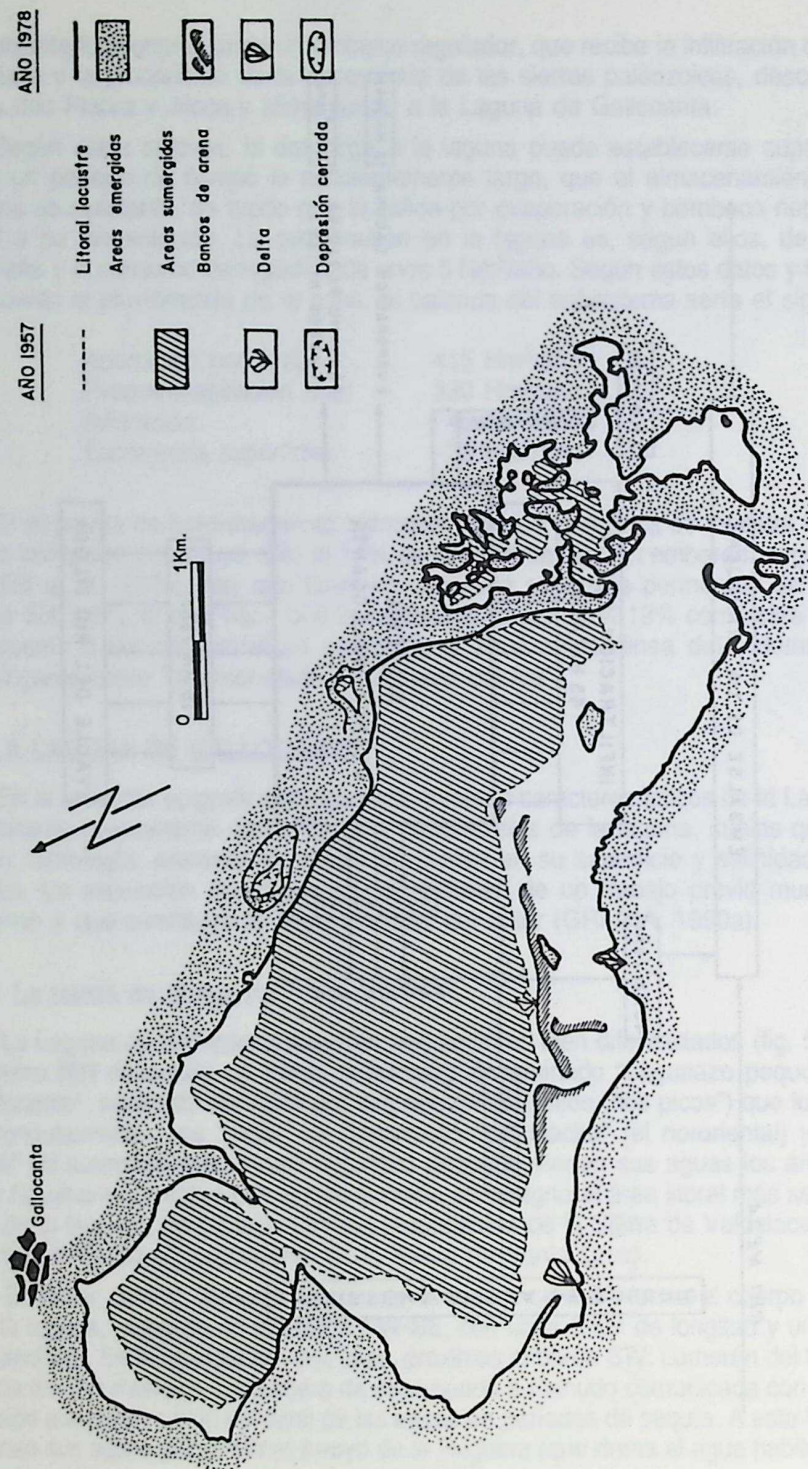


Fig. 5. Variación del tamaño de la Laguna de Gallocanta y cambios en la forma de su litoral entre los años 1957 y 1978.

encharcada en el Prado de Las Cuerlas) y la Rambla de los Pozuelos (afluente más importante de la laguna, procedente de Sierra Menera). Por el NE desembocan otros barrancos menores procedentes de la Sierra de Valdelacasa. En el extremo NW del lagunazo grande se localizan algunos manantiales de agua salobre, denominados "Los Ojos". El sector SE, conocido como "Los Lagunazos", forma una área de límites no muy bien definidos, en la que proliferan las islas, isletas, zonas pantanosas, etc. En general se distinguen dos zonas de profundidad máxima: una en la mitad septentrional del lagunazo pequeño y otra ocupando la mitad noroccidental del lagunazo grande.

Para establecer de forma detallada y fiable el contorno y dimensiones de la laguna hemos recurrido a la observación de fotografías aéreas a escala 1:18.000. El *área total* de la laguna, es decir, incluyendo a las islas, es de 14,43 km² (medida con planímetro). Si a esta cantidad descontamos las islas, obtenemos el área cubierta por las aguas, que es de 14,1 km². La *longitud* máxima, es decir, la línea que conecta los dos puntos más separados de la costa, es de 7,74 km. La *anchura* máxima vale 2,85 km. y la *elongación* de la laguna es de 2,83. La *profundidad* máxima es algo mayor de 2 m. El *volumen* de agua de la laguna es de 0,0155 km³ y la *longitud del litoral* vale 39,7 km. En cuanto a las *islas*, la laguna presenta 17 zonas emergidas, con un total de 0,34 km². La insularidad (porcentaje del área total del lago que está ocupado por islas) vale 2,35%.

2.2. Suelos

Los suelos desarrollados en la cuenca de Gallocanta son variados, aunque con poco desarrollo. La mayoría de las veces se trata de suelos algo pedregosos similares a los típicos regosoles calcáreos y silíceos que tanto abundan a lo largo de toda la Cordillera ibérica. Sin embargo, mención especial merece los suelos que se desarrollan en las zonas litorales de la Laguna de Gallocanta. Estas zonas litorales son las más susceptibles a las variaciones de volumen de la laguna, desecándose o inundándose frecuentemente según las pequeñas fluctuaciones anuales de caudal. Influye su escasa pendiente en determinados sectores, de modo que a pequeñas variaciones de nivel (unos centímetros, de un año a otro) puede corresponder una traslación de la línea de costa de varias decenas de metros. En la Laguna de Gallocanta la franja costera tiene una pendiente muy débil en el área de los Lagunazos. El resto del litoral suele mostrar mayores pendientes, manteniendo una línea de costa más estable.

En general pueden diferenciarse tres tipos básicos de suelos litorales:

- *Playas limoarenosas*. Se trata de superficies inclinadas hacia la laguna, formando una banda bastante continua de apenas 10 m. de anchura. Es el tipo más frecuente y el que mayor pendiente muestra (aunque siempre suave, no superior a 5°, generalmente). Normalmente se trata de depósitos de limos y arenas con pequeños cantos dispersos, con un color pardo claro, y por lo general no contienen sales. En ellos son muy comunes los restos algales alternantes con hiladas de limos y arcillas. Los 4 ó 5 cm. superiores muestran a veces un color pardo oscuro, siendo muy ricos en materia orgánica y restos de algas. El nivel freático es muy somero en estas zonas, debido a su alta permeabilidad, por lo que son abundantes los encharcamientos. En zonas muy próximas a la orilla de la laguna esta humedad, unida al carácter

limoso del sedimento, a su alto contenido en materia orgánica y a la presencia esporádica de sales, da lugar a fangos negros fétidos, muy comunes en el sector Norte y Oeste de la laguna (se trata de los "tarquines" que describe DANTIN CERECEDA, 1941).

- *Suelos limoarcillosos duros.* Son muy comunes en las llanuras del SE de la laguna (área de Los Lagunazos) y a veces se asocian a la franja de playas ya descrita. Se trata de acumulaciones de arcillas y limos, de color pardo oscuro a gris. Constituyen los denominados "fangos grises" (PROYEX, 1980), en los que a veces se observa también un horizonte centimétrico superior más oscuro, rico en materia orgánica. Este tipo de suelos suele aparecer en las áreas más deprimidas y llanas de las playas, próximas a la laguna, de modo que están sujetos a frecuentes inundaciones y desecaciones. Esto hace que, una vez desecados y endurecidos, desarrollen un intenso agrietamiento, individualizando plaquetas cóncavas. En estos suelos hay normalmente una cierta concentración de cantos de pequeño tamaño (de hasta 1 cm), dispersos. El rebajamiento paulatino de la superficie de estos suelos por acción del viento origina una evacuación de material limoarcilloso y un enriquecimiento relativo en cantos superficiales. Dicho fenómeno no se restringe a este tipo de suelos y aparece en numerosas zonas en las que el sedimento superficial presenta cierto contenido en cantos.

- *Costras y suelos salinos.* Se desarrollan fundamentalmente en los extremos NW y SE de la laguna, donde el contenido en sales llega a ser importante. Como en el caso anterior, se asocian a zonas muy llanas y próximas a la laguna, aunque no se relacionan con áreas de playas, sino con amplias extensiones de mínima pendiente próximas a la orilla. Sufren, igualmente, continuas inundaciones y desecaciones de periodicidad anual. En épocas de sequía estas zonas forman "salitrales", es decir, superficies cubiertas por una costra salina blanca de unos pocos milímetros de espesor. La sal dominante es halita, que a veces forma cristales cúbicos de hasta 2 cm de lado. También es común aquí el agrietamiento. Los polígonos, sin embargo, presentan una superficie muy rugosa que parece reflejar un proceso de crecimiento irregular por precipitación de sales cerca de la superficie. Muchas veces estos suelos agrietados se encuentran más húmedos que los suelos limoarcillosos, debido a la naturaleza higroscópica de alguna sales.

El hecho de que estos salitrales se concentran en los extremos NW y SE de la laguna se debe a causas locales. En el primer caso existe un amplio e irregular afloramiento de sales del Keuper, localizado cerca del Arroyo de Santed (fig. 3), al pie del Cerro de la Ermita del Buen Acuerdo. De hecho, es de constatar la existencia de un pozo construido en este sector para la alimentación de ganado, en el cual el agua extraída presenta unas concentraciones muy elevadas en sales (se trata de la única zona de los alrededores de la laguna en la que no se practican labores agrícolas debido a la alta salinidad del suelo).

Por otro lado, dado que los vientos dominantes proceden del NW, la zona de Los Lagunazos recibe masas de aire que se han ido cargando de finos grumos arcillosos y salinos, recogidos a su paso por el resto de la superficie de la laguna. De este modo, cualquier irregularidad superficial (arbustos, grietas de desecación, etc.) constituye una trampa en la que queda atrapado el material arcilloso y salino transportado. Las

primeras plantas que colonizan las zonas salinas son freatofitas halófitas; las partículas de sales arrastradas por el viento son retenidas por su entramado de hojas aciculadas, constituyendo buenas "trampas" de retención de partículas. A veces llegan a formar auténticos acúmulos de grumos salinos enredados entre sus ramas. Llegan un momento en que la planta muere, con lo que su tamaño disminuye progresivamente. Se originan así pequeños mogotes de sales con restos de ramas, raíces, etc.

2.3. Hidrología

La profundidad media de la Laguna de Gallocanta suele mostrar variaciones a lo largo del año, con ligeros aumentos en primavera, para descender posteriormente durante el verano. Sin embargo, no existe relación alguna entre la pluviometría mensual y el nivel de las aguas de la laguna. La variación de la pluviometría media anual (PMA) de los últimos 50 años para los alrededores de la Laguna de Gallocanta se ha representado en la fig. 6, en la que hemos unido con un trazo grueso los valores medios entre cada par de años consecutivos. Se observa un período especialmente lluvioso entre 1955 y 1966, así como un período seco entre 1980 y 1986 (los valores anteriores al año 1950 no son muy fiables).

Por otro lado, hemos recopilado los pocos y dispersos datos referentes a la profundidad de la laguna. Estos son bien conocidos para el período 1973-1982; sin embargo, para épocas más antiguas tenemos referencias sólo estimativas. Para el período 1982-1990 nos hemos basado en estimaciones propias, contrastadas con las de los habitantes de la zona. El resultado, más bien orientativo, se muestra en la misma fig. 6. En ella vemos que a mediados de los años 70 se alcanzó al máximo conocido para este siglo: alrededor de 2 m. En 1948 y en 1982-83 la laguna quedó casi seca. Comparando esta evolución con la variación de la PMA, vemos que existe un paralelismo aceptable para el período 1973-1986. Tras el período lluvioso de 1955-1966, la laguna debió de recuperarse de la importante etapa de sequía de los años 1945-1955; este período lluvioso debió de saturar los acuíferos de la cuenca. Posteriormente, tras dos años especialmente lluviosos (1969 y 1971-72), todo el excedente de agua caída hizo que la laguna alcanzase su máximo. La disminución de la pluviometría durante los años 70 propició la desecación paulatina de la laguna por evaporación. La tendencia de los últimos años apunta a una recuperación rápida del nivel normal de las aguas.

DANTIN CERECEDA (1941) señala que *"... al parecer, cada quince años, aproximadamente, la laguna crece o mengua, y sus variaciones de nivel se hacen sensibles después de un período continuo de años lluviosos o, por el contrario, de una serie continua de años secos; pero si en medio de un período de años con lluvias normales se presenta excepcionalmente ya un año seco, ya un año lluvioso, la crecida o disminución del caudal líquido de la laguna apenas si se acusa"*.

Segun COMIN et al. (1990), para el período 1977 - 1987 la Laguna de Gallocanta presentó un tiempo medio de respuesta hidrológica de 0,3 - 2,4 años. Esto significa que la laguna se puede llenar o secar en un período de entre 4 y 27 meses, dependiendo de su situación inicial: a partir de un nivel de aguas bajas, necesitaría cuatro meses para secarse por completo, siempre que las lluvias durante ese período fueran escasas e irregulares. Por el contrario, a partir de un nivel de aguas bajas, la laguna

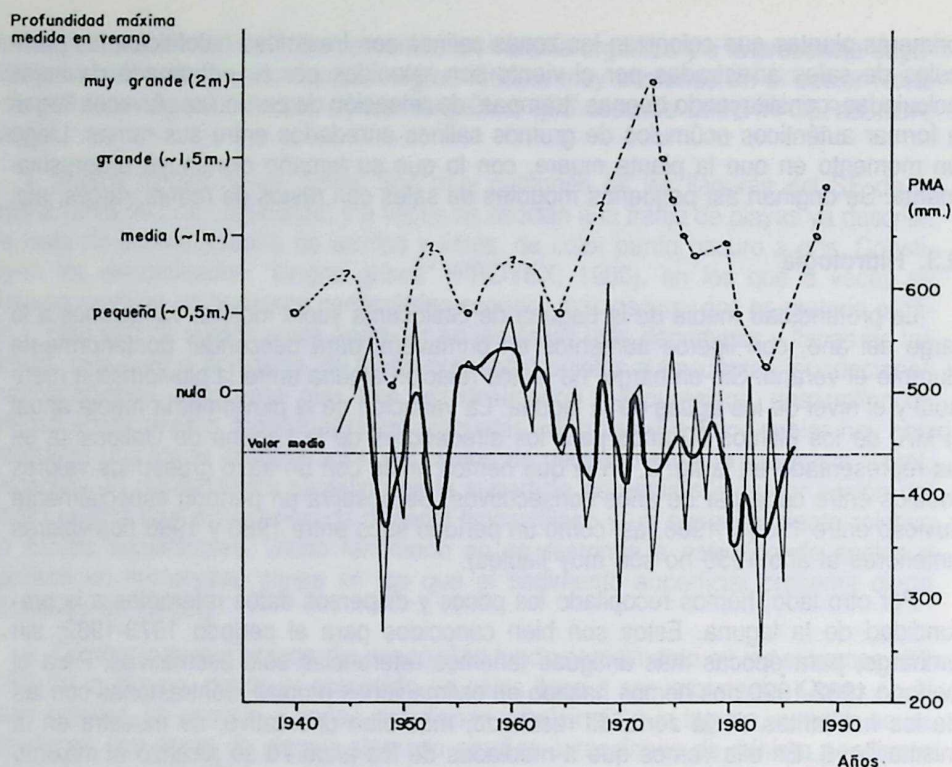


Fig. 6. Variaciones de la pluviometría media anual (trazo negro grueso) y de la profundidad máxima de la Laguna de Gallocanta (línea discontinua) en los últimos 50 años.

podría llenarse por completo (aguas altas) en 27 meses, siempre y cuando la pluviometría durante ese período fuera importante y, sobre todo, distribuida principalmente durante el otoño y el invierno.

El viento es otro de los agentes meteorológicos que influyen en la evaporación del agua de la laguna. Sólo disponemos de datos para las estaciones de Daroca y Calamocha (fig. 7), que indican una velocidad media de unos 14 km/h, con vientos dominantes del NW. Las máximas corresponden a Calamocha, que en primavera y verano de 1974 registro un viento del NW de 36 km/h de valor medio. Es de suponer que el área de Gallocanta, a mayor altura y mucho más desprotegida del viento, registre valores más altos. Según COMIN et al. (1990), la presencia de fuertes vientos soplando durante un sólo día puede rebajar el nivel de las aguas en 3 cm. Por otro lado, durante períodos secos (profundidad menor de 0,5 m.), los vientos del NW desplazan el agua hacia el SE, aumentando la superficie del lago y, por consiguiente, la superficie sometida a evaporación; además, el agua pasa a ocupar zonas anteriormente secas, donde la infiltración es más fácil.

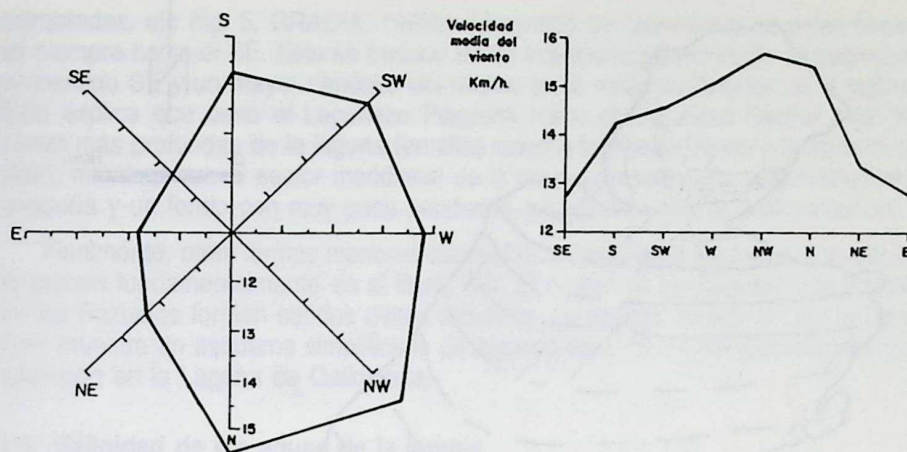


Fig. 7. Variación de la velocidad del viento según las direcciones (en km/h). Valores medios de las estaciones de Calamocha (1966 - 1975) y Daroca (1976 - 1985).

2.4. Oleaje y corrientes. Formas litorales

Otro efecto importante inducido por el viento en un lago es el oleaje. La forma de un lago controla la energía de las olas por el arrastre del viento; en lagos largos y estrechos, como es el caso de la Laguna de Gallocanta, la acción de las olas se dirige persistentemente y con mayor energía hacia los extremos de la depresión, en este caso el extremo SE. De esta forma en el sector SE de la laguna el oleaje presentará una mayor energía (es decir, mayor longitud de onda y mayor profundidad de las olas). Esto se traduce en la creación en esa zona de un *acantilado* muy continuo, con una altura de 1 - 1,5 m. Por otro lado, hay que tener en cuenta que conforme la profundidad de la laguna disminuye, para una misma intensidad de viento, las olas pasan a afectar directamente al fondo. Por lo tanto, en épocas de cierta sequía, cuando la laguna presenta una menor profundidad (fig. 5), la efectividad erosiva de las olas en el fondo será mayor.

Por otro lado, la dirección del viento dominante y la orientación de la laguna influyen en la orientación de los frentes de oleaje. Las crestas de las olas son perpendiculares a la dirección del viento; sin embargo, los frentes no son rectilíneos debido a que las zonas centrales de la laguna son más profundas y presentan un empuje eólico mayor. De este modo, las crestas dibujan líneas suavemente curvadas, con el lado convexo dirigido en el sentido del viento (fig. 8). En las orillas el efecto de rozamiento de las olas con el fondo produce *corrientes de deriva litoral*, paralelas a la línea de costa y en el mismo sentido que el viento dominante (fig. 8). El conjunto de las corrientes de deriva crea una migración de agua (y de sedimento) hacia el SE a lo largo de los litorales. Obviamente, esta migración de agua debe ser compensada por un sistema de corrientes de reflujo hacia el NW. Dado que el efecto del viento se deja sentir en la superficie de la laguna, las corrientes de reflujo deben circular en profundidad y siguiendo el eje central (más profundo) del lago.

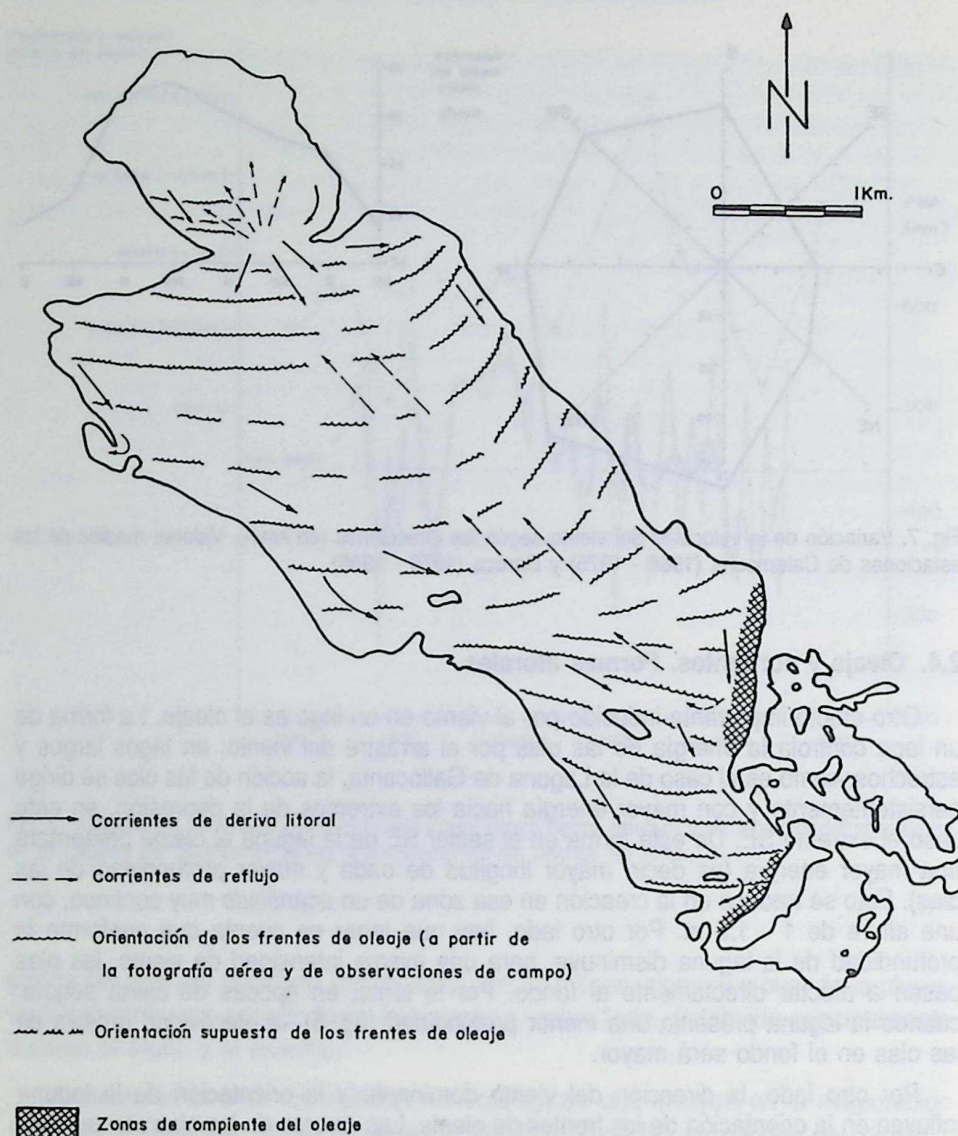


Fig. 8. Geometría de los frentes de oleaje y dirección supuesta de las corrientes de deriva litoral en la Laguna de Gallocanta.

Cualquier inflexión en el trazado de la línea de costa puede provocar un depósito del sedimento en suspensión por refracción del oleaje y pérdida de energía. Este es el origen de las flechas litorales marinas, también presentes habitualmente en lagos. En la Laguna de Gallocanta se observan algunos casos de flechas de varios tipos, así como otras formas relacionadas con la sedimentación litoral debida a corrientes de deriva, tales como tómbolos, cordones litorales, pequeñas lagunas costeras semi-

colmatadas, etc (fig. 5, GRACIA, 1990b). El sentido de crecimiento de estas formas es siempre hacia el SE. Esto se traduce en un transporte generalizado de sedimento en sentido SE y un mayor depósito del mismo en la mitad sudoriental de la laguna. Esto explica que tanto el Lagunazo Pequeño como el Lagunazo Central sean las zonas más profundas de la laguna (en ellas domina la erosión frente a la sedimentación), mientras que el sector meridional de la misma presenta una profundidad muy pequeña y un fondo con muy poca pendiente (en ellas domina la sedimentación).

Finalmente, otras formas menores asociadas al litoral de la laguna son los deltas. Aparecen fundamentalmente en el litoral SW. El Arroyo de La Reguera y la Rambla de los Pozuelos forman sendos deltas lacustres, de apenas 30.000 m². En la figura 9 se muestra un esquema simplificado de algunos tipos de morfologías litorales que aparecen en la Laguna de Gallocanta.

2.5. Salinidad de las aguas de la laguna

Un carácter fundamental de la Laguna de Gallocanta es la salinidad de sus aguas. La alta concentración de sales, aunque inferior a la del mar, hace que el agua de la laguna tome un sabor salado característico. Este hecho ya ha sido objeto de algunos estudios hidroquímicos (PROYEX, 1980, COMIN et al., 1990. etc.). La salinidad de las aguas, según BALLARIN (1986), oscila entre 16 y 105 gr/l. Se trata de un lago clorurado sódico en el que existe un aporte subterráneo de sales; la evaporación provoca el enriquecimiento relativo en cloro, sulfatos, etc. En lo que respecta al origen de las sales, la hipótesis más probable es un aporte subterráneo de aguas salinas procedentes del Keuper. En este sentido hay que señalar el carácter francamente salino de algunos de los manantiales de Los Ojos, así como del ya citado pozo de Los Aguanares. Lo mismo sucede con un manantial localizado en La Lagunica.

En una laguna salada de escasa profundidad como la de Gallocanta, las variaciones de la temperatura y del volumen de agua influyen decisivamente en su composición. La temperatura superficial del agua puede variar desde 5°C en invierno hasta 25°C en verano, del mismo modo que varía la altura de la lámina de agua a lo largo del año. Por tanto, la composición química de las aguas sufrirá también una variación estacional. En general se produce una dilución mayor en abril, coincidiendo con el máximo pluviométrico de primavera, y una mayor concentración en verano y otoño.

Por otro lado, tal y como señala BALLARIN (1986), en los manuscritos de la "Descripción General del Partido de Daroca", de *D. Domingo Mariano de Traggia*, se encuentra el siguiente pasaje: "...a la parte del Oeste se halla la famosa Laguna de Gallocanta y por los años de 1673 sólo el pueblo de Gallocanta sacaba del arrendamiento de su pesca ochenta mil reales de vellón y diez y ocho mil arrobas de tencas, sin la caza de gansos, anadones..."

Este dato puede inducir a pensar en una laguna de Gallocanta con aguas mucho más dulces que las actuales, que permitiera el desarrollo de una abundante fauna piscícola durante mediados del siglo XVII. Sin embargo, existen diversas citas que señalan que la Laguna de Gallocanta ha presentado una extensión y una salinidad similares a las actuales a lo largo de los últimos siglos:

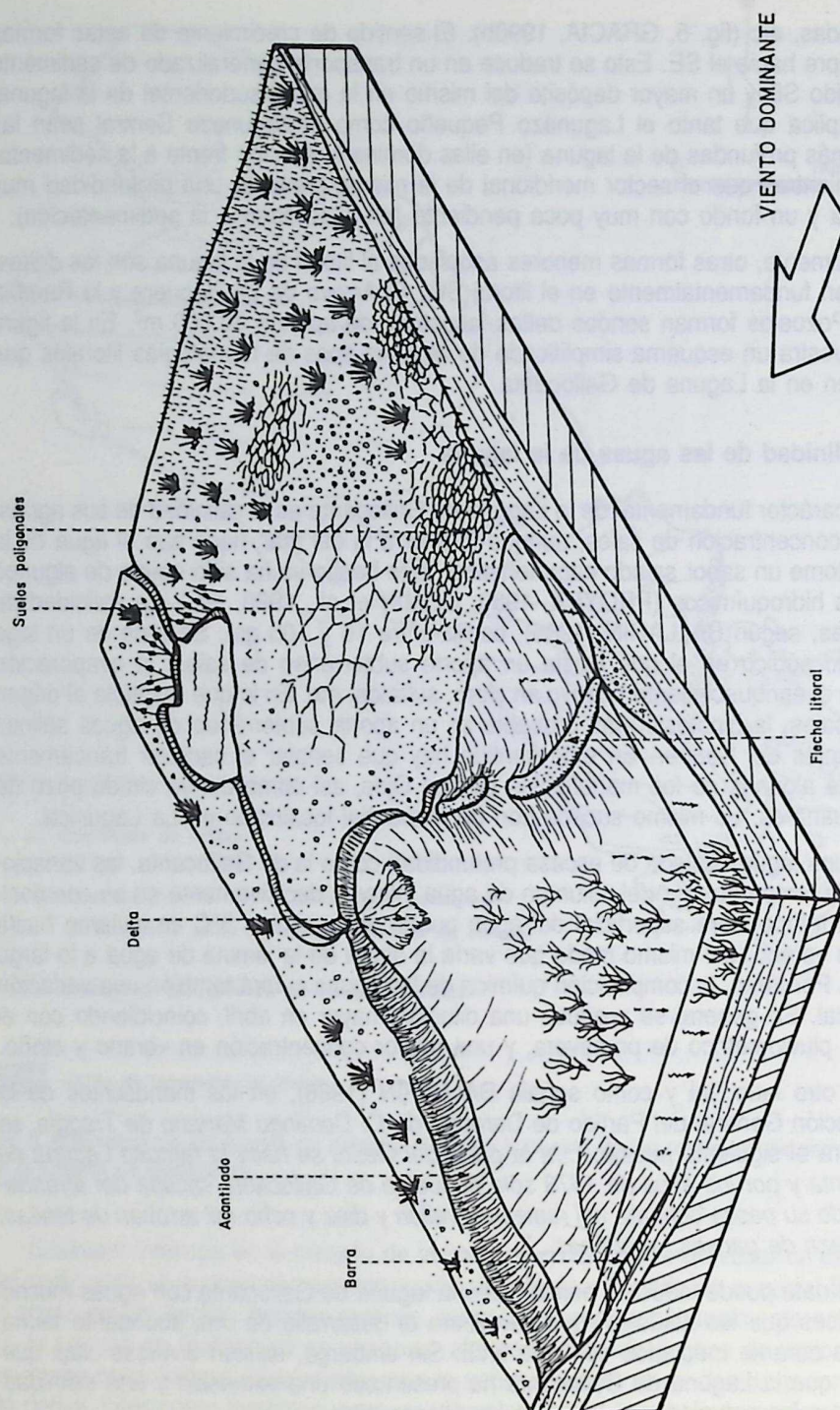


Fig. 9. Bloque diagrama esquemático con las principales formas actuales observables en el litoral de la Laguna de Gallocanta (sin escala).

- Muy cerca de la orilla de la laguna, en la llamada "Fuente de los Haces" (término municipal de Berrueco, orilla NE), existe un emplazamiento romano con los restos de una vivienda que se puede fechar como del siglo I d.C., aproximadamente (TURMO y MAÑAS, 1984, y F. MAÑAS, com. pers.). Su localización hace suponer que el litoral lacustre se situaba aproximadamente en el mismo lugar que el que presenta actualmente.

- En el Archivo Notarial de la Comunidad de Daroca (recopilado por CAMPILLO, 1915), se recoge que en 1457 tuvo lugar una "...concesión hecha por el Rey á Martín Pérez de Santa Cruz, botellarius maior suyo, del territorio sito en la Comunidad de Daroca, llamado vulgarmente "La Bassa del plano de Gallocanta", y de toda la sal que en el mismo se recogiera, imponiendo la multa de 10 florines de oro á quien molestara al concesionario en la posesión de lo dicho". (A. de la C. de A. R. 2, 945, f. 27, á contar desde el 209 del mismo regitro; Documentos Históricos de la Comunidad de Daroca, n.º 655, p. 254).

- En dicha fuente también se recoge que en 1693 se dio "...Orden del Rey al Asistente y demás ministros de Daroca para que se impida la saca de sal de la Laguna de Gallocanta, tanto á los de la Comunidad, como á cualesquier personas, mientras durase el arriendo del «sobre precio» de la sal del reino de Aragón, que le tenía Juan Miguel Iñiguez: cuyo producto servía para mantener el tercio aragonés en Cataluña" (A. de la C. de A. - R. de Simancas, núm. 94, f. 162; Documentos Históricos de la Comunidad de Daroca, n.º 761, p. 294-295).

- En las proximidades de su litoral (sector de Los Aguanares, extremo NW de la laguna) se conservan todavía los restos de una construcción antigua (Casa Gamundí) cuyas características hacen sospechar una actividad relacionada con la explotación de sal. Marcos Gamundí, jefe militar de las tropas carlistas en la zona, pudo recibir una concesión de explotación (F. MAÑAS, com. pers.).

- A mediados del s. XIX se seguía explotando la sal acumulada en la superficie de la laguna. Los datos analíticos más antiguos disponibles (principios del presente siglo) señalan un grado de salinización de las aguas muy similar al actual (HERNÁNDEZ PACHECO Y ARANEGUI, 1926).

Por tanto, todo induce a pensar en una salinización antigua de las aguas de la laguna, al menos anterior a la época medieval.

3. OTRAS LAGUNAS DE LA CUENCA

En las proximidades de la Laguna de Gallocanta se localizan otras grandes lagunas que conforman el rosario de lagos de esta cuenca (fig. 1). A continuación pasaremos revista a algunos aspectos de interés relacionados con ellas.

3.1. La Zaida y La Lagunica

La Zaida se sitúa a unos 4 km al NW de la Laguna de Gallocanta. En planta muestra una morfología subcircular (excentricidad de 1,2), con un diámetro mayor de 1,8 km en dirección NNE - SSW y un diámetro menor de 1,5 km medido en dirección NW - SE. Presenta un área de 2,15 km², igual a su área total (no existen en ella islas

de ningún tipo). Su profundidad máxima es de 1 m. La longitud del litoral es de 7,98 km. La forma del lago es en artesa, ya que La Zaida presenta un fondo muy plano y un borde con bastante pendiente. De este modo, la profundidad es prácticamente constante en toda su extensión.

Sus aguas, procedentes de la Sierra de Santa Cruz, son dulces, sin señal alguna de salinización. La forma y dimensiones de La Zaida no permiten el desarrollo de un oleaje intenso, lo que hace que no exista una dinámica litoral comparable a la de la Laguna de Gallocanta. Por otro lado, en cuanto a los suelos costeros, sólo se observa un desarrollo modesto de playas limoarenosas, muy modificadas actualmente por la actividad agrícola. En algunos encharcamientos locales se desarrollan suelos limoarenosos con gran proliferación de algas filamentosas.

En lo que respecta a *La Lagunica*, se trata de una laguna de formas irregulares, con una longitud de 1,5 km (según la dirección NE - SW), una anchura de 0,79 km y un perímetro de 6,65 km. Alcanza una extensión de 0,775 km². Hoy día se encuentra drenada y totalmente desecada mediante un conjunto de canales construidos a mediados del presente siglo (DANTIN CERECEDA (1942) cita cómo esta laguna mostraba en los años 30 un carácter temporal, con aguas saladas). En la actualidad se observa un recubrimiento compuesto por limos y arcillas negras con abundantes restos de raíces y materia orgánica, muy transformado por la actividad agrícola. En el centro de la depresión, de apenas 1 m. de profundidad media, aparece otra depresión menor, circular y de supuesto origen antrópico, ocupando el lugar en el que debió de situarse un antiguo manantial salino responsable de la alta mineralización de las aguas de La Lagunica.

3.2. La laguna de Guialguerrero

Se localiza a unos 2,5 km al SE de Cubel (fig. 1). Constituye una laguna subcircular de unos 300 m. de diámetro, situada sobre el glacis de Cubel - Used. Presenta un carácter permanente, aunque su nivel varía estacionalmente; COMIN et al. (1981) citan una profundidad de hasta 3 mm. Es de destacar su marcada asimetría, con un borde NW muy escarpado y un borde SE muy tendido. En el borde escarpado, bajo la cobertera del glacis (de apenas 1 m. de espesor), aparecen calizas jurásicas, que constituyen el sustrato de la laguna. Estos materiales carbonatados se encuentran afectados por una intensa karstificación, lo que hace suponer una génesis kárstica para esta depresión.

El efecto del viento se deja notar en el tipo de playas que presenta la laguna: las márgenes azotadas por el viento (litoral de barlovento, al SE), muestran un enriquecimiento en cantos superficiales que son resultado de la evacuación eólica de los finos que formaban la matriz del depósito. En las orillas resguardadas el recubrimiento superficial muestra un espectro granulométrico mucho más variado. La impermeabilización del fondo de la depresión se debe al arrastre superficial de limos y arcillas y su acumulación en el lecho de la laguna. La hidroquímica de esta laguna fue estudiada por COMIN et al. (1981), quienes clasifican sus aguas como bicarbonatadas, relacionadas con zonas kársticas, y con bajo contenido en nutrientes. Esta laguna parece mostrar una alimentación subterránea importante y constante a lo largo del año.

Por último, en lo referente a la edad y origen de esta laguna, creemos que no está relacionada genéticamente con el complejo de lagunas de la Cuenca de Gallocanta. Su cota (1.080 m) hace que se sitúe por encima del hipotético nivel topográfico que debió de alcanzar el antiguo lago cuaternario de Gallocanta (no superior a los 1.020 m.). Creemos que esta depresión se generó durante el Pleistoceno mediante un proceso simple de dolinización sobre carbonatos.

3.3. Las balsas de Santed

Localizadas a unos 2 km. al NE de La Zaida, sobre el glacis de Used (fig. 1), se trata de dos lagunas alineadas en dirección NW - SE y separadas entre sí unos 50 m. En planta presentan formas circulares casi perfectas. La mayor de ellas (Norte) tiene unos 200 m. de diámetro y apenas 20 cm de profundidad. Se caracteriza por presentar aguas casi tan saladas como las de la Laguna de Gallocanta, con un alto contenido en cloruros (COMIN et al., 1981). La cantidad de sales en estas aguas refleja un aporte salino procedente del Keuper. Por otro lado, en el litoral de esta charca se observan suelos limoarcillosos con agrietamientos similares a los descritos para el caso de Gallocanta. La balsa pequeña (Sur), de unos 150 m. de diámetro, presenta aguas dulces, mayor profundidad y un carácter más estable. En su litoral se observan suelos limoarcillosos con cantos y playas limoarenosas, sin resto alguno de sales.

Creemos que ambas lagunas se formaron una vez que este sector de interfluvio entre Gallocanta y Zaida quedó emergido. Se trata de dolinas donde el sustrato karsificado pudo ser distinto en una dolina y en otra. En la balsa grande la dolinización afectó a las evaporitas triásicas, proporcionando luego unos aportes subterráneos cargados en sales, que llevaron a la salinización de la laguna. Sin embargo, la balsa pequeña no recibió un aporte subterráneo salino. El contraste hidroquímico de ambas lagunas, a pesar de su proximidad, puede estar relacionado con la existencia de una falla que separe una masa evaporítica al Norte (bajo la balsa grande) de otra calcárea al Sur (bajo la balsa pequeña).

4. GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DE LA CUENCA DE GALLOCANTA

A finales del Terciario se originó la Cuenca de Gallocanta debido a la actividad de la Falla de Valdelacasa. La suave topografía preexistente favoreció la creación de un área lacustre extensa y de escasa profundidad. El sustrato, formado por el triásico salino y por arcillas terciarias, inhibió la infiltración y dio lugar a un endorreísmo generalizado. Seguramente La Zaida y la Laguna de Gallocanta estaban comunicadas al Norte del Cerro de las Piedras (Ermita del Buen Acuerdo), formando un único lago. Posteriormente, a lo largo del Cuaternario, el gran lago de Gallocanta fue reduciendo su perímetro de forma paulatina, lo que hizo que las aguas se concentraran en las zonas más deprimidas. Desde su generación hasta la actualidad la Laguna de Gallocanta ha ido disminuyendo su perímetro de forma continuada.

El material infrayacente a la laguna está constituido por yesos, sales y arcillas triásicas. Los yesos, altamente solubles, pudieron sufrir una prolongada karstificación a lo largo del Pleistoceno. Esta disolución debió de ser más intensa directamente

debajo del lago, donde la película de agua superficial era persistente. La disolución parcial de las evaporitas triásicas tuvo como resultado la salinización de las aguas de infiltración, cuyo afloramiento y alimentación a la Laguna de Gallocanta llevó a que, con los sucesivos ciclos de evaporación e inundación, las aguas del lago se fueran enriqueciendo en sales hasta alcanzar la composición que hoy presentan. Este es un fenómeno local que sólo se ha dado en algunas lagunas situadas sobre evaporitas triásicas (la Balsa pequeña de Santed, la Laguna de Gallocanta y La Lagunica). Allí donde la karstificación afecta a materiales calcáreos, las lagunas correspondientes muestran agua dulce (La Zaida, la balsa grande Torralba, la balsa grande de Santed, las lagunas de La Yunta, etc.).

Tal y como señalan DANTIN CERECEDA (1942) y BURGUETE et al. (1981), la evolución desde el gran lago pleistoceno hasta la situación actual permite suponer que el futuro de la Laguna de Gallocanta consistirá en un continuo soterramiento y una progresiva disminución de su perímetro, con una probable separación de los dos lagunazos mayores que la componen. Con el tiempo, acabará por colmatarse definitivamente. De todas formas, aunque este proceso parece evidente, lo cierto es que en los últimos 2000 años, aproximadamente, el perímetro de la laguna no parece haber variado sustancialmente. A una escala humana de tiempo, la Laguna de Gallocanta se encuentra bastante estabilizada, dependiente únicamente de las fluctuaciones climáticas que puedan darse en el ámbito de su cuenca.

5. ACCIÓN DEL HOMBRE SOBRE LA LAGUNA DE GALLOCANTA

Antes de finalizar el estudio de la Laguna de Gallocanta haremos un repaso a las actividades antrópicas directamente relacionadas con la conservación o destrucción del ecosistema lacustre y a aquéllas que de alguna forma manipulan el equilibrio hidrológico y geodinámico de la laguna. Para ello nos basaremos, en parte, en las recopilaciones y estudios realizados por PROYEX (1980, 1981) y BURGUETE et al. (1981).

Como ya hemos indicado, a lo largo de los siglos XV a XIX las sales de la laguna fueron explotadas de forma sistemática, gracias a las concesiones que de ella se hicieron a diversos terratenientes. Por otro lado, en el siglo XVI los ayuntamientos de Gallocanta y Used llegaron al acuerdo de regular el aporte de agua a la Laguna de Zaida. Para ello se construyó una represa al NE de dicha laguna ("Compuerta de Retuerta"). Según dicho acuerdo, la compuerta permanece abierta durante un año; si en este período Zaida se llena de agua, el día 15 de agosto se cierra la compuerta y se espera a que toda el agua remansada se evapore. Una vez seca, el municipio de Used aprovecha el fondo desecado para el cultivo de cereal. Tras recoger la cosecha, la compuerta se vuelve a abrir. Según este sistema, cuando la compuerta está cerrada el agua procedente de la Sierra de Santa Cruz pasa entonces a desaguar a la Laguna de Gallocanta. Con el tiempo el agua estancada en La Zaida se filtra y aparece en el manatíal de La Cañada, al pie de la Ermita del Buen Acuerdo, cerca de la Laguna de Gallocanta. Esta comunicación subterránea entre las dos lagunas a través del acuífero detrítico cuaternario es bien conocida por los habitantes de la región, quienes además estiman una velocidad del flujo subterráneo de unos 20 m./día.

En 1874 la ley de Desamortización hizo que el Estado se incautara de la laguna, adjudicándola en pública subasta. Fue adquirida en 1897 por el "Banco Agrícola, Comercial e Industrial, S.A.", sociedad expresamente creada para la desecación y explotación de la laguna que, una vez "saneada", constituiría una finca llamada *Domínios del Pilar*. Los promotores del proyecto contemplaban la construcción de un canal de desagüe para dar salida a las aguas estancadas por el Valle del Jiloca y servir a la vez como guía fluvial para el transporte de las futuras producciones hasta la vía férrea. En la finca (de más de "mil ochocientos cahices", es decir, más de 10 km²) se preveía el establecimiento de cultivos, cría de ganado, etc. Estos planes no llegaron nunca a emprenderse y la sociedad se disolvió en 1931 (BALLARIN, 1986). En el siglo pasado el único aprovechamiento que se obtuvo fue el de sus depósitos salinos, extrayéndose cantidades apreciables de sal para el ganado y estableciéndose incluso un puesto de carabineros en la orilla NE para evitar su contrabando (HERNANDEZ PACHECO y ARANEGUI, 1926). Finalmente, en virtud de la vigente Ley de Aguas y del artículo 407 - 4 del Código Civil, la laguna pasa a ser un bien de dominio público del Estado.

En la zona existen dos casos de manipulación antrópica de las áreas lacustres. Uno corresponde a La Lagunica, drenada y desecada a mediados del presente siglo, lo que la dejó reducida a una pequeña charca circular. El otro caso es el Prado de Las Cuerlas; se trata de la prolongación que presenta la Laguna de Gallocanta por su borde SW. El drenaje (Canal de La Reguera) se realizó hace unas decenas de años con la finalidad de convertirlo en una explotación agrícola de remolacha en régimen de regadío. Tal y como señala PROYEX (1981), tal actuación supuso la destrucción de uno de los lugares más interesantes de la laguna. Su interés residía en ser uno de los principales aportes de agua dulce a la Laguna de Gallocanta, procedente del monte de Las Cuerlas. La modificación sufrida por esta zona afecta sustancialmente al régimen hídrico de la laguna, en especial en años de sequía, y en particular a las aves acuáticas, que precisan de aportes de agua dulce. El cultivo en esta zona ha sufrido una transformación, al pasar a ser de remolacha en los años 70 a implantarse girasol en los 80. Este cambio, según PROYEX (1981) parece estar en relación con la pérdida de calidad del suelo para el cultivo de la remolacha. Este problema obedece a las dificultades que normalmente se presentan en los cultivos realizados sobre zonas húmedas drenadas.

En cuanto a la actividad agrícola, merece destacar la roturación de zonas litorales. Esto supone un abandono de las mismas cuando el nivel freático sube, con la consiguiente salinización. Para BURGUETE et al. (1981) la solución al problema pasaría por la compra por parte del Estado de toda la franja litoral. En lo que se refiere a la posible contaminación de las aguas de la laguna por vertidos, fertilizantes, herbicidas, insecticidas y detergentes, hoy día es casi inapreciable. Al parecer (PROYEX, 1980), las algas desarrolladas en la laguna extraen los fosfatos y nitratos procedentes de las actividades agrícolas, de modo que la laguna tiene la suficiente capacidad de autodepuración respecto a estos contaminantes. Sin embargo, para BURGUETE et al. (1981), este hecho no es extrapolable en el tiempo, ya que el uso continuado de abonos en cantidades cada vez más importantes, así como la extensión del cultivo a lugares expuestos a un mayor lavado y transporte hídrico, pueden llevar a la eutro-

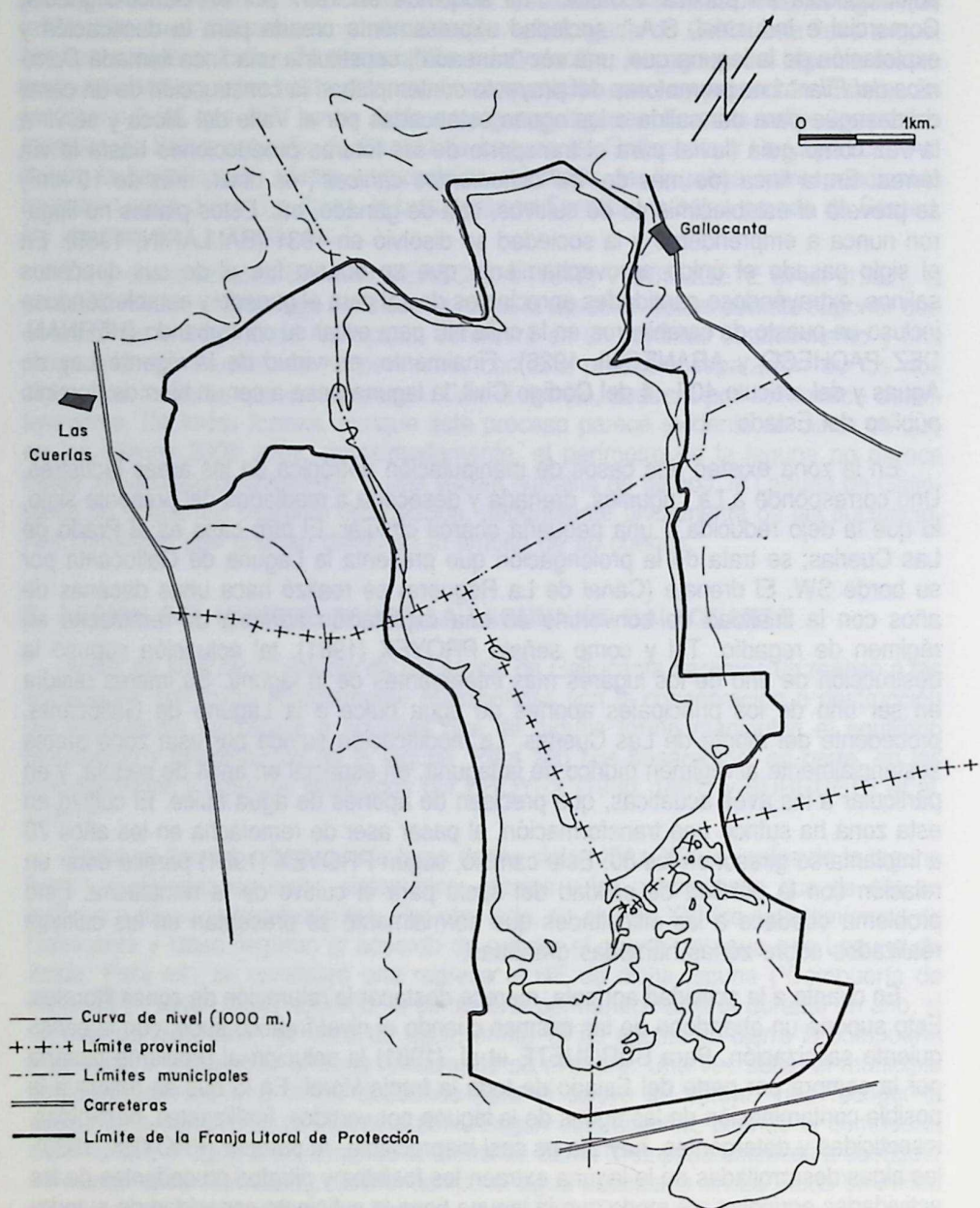


Fig. 10. "Franja litoral de Protección" de la Laguna de Gallocanta, propuesta por BURGUETE et al. (1981).

fización y polución paulatina del lago. Según estos autores, es necesario un proceso de seguimiento de la presencia de nutrientes en el agua.

Finalmente, en cuanto a la protección del ecosistema lacustre, hay que recordar la creación, en 1985, del "Refugio Nacional de Caza de la Laguna de Gallocanta" (D.G.A., decreto 42/1985). Esta medida, como prolongación de la declaración en los años 70 de la laguna como "zona de caza controlada", ha sido la actividad proteccionista más eficaz realizada en el área. Para BURGUETE et al. (1981), toma ahora una mayor importancia la protección de la franja vegetal litoral. Su conservación y reconstrucción debe contemplar su aprovechamiento ganadero extensivo (casi inexistente en la actualidad) y la eliminación de roturaciones en lo que ellos denominan "*Franja litoral de protección*" (fig. 10). Del mismo modo, todas las actividades que favorezcan la evaporación (drenajes en el Prado de Las Cuerlas), así como las que incrementen la llegada de aportes sólidos a la laguna deberían ser evitadas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BALLARIN, I. (1986) *La Laguna de Gallocanta, refugio nacional de caza*. D.G.A., Dpto. de Agr., Gan. y Montes. Zaragoza. 8 pp., 1 mapa e. 1:15.000.
- BURGUETE, M.; HERNÁNDEZ, F. y GUIRAL, J.J. (1981). Problemática de la Laguna de Gallocanta y su cuenca y criterios para su gestión. en PROYEX S.A. (coord.): *Estudio de la biocenosis de la Laguna de Gallocanta y su cuenca*. CEOTMA, MOPU, Madrid, p. 942-959.
- CAMPILLO, T. del (1915). *Documentos históricos de Daroca y su Comunidad*. Biblioteca de Escritores Aragoneses. Zaragoza.
- CASCALES, J.C.; DOBLAS, J.G. y GARRIDO, M. (1979). Hidrogeología de la Laguna de Gallocanta. 2.º *Simp. Nac. Hidrogeol.*, Secc. 1ª, 4, p. 431 - 446. Asoc. Geol. Esp., MOPU, Pamplona.
- COMIN, F.A.; ALONSO, M.; LÓPEZ, P. y COMELLES, M. (1981). Estudio limnológico de la Laguna de Gallocanta y su cuenca. En: PROYEX, S.A. (ed.): *Estudio de la biocenosis de la Laguna de Gallocanta y su cuenca*. CEOTMA (MOPU), Madrid, p. 4 - 118.
- COMIN, F.A.; JULIA, R.; COMIN, M.P. and PLANA, F. (1990). Hydrogeochemistry of Lake Gallocanta (Aragón, NE Spain). *Hydrobiologia*, 197, 51 - 66.
- DANTIN CERECEDA, J. (1941). La laguna salada de Gallocanta (Zaragoza). *Est. Geogr.*, año II, 3; p. 269 - 303.
- GRACIA, F.J. (1990a). *Geomorfología de la región de Gallocanta (Cordillera Ibérica central)*. Tesis Doctoral, Univ. Zaragoza, 691 pp. 6 mapas e. 1: 50.000.
- GRACIA, F.J. (1990b). Dinámica litoral en la Laguna de Gallocanta (Cordillera Ibérica central). *I Reun. Nac. Geomorfología*, Teruel. p. 267 - 276.
- GRACIA, F.J. (1992). Papel de la karstificación en la evolución cuaternaria de la Laguna de Gallocanta (prov. Zaragoza). *III Congr. Geol. Esp. y VIII Congr. Latinoam. Geol.*, Salamanca, vol. 2, p. 58 - 62.
- GUIRAL, J.J. (1981). Introducción al conocimiento del clima en la cuenca de la Laguna de Gallocanta. En PROYEX, S.A. (coord.): *Estudio de la biocenosis de la laguna de Gallocanta y su cuenca*. CEOTMA, MOPU, Madrid, p. 119 - 138.
- HERNÁNDEZ, A. et al. (1983). *Memoria y mapa geológico de España*, E. 1:50.000. Hoja n.º 491, Calamocha. IGME, Madrid.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F. y ARANEGUI, P. (1926). La Laguna de Gallocanta y geología de sus alrededores. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XXVI, p. 419 - 429. Madrid.

- OLMO, P. et al. (1983). *Memoria y mapa geológico de España, E. 1:50.000*. Hoja n.º 464. Used. IGME, Madrid.
- OLMO, P. et al. (1983). *Memoria y mapa geológico de España, E. 1:50.000*. Hoja n.º 490. Odón. IGME, Madrid.
- PROYEX, S.A. (1980). *Estudio de impactos ambientales sobre la Laguna de Gallocanta por la acción del desarrollo agrario*. E. Aranzadi, coord. CEOTMA, MOPU, Madrid, 184 pp.
- TURMO, A. y MAÑAS, F. (1984). Pueblos del Campo de Daroca. En: *Geografía de Aragón*, Ed. Guara, Zaragoza. T.V, p. 94 - 99.