

Bases previas para una cartografía geotécnica de la llanura litoral valenciana

Por JOSE J. CELMA GIMENEZ
MANUEL ROMANA RUIZ

Departamento de Geotecnia y Cimientos
E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Valencia

El presente artículo es un resumen de los estudios previos que la Cátedra de Geotecnia y Cimientos realiza como base para la Cartografía Geotécnica de la llanura litoral valenciana entre los ríos Júcar y Turia (nuevo cauce). La zona de estudio está determinada fundamentalmente por la Albufera y su marco geomorfológico. Se describen las características generales del Cuaternario de la zona y la evolución histórica de la Albufera.

En trabajos posteriores se presentarán las características geotécnicas, estudiadas a partir de una campaña de toma de muestras y ensayos de laboratorio, actualmente en ejecución. El último paso de la investigación en marcha será la realización de un plano geotécnico de la zona con recomendaciones útiles para estudios de ordenación del territorio.

1. GEOLOGIA DEL CUATERNARIO

El Cuaternario es la formación más extensa de la zona y constituye la llanura litoral valenciana extendiéndose prácticamente hasta la cota 100, rellenando el Neógeno deprimido hasta profundidades de 200 m., como han comprobado sondeos realizados en la ciudad de Valencia en cuyas profundidades parece desarrollarse la mayor potencia. Tal magnitud de materiales se ha depositado a costa de las aportaciones de los ríos Turia, Júcar y su afluente el Magro, y la serie de barrancos, que con dirección E-O, vierten sus aguas y sedimentos en la llanura, en la que destaca como accidente geográfico más significativo la Albufera de Valencia cerrada por un cordón litoral que se extiende prácticamente desde la montaña del Puig hasta la Sierra de Cullera.

La plataforma neogena, parece presentar, cerca de la costa, un basculamiento hacia el norte como comprueban los datos de los sondeos y la presencia de terrazas marinas al sur, corroborando la hipótesis de Zazo y Goy (1973) de un triángulo emergido, tal vez

fallado (Valencia-Alicante-Cabo de La Nao) al producirse el hundimiento del óvalo valenciano.

El cambio brusco del cauce del río Júcar y las alineaciones de los ríos Turia y Magro confirman la hipótesis de Alia (1972) de que la zona está afectada por una faja de fracturación, denominada banda estructural de Toledo, de dirección O-E, que junto con la falla de Cofrentes-Ayora (en el Arco Teruel-Almansa) y el Golfo de Valencia, sería las fracturas que delimitaron la génesis del óvalo. Estudios gravimétricos y sismológicos confirman (Cádavid, 1977) una falla o cambio brusco de espesor cortical a unos 20 km. al sur de Valencia. (Fig. 1).

No se ha registrado actividad sísmica de importancia en la zona quedando la mayor intensidad desplazada hacia el sur, aunque son de señalar algunas líneas sismo-tectónicas importantes en la zona como la línea Sagunto-Alicante.

Como se ha dicho, no se observan terrazas marinas en la zona detectándose en cambio

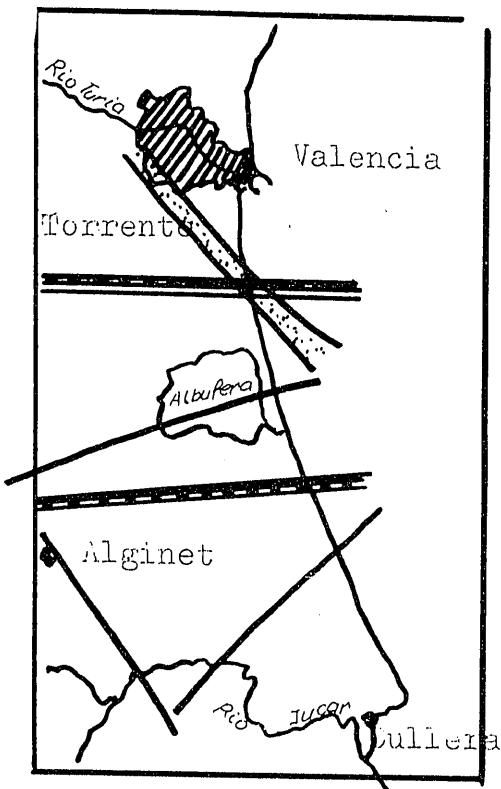


Fig. 1.—Esquema estructural.

LEYENDA:

Fractura.

Zona de fracturación.

Banda estructural.

Cinco niveles de terrazas fluviales de las que las más antigua se encuentra entre los 25-30 m., y la más moderna en torno a los 2-3 m. Este fenómeno ha planteado una polémica sobre la posible subsidencia de la llanura valenciana, cifrada en unos 60 m. por Roselló (1969) y datada como pleistocena. Esta subsidencia podría ser explicada por la acción de una flexión continental de eje N-S que elevaría la parte interior del continente —como confirma el encajonamiento de los ríos— y hundiría las zonas más próximas a la costa. Según Brinkmann (1931) estaría en relación con la fase waláquica. Este eje podría situarse según Goy y Zazo (1973) en el límite de los mantos aluviales antiguos del Pleistoceno inferior a una cota entre los 20 y 30 m.

Este fenómeno de subsidencia generalizada contrastaría con los accidentes geográficos

más señalados como son la formación de Albuferas, el terreno ganado al mar, la estabilidad del perfil de equilibrio, que supondría un fenómeno de emersión. Roselló (1969) considera que la subsidencia no se puede considerar generalizada y que a lo largo del Holoceno fue menos intensa, presentándose incluso fenómenos de emersión en épocas recientes como confirman las crónicas. Su estudio de una duna fósil Pleistocena superficial (Roselló, 1979) confirma un movimiento diferencial de la zona. En cualquier caso, la presencia de sólo dos niveles de terraza en el Júcar frente a los cuatro que presenta el Turia, aún a menor distancia de la costa, hacen pensar que en la zona de la Albufera próxima a la desembocadura del Júcar, la subsidencia fue más intensa. Por otro lado, la presencia de niveles de turba, observados a distintas profundidades, hablan de un movimiento alternativo que hizo que la Albufera se cerrara y abriera en diversos momentos.

Existe evidencia de que el litoral Plioceno estuvo retranqueado respecto al actual. Durante el Pleistoceno, en los períodos fluviales tiene lugar un proceso recessivo en el que se produce la sedimentación de los materiales de glaciación, pie de monte y terrazas fluviales. El mar dejaría depósitos marinos sobre la antigua superficie formada por la transgresión anterior. La excavación y erosión se llevaría a cabo durante los períodos interpluviales coincidentes con la transgresión marina.

En la transgresión Flandiense, el mar penetró en el continente y debió formar un amplio golfo que fue colmatándose con los aportes de los ríos Turia y Júcar, que debieron formar barras de estuario y que fueron cerrando el golfo apoyadas en la montaña del Puig al Norte y la de Cullera al Sur.

Movimientos ascensionales recientes hicieron emergir la barra, dándole estabilidad los vientos dominantes y las corrientes litorales. Los cordones litorales se formaron en distintas fases según las oscilaciones del mar, variando la salinidad de las aguas.

2. MATERIALES

El Cuaternario baja desde los niveles terciarios a la cota 100 hasta la llanura litoral, ocupada en su mayor parte por la Albufera y terreno semejante que cierra con un cordón

TABLA 1

Cronología del Cuaternario

holoceno	DUNA ACTUAL	SURCO INTERDUNAR		PLAYA ACTUAL	ALUVIAL
	PLAYA DE GLACIS ALUVIAL-COLUVIAL	LIIMOS DE INUNDACION	COLUVION RECIENTE	CAUCE ABANDONADO	
	LIIMOS FLUVIALES	LIIMOS DE DERRAME DE GLACIS	DUNA ACTUAL	TERRAZA 2 mts.	
	LIIMOS PARDOS OSCUROS	LIIMOS GRISES DE ALBUFERA	TURBA	TERRAZA	5 mts.

Pleistoceno superior	MANTOS DE ARROYADA MODERNOS	TERRAZA		DE 8 - 10 mts.	2 ^a FASE DE ENCOSTRAMIENTO
		TERRAZA		DE 15 mts.	
	MANTOS DE ARROYADA ANTIGUOS	COLUVION	ANTIGUOS	CONOS DEYECCION	
		RASA	HARINA	DEPOSITOS DE PIE DE MONTE	
Pleistoceno medio	MANTOS ALUVIALES	ANTIGUOS		GLACIS DE COBERTERA	TERRAZA DE 20 mts.
Pleistoceno inferior	GOSTRA		1 ^a NIVEL DE ENCOSTRAMIENTO		

litoral su comunicación con el mar. Las formaciones encontradas pueden clasificarse por su génesis en: continentales, marinas y mixtas. Una cronología de los materiales se da en la Tabla 1.

2.1. Depósitos continentales

El material terciario está recubierto por costras (Oeste de Alginet y Sur de Picasent) de poca extensión. El Pleistoceno inferior está constituido por *mantos aluviales antiguos*, conglomerados de cantes de caliza o arenisca encostrados con matriz limo arcillosa. Los *glacis de cobertura* del Pleistoceno medio e inferior (NW de Benifayó y Almusaferes) están constituidos por una brecha muy cementada de débil espesor con cantes subangulosos de caliza. En el Pleistoceno medio se encuentran los *sedimentos de pie de monte* (W de la Albufera y adosados al relieve mesozoico) con brecha de cantes de caliza englobados en matriz de arcilla roja. Aquí cabe situar la *terrazza de 20 m.*

Los *mantos de arroyada antiguos*, son un *glacis de acumulación* en la bajada del pie de monte. Están formados por arcillas rojas con niveles de cantes y nódulos calcáreos. Los *conos de deyección* aparecen en la desembocadura de los barrancos como el de la Murta, al S. de Albalat o el de Picasent. Están

constituidos por una alternancia de arcillas rojas con cantes aluviales.

En el Pleistoceno Superior se sitúan las terrazas de 15 y de 8-10 m., los *mantos de arroyada modernos* y la *terrazza de 5 m.*

El Holoceno engloba los materiales no consolidados:

- *Limos de inundación*: formados por las avenidas de los ríos; bordean el río Júcar y constituyen el delta del Turia; son limos arenosos de color pardo.
- *Limos pardos fluviales*: en una banda paralela a los limos de inundación; son arcillas y cantes sueltos de río (indicando quizás paleocauces).
- *Limos de derrame de glacis*: que proceden del lavado del glacis de acumulación al que bordean y se extienden hasta la Albufera.

2.2. Formaciones marinas

Cabe mencionar los *depósitos dunares* del cordón litoral. Desde la playa de Pinedo hasta la Gola del Perellonet, aparecen de E-W, la playa actual y dos cordones de dunas separadas por un *surco interdunar*. Las dunas más próximas a la Albufera han sido fijadas. El *surco interdunar* correspondería a la restinga primitiva y en él se ha encontrado la duna fósil pleistocena. En Cullera aparece una *rasa*

marina a los dos metros, situada sobre un coluvión antiguo.

2.3. Formaciones mixtas

Están constituidas por depósitos recientes no consolidados que se extienden en torno a la Albufera. Son los *limos grises de Albufera* y los *limos pardos oscuros*, constituidos por arcillas limosas con materia orgánica, vetas de arena limosa y restos de conchas y gravilla en algunos niveles.

2.4. Disposición de los materiales

En la figura 2 se muestra un esquema en planta y en la figura 3, cortes tentativos del terreno al N y S de la Albufera.

3. ORIGEN Y EVOLUCION DE LA ALBUFERA

La Albufera ocupa en su actual extensión, junto con los terrenos de arrozal y marjal contiguos, la mayor parte de la zona de estudio. Esta gran laguna litoral es la más extensa de una serie de albuferas litorales desarrolladas a lo largo de toda la costa del país Valenciano muchas de las cuales han desaparecido por la acción del hombre.

El origen de la Albufera hay que buscarlo en el relleno y cierre de una antigua bahía pliocena. El descubrimiento de una falla de dirección NNE-SSO al oeste de la Muntanya dels Sants (Sanchis et al., 1976) que hunde a gran profundidad las calizas cretácicas, confirma el espesor de material cuaternario datado al SO del Palmar, 175 m. (Sanchis, 1979; García Nieto-Peralta, 1976). Esta falla deja levantada la parte oriental y su prolongación pasa no lejos del Perellonet. Roselló (1979) postula una playa pleistocena orientada del Perellonet a Sollana que cerraría el golfo por el lado sur. Con la transgresión flandíense, las desembocaduras de los ríos se transforman en estuarios y quedan emergidos una serie de elementos que sirven de soportes para el desarrollo de barras litorales que cerrarían la bahía hasta transformarla en la Albufera holocena. Según datos del Gabinete de aplicaciones nucleares a las Obras Públicas (1971), el comienzo de la formación de la flecha debió de ser hace unos 6.000 años, quedando aislada del mar hace 3.000 años.

Una vez cerrada la comunicación con el

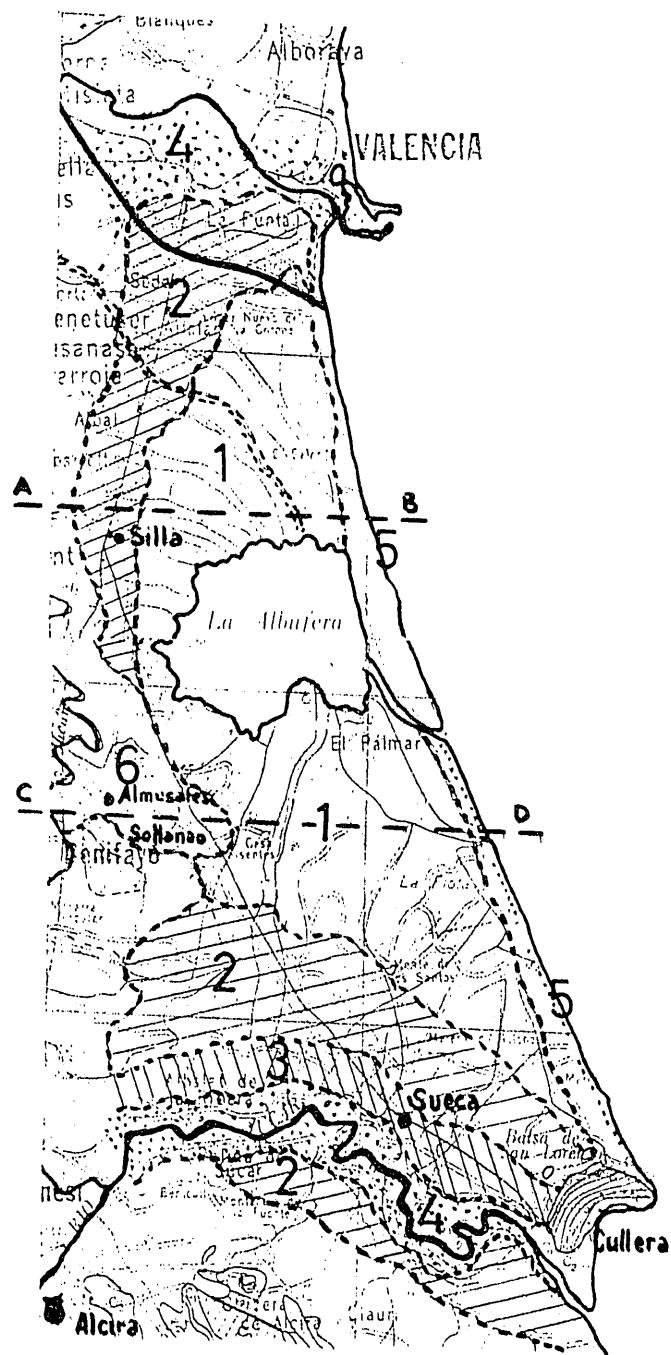


Figura 2.

1. Limos de Albufera.
2. Limos pardos oscuros.
3. Limos pardos fluviales.
4. Limos de inundación.
5. Formaciones marinas.
6. Limos de derrame de glaci.

mar, los aportes de los ríos Turia y Júcar, y de los barrancos laterales, contribuirían a delimitar su perímetro. Es evidente que este aislamiento se rompió en varias ocasiones. Entre las características de la Albufera hay que señalar la aportación de agua dulce por

BASES PREVIAS PARA UNA CARTOGRAFIA GEOTECNICA DE LA LLANURA LITORAL VALENCIANA

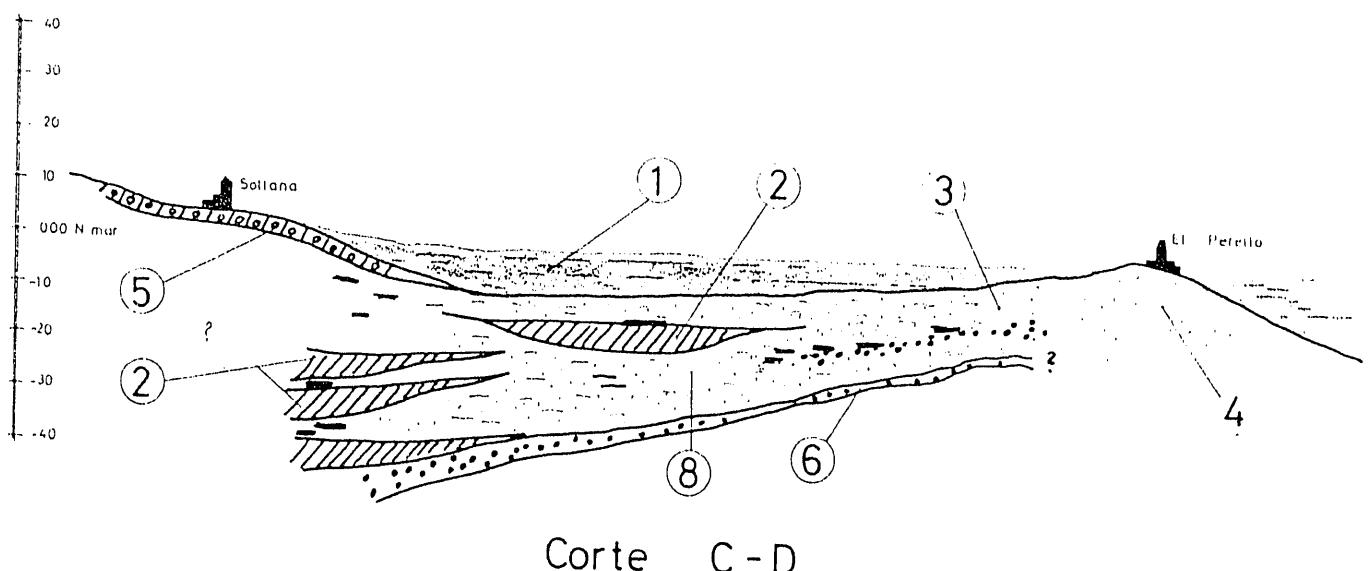
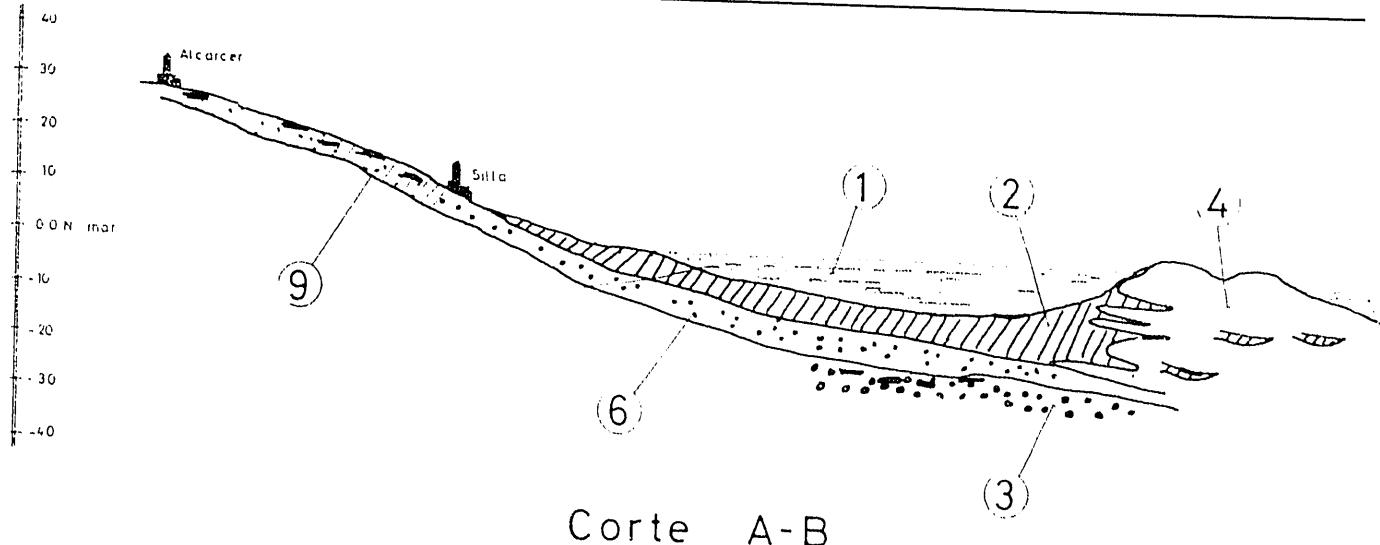


Figura 3.

1. Depósitos recientes. Arcillas limosas con M.O. vetas de arena y gravilla. Restos de conchas.
2. Depósitos antiguos de relleno. Arcillas limosas con vetas de limos arenosos.
3. Gravilla con arena.
4. Arena de playa.
5. Limos de derrame de Glacis.
6. Arcilla margosa. Abundancia de nódulos. Consistencia media a dura (¿Pleistoceno?).
7. Costras:
 - Arcillas desecadas superficialmente.
 - Conglomerados de grava, gravilla y arena.
 - Arena cementada.
8. Arena limosa.
9. Mantos de arrogada.

los «ullals» que aparecen en su fondo y por el drenaje de las aguas de arroyada. La acción antrópica, a lo largo de los siglos ha contribuido con los aterramientos a reducir el perímetro, acelerando así un proceso natural.

Desagua la Albufera al mar a través de tres Golas hoy reguladas por compuertas para

poder variar el nivel de agua del lago según las necesidades del cultivo del arroz. Son estas las Golas de Perelló, la natural y más antigua, la del Perellonet, abierta por la Junta de desagüe a principio de siglo y la del Pujol constituida en 1953. El nivel del agua de la Albufera puede variar de 50 a 78 cm., al cerrarse las compuertas. Antiguamente, el cierre de una gola natural o las lluvias intensas hacían llegar el agua hasta las puertas del pueblo de Sollana, según relata Cavanilles (1795) desde donde sus habitantes podían llegar al mar a través de un lago navegable.

Las batimetrías realizadas por Haas (1917) y el IATA (1974) no muestran variación apreciable en contra de las hipótesis que afirman la colmatación natural de la Albufera. Roselló (1976) considera que el aporte sólido se desparrama por la zona de arrozal sin

llegar en su totalidad al lago. Aduce, además, cierta subsidencia y consolidación de los materiales. Algunos autores llegan a dar a la Albufera pocos años de vida (García Labrandero, I. E. Valenciana, 1971) en base a cálculos aproximados sobre el volumen de aportes sólidos. De ser ciertos tales cálculos, los aportes históricos de los ríos Turia y Júcar hubieran hecho desaparecer la Albufera hace bastantes siglos. Debe mencionarse también el papel evacuador de sólidos de las golas como se comprueba por la expulsión de barro y materiales sólidos en suspensión en las riadas.

La profundidad del lago tiene un valor medio de 75 cm., pasando de pocos centímetros en las orillas a unos 3 m. en las zonas más profundas («Clots»). Existen unos islotes («matas») que sirven de soporte a la vegetación lacustre: Mata del Fang, de Baix, de Mansequereta, de la Barra, de l'Altina, de San Roc y del Rei. En la fotografía aérea, se aprecian pequeños deltas formados por los aportes de los barrancos que desembocan en la Albufera y las acequias que drenan el sobrante de las aguas de arrozal. El barranco más importante de la cuenca es el de Torrente con 417 km² de cuenca. Otros son: Montes, Picasent, l'Horteta, Hondo, Berenguera y del Agua. Todos ellos unen sus cuencas para constituir la cuenca de recepción de la Albufera de unos 700 km².

La Acequia del Rei o Acequia Real del Júcar, que tradicionalmente delimitó los terrenos de secano y regadío, puede aportar indirectamente aguas del Júcar a la Albufera al pasar aguas de los regadíos a alimentar los acuíferos superficiales.

La extensión de la Albufera no ha sido la actual a lo largo de la historia y, como se ha comentado, la causa ha sido antrópica. La descripción del historiador-poeta romano Festo Avieno hace suponer una extensión superior a la que actualmente cubren los arrozales (unas 30.000 has). El saneamiento comenzó al parecer con un privilegio del rey Pedro IV en 1386, al conceder la roturación de tierras al sur de la acequia «D'en Flavia», que según la referencia histórica eran de carácter pantanoso, no se sabe si por abandono de una zona cultivada anteriormente o por ser tierras de la marjal en los aledaños de la Albufera. Esta zona quedaba limitada por el barranco de Catarroja y la carretera de Font

de S. Lluís a Silla (Burriel, 1971).

En 1579 se hizo una fitación y amojonamiento del lago, colocando los mojones en su mayoría dentro del lago. Según De Pardo (1942) parece seguro que la Albufera llegaba a principios del XVIII a la Cruz de la Conquista limitando al sur con las inmediaciones de la Muntanya dels Benissants, dando unas dimensiones medias de 17 km. de largo por unos 9 de ancho.

El 12 de abril de 1761 se llevó a cabo un nuevo deslinde dando una extensión de 13.962 has., aunque Burriel (op.cit.) considera que esta extensión debe atribuirse al amojonamiento de 1579. En cualquier caso en los alrededores del lago debía existir una gran superficie transformada en arrozal, tal vez ilegalmente, pues Carlos II había publicado un pregón en 1671 por el que se prohibía «... labrar o hacer labrar tierras de la Dehesa, islas y límites de dicha Albufera...».

Los planos de Cavanilles en 1795 y de Jaubert de Passá de 1819 no dejan de ser croquis, pero se aprecia la diferencia con la configuración actual del lago. El Palmar y l'Estell eran verdaderas islas y al Sur de ellas, continuaba el lago con el Alcatí y el Recati. Hoy en día el sur del Palmar es todo arrozal y se puede acceder por carretera. El Saler aparece a orillas del lago y actualmente está bastante separado.

Los planos y datos del XIX son algo contradictorios. En 1863 un proyecto de desecación del lago habla de 8.190 has. y el 1 de mayo de 1865 al incautarse la Hacienda Pública de la Albufera se inscriben 8.130 has. El plano de la Comisión Hidrográfica de 1877 da 5.010 has., y la Sociedad valenciana de Caza y Pesca en 1898, 5.908 has. El mapa del Instituto Geográfico y Estadístico de 1903 da 3.391 has. El primer deslinde para la entrega de la Albufera a la ciudad de Valencia en 1913 calculó 2.896 has., y el amojonamiento final de 1927 cifraba la superficie en 3.114 has. En 1944 el Instituto Geográfico en un estudio planimétrico calculó en 2.950 has., la extensión de la Albufera y el ICONA en 1975 constataba una reducción a 2.150 ó 1.900 has., según el nivel del agua del lago.

Vemos por tanto que el lago ha perdido en líneas generales 10.848 has. en tres siglos y medio de las cuales 1896 sólo en los 50 años anteriores al deslinde de 1927. El proceso de

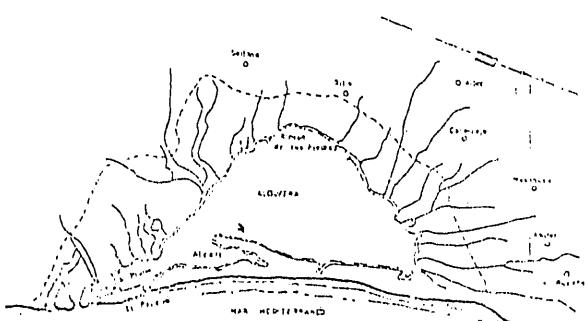
BASES PREVIAS PARA UNA CARTOGRAFIA GEOTECNICA DE LA LLANURA LITORAL VALENCIANA

reducción tuvo un desarrollo bastante rápido durante el siglo XVIII quizá como consecuencia de la abolición del régimen foral en Valencia. La política agraria de los Borbones fomentó la transformación y colonización de la Albufera.

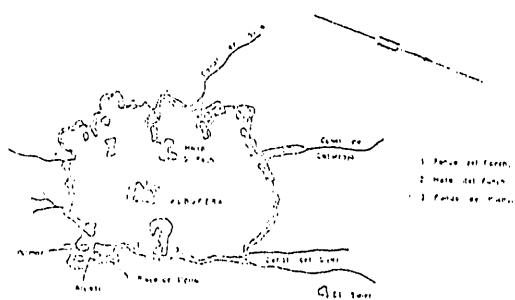
En la segunda mitad del XIX se incrementó el proceso de aterramiento, relacionándose el hecho con el paso del lago, del Real Patrimonio a la Hacienda Pública en 1865. El paso al Ayuntamiento de Valencia en 1927 detuvo el proceso. Recientemente Roselló (1976) ha comparado las fotografías aéreas del vuelo americano (agosto 1956) y del CEFTA (agosto 1968). De este estudio se deduce en el rincón oeste del Palmar un aterramiento posterior a 1927 y un delta sumergido de unas 40 has., debido a los aportes de las acequias de Cubella, Regatxo y del Canal de la Reina (Sur). Los barrancos occidentales señalan también pequeños deltas. En la acequia del port, al norte de la Albufera, se debe proceder al dragado para permitir el desagüe y la navegación. El fenómeno más significativo es el delta de la Lutxana, el Rafol y el Cavalló, dividido por la Muntanyeta. Se trata tal vez de

una difluencia histórica del Júcar aguas arriba de Riola. La dirección SO-NE de las acequias y la protección de la margen izquierda del Júcar, así como los datos históricos sobre las avenidas del Júcar vienen a confirmar tal opinión.

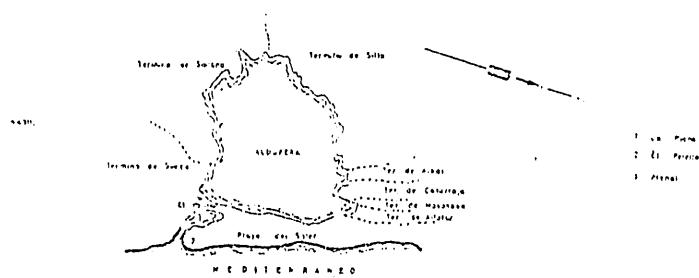
En resumen la zona ocupada por la Albufera fue mucho más extensa que la actualmente ocupada por los arrozales y estuvo limitada y alimentada por los deltas de los ríos Turia y Júcar. Son infundadas las afirmaciones que hablan del lago llegando a las puertas de la capital. En este sentido hay que distinguir de la Albufera las zonas pantanosas que se forman en lugares hondos y que, alimentándose del agua superficial o surgiendo, ven imposibilitado su drenaje. También habría que distinguir la superficie en si de agua libre de la zona contigua de marjal, en la que las plantas van ganando terreno. Por último conviene señalar el proceso evolutivo de los terrenos contiguos a la Albufera que pasaron de marjal a arrozal y posteriormente a terreno de huerta, existiendo en muchas zonas, robustas moreras en los ribazos de los campos desde tiempos históricos. En toda la



Destinado 1761
Superficie: 13972 Ha.



Plano de la Sociedad Valenciana de Caza y pesca, 1893
Superficie: 5091 Ha.



Plano del Instituto Geográfico y Estadístico, 1900
Superficie: 3391 Ha.



Destinado 1912 . Superficie : 2 826 Ha.

Fig. 4.—Evolución de la Albufera.

Ribera se transformaron a lo largo de los siglos XVII y XVIII muchas zonas de secano en arrozal, rebajando el nivel del terreno y elevando el nivel de los cursos de agua, por lo que, zonas descritas en textos históricos como de marjal o pantanosa fueron en otro tiempo de secano, quedando por tanto fuera de la extensión posible de la Albufera.

BIBLIOGRAFIA

ALIA (1972): «Evolution post-hercinienne dans les regions centrales de la Meseta espagnole». 24 th. IGC Sec. 3.
BRINKMANN, R. (1931): «Las cadenas béticas y celtibéricas del levante español». Publicaciones extranjeras. IGM. ET IV.
BURRIEL (1971): «La huerta de Valencia. Estudio de Geografía Agraria». Institución Alfonso el Magnánimo. Valencia.
CAVANILLES, A. J. (1975): «Observaciones sobre la historia natural Geográfica, Agricultura y frutos del Reino de Valencia». T. I y II. Madrid.
CADAVID, S. (1977): «Avance de Mapa de Isopacas de una corteza normal para la península Ibérica y principales accidentes de posible alcance cortical». Bol. Geol. y Min., t. 88 VI.
GOY, L., y ZAZO, C. (1973): «Estudios del Cuaternario en el sector costero Silla-Gandía». Intecsa.
GOY, L.; VARGAS, R., y ZAZO, C. (1974): «Mapa Geológico de España». E. 1/50.000. Hoja 722. Valencia.
GARCIA FERNANDEZ, NIETO, PERALTA (1976): «Geome-

tría, características del substrato del sistema acuífero miocuaternario de la plana de Valencia. Hidrología y Recursos Hídricos». I. Simp. Nacional Hidrología. Valencia. Vol. I.

GABINETE DE APLICACIONES NUCLEARES (1971): «Determinación de la edad media del contenido de C-14, en muestras de conchas procedentes de los litorales de Huelva y Valencia». CEEOP.

GARCIA LABRANDERO, A: «Evolución y futuro de la Albufera de Valencia». Copia mecanográfica sin fecha. Jefatura de O. P. (Citado por V. Roselló).

HAAS (1917): «Las náyades de la Albufera de Valencia». Trab. Lab. Hidrobiología. Esp. n.º 9. Anal. Ins. Gen. y Tecn. de Valencia Vol. III.

IATA (1974): «Estudio de la contaminación y aterramiento de la Albufera».

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO (1972): «Mapa geológico de España». E. 1/200.000. Hoja 56. Valencia.

INSTITUTO DE ECONOMIA VALENCIANA (1971): «La Albufera y su zona colindante». Valencia.

PARDO, L. (1942): «La Albufera de Valencia». De rebus Hidrobiologicis IX. Madrid.

ROSELLO VERGER, V. (1969): «El litoral valenciano». L'Estel. Valencia. 2 vol.

ROSELLO VERGER, V. (1972): «Los ríos Turia y Júcar en la génesis de la Albufera de Valencia». Cuadernos de Geografía, 11.

ROSELLO VERGER, V. (1976): «Evolución reciente de l'Albufera et de ses environs». Méditerranée 4.

ROSELLO VERGER, V. (1979): «Una duna fósil pleistocena en la restinga de la Albufera de Valencia». SAITABI, XXIX.

SANCHIS, et. al. (1976): «Hidrología de la Muntanyeta del Benissants». I. Simp. Nacional de Hidrología, I.