

Evolución reciente del Delta del Ebro. Aporte de sedimentos por el río. El oleaje y el transporte sólido litoral

ANTONIO LECHUGA ALVARO (*); JOSÉ SANTOS LÓPEZ GUTIÉRREZ (**)

RESUMEN En este artículo se realiza una descripción de la evolución experimentada por el Delta del Ebro en este siglo y se analizan los factores que han influido en dicha evolución como son el aporte de material sedimentario por parte del río, el clima marítimo que afecta a la zona y el transporte sólido litoral longitudinal. Todos estos factores, que forman parte de la dinámica litoral del área de estudio, intervienen en el modelado de la fachada costera del Delta del Ebro.

RECENT EVOLUTION OF THE EBRO DELTA. SEDIMENT CONTRIBUTION FOR THE RIVER. WAVES CLIMATE AND LITTORAL SOLID TRANSPORT

ABSTRACT In this paper a description is undertaken of the evolution suffered by the Ebro Delta in this century and we analyse the elements that they have a hand in its evolution. These elements are the sediments contributed by the river Ebro, the wave climate in the area and the longshore solid transport. All of this, which is involved in the littoral dynamics of the studied area, take part in the shore modelling of the Ebro Delta.

Palabras clave: Sedimentos del río; Clima marítimo; Transporte sólido; Evolución; Delta del Ebro.

1. INTRODUCCIÓN

El Delta del Ebro desde el punto de vista sedimentario se configura como un sistema en el que simplificado queda expresado el balance entre el transporte sólido de material aportado por el Río y la detración de sedimento producido por la corriente sólida litoral producida por el oleaje a través de su oblicuidad en la zona de rompiente de las playas exteriores.

Esto, que es común a todos los Deltas sin considerar los que se encuentran en mares con marea, explica por sí solo que cuando se produce un aporte de sedimentos por el cauce fluvial mayor que el transporte sólido litoral producido por el oleaje el Delta tiende a ser progresivo y por el contrario cuando el aporte sedimentario es menor que la detración del sedimento por el oleaje se produce la correspondiente erosión. Esto, como es bien conocido, es el caso, por ejemplo, del Delta del Río Nilo y también, aunque con características quizás no tan acusadas, del Delta del Ebro. Nos estamos refiriendo exclusivamente al material arenoso que constituye la costa exterior que es la sometida directamente al clima de oleaje y que por lo tanto es la susceptible de ser transportada a través de los mecanismos de la dinámica litoral.

2. EVOLUCIÓN RECIENTE DEL DELTA DEL EBRO

Teniendo presente lo anterior vamos a considerar, como es por otra parte común entre todos los estudios del Delta, la evolución reciente como la producida desde finales del siglo XIX (1880) hasta nuestros días. Desde el punto de vista sedimentario los hitos más importantes de esta evolución son los siguientes:

Entre 1915 y 1920 se produce un significativo aumento de la capacidad del embalse en la cuenca del Ebro que pasa de 80 a 450 Hm³. Hasta aproximadamente estos años el Delta según todos los testimonios había sido claramente progresivo con acreción de superficie. La desembocadura se produce por la llamada gola del Este presentándose en esta parte un apuntamiento que indicaba que el material sólido proporcionado por el Río en su fracción arenosa superaba en cantidad a la capacidad movilizadora de la deriva litoral.

Un aspecto significativo de la evolución hasta los años 20 es la movilidad como conjunto del lóbulo inferior del Delta (playa del Trabucador) que aparentemente retrocedía hacia el Este conservando su forma.

En 1937 se produce una importante avenida cambiando la situación de la desembocadura que pasa a tener salida hacia el Norte. Esto en sí tuvo importantes consecuencias sedimentarias ya que incidió en que el flujo sedimentario se desplazara hacia el lóbulo Norte aumentando comparativamente el sedimento disponible en el hemidelta Norte que por oblicuidad excursiona en dirección NW.

Por supuesto el antiguo morro deltaico desaparece casi completamente desarrollándose como nuevo alrededor del

(*) Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Jefe del Sector de Costas del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, Ministerio de Fomento.

(**) Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Fundación Agustín de Béhéricourt. Madrid.



FIGURA 1. Ortomagen parcial del Delta del Ebro (1987-IGN).

nuevo cauce. Las variaciones experimentadas en esta zona de la punta son importantísimas desde el punto de vista costero con movimientos de la línea de costa de varios kilómetros.

A mediados de los años 40 se construye el embalse de Flix. En la evolución global entre 1923 y 1946 se observa un movimiento del lóbulo Sur realmente espectacular, pero en sentido contrario señalado anteriormente, es decir sentido

Este-Oeste, probablemente debido al cambio de flujo sedimentario indicado con anterioridad.

Entre 1946 y 1957 parece alcanzarse una situación de equilibrio, aunque la Punta del Delta sigue disminuyendo a un ritmo incomparablemente mayor que la mayoría de nuestras playas.

En la década de los 60 se produce la construcción de Mequinenza y Ribarroja (1969). Con ello podemos decir que en este punto se completa la disminución de aportes sólidos, en la fracción arenosa, al Delta del Ebro.

Siguiendo con la evolución del Delta hay que hacer la consideración de que teniendo en cuenta la superficie y longitud implicadas, las variaciones erosión-acreción medibles están sujetas a errores considerables sobre todo si no se parte de batimetrías y solo se parte de material gráfico, como por ejemplo, fotografías aéreas, cartas náuticas, etc. Por supuesto las únicas variaciones realmente constatables y posibles son las producidas en la Punta en el Sistema Isla de Buda, Isla de San Antonio y Galaxo. Se ha evaluado por ejemplo que en este entorno han desaparecido 2 km² de superficie emergida con un volumen de 20.000.000 m³, lo cual da idea de las magnitudes.

A título de ejemplo y con el ánimo de centrar algo las ideas vamos a indicar los resultados de las comparaciones de una serie de batimetrías efectuadas en el marco del Estudio para la U.P.C. En éste se calculan las tasas de erosión-acreción para el período entre Julio de 1988 y Junio de 1989. A este fin se zonifica el Delta en ocho secciones de las cuales sólo en dos hay acreción y las restantes son erosión. Concretamente se produce una progresividad en las dos puntas de los lóbulos Norte y Sur (93.000 m³ cada uno) y una pérdida en todos los demás tramos.

La pérdida más importante se produce en el comienzo de la península de los Alfaques con un valor de -244.000 m³, siendo del orden de -190.000 m³ en la propia playa del Trabucador. El déficit sedimentario total en este año es de 595.000 m³. Este valor es bastante importante desde el punto de vista de la evolución costera y para obtener conclusiones necesitaríamos un grado de fiabilidad mayor. Como este año podría haber sido excepcional y de hecho lo fue desde el punto de vista hidrológico, la validez de estas cifras es meramente orientativa.

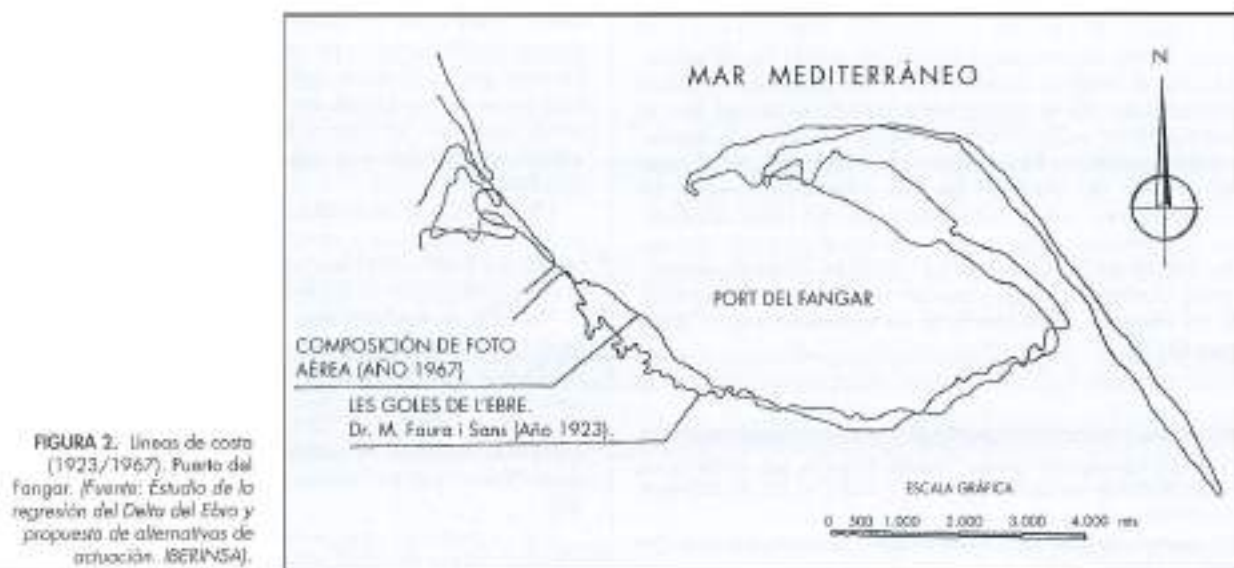


FIGURA 2. Líneas de costa (1923/1967). Punta del Fangar. (Fuente: Estudio de la regresión del Delta del Ebro y propuesta de alternativas de actuación. IBERNISA).

AÑOS	Nº EMBALSES CONSTRUIDOS EN EL PERIODO	Nº ACUMULADO DE EMBALSES	CAPACIDAD DE EMBALSE CREADA EN EL PERIODO (Hm ³)	CAPACIDAD DE EMBALSE ACUMULADA (Hm ³)
Hasta 1900	0	0	13,45	13,45
1900-1905	0	0	0	13,45
1905-1910	3	9	8,09	21,54
1910-1915	19	28	38,76	60,30
1915-1920	4	32	368,83	449,13
1920-1925	2	34	14,65	463,78
1925-1930	11	45	165,86	629,64
1930-1935	13	58	199,14	828,78
1935-1940	1	59	1,7	830,48
1940-1945	9	68	573,29	1.403,77
1945-1950	5	73	22,19	1.425,96
1950-1955	10	83	165,70	1.591,66
1955-1960	33	116	1.589,96	3.181,62
1960-1965	14	130	468,87	3.650,49
1965-1970	14	144	2152,63	5.803,12
1970-1975	7	151	545,05	6.348,17
1975-1980	1	152	25,00	6.373,17
1980-1985	16	168	130,00	6.503,17
1985-1990	5	173	84,36	6.587,53
TOTALES	173	173	6587,53	6587,53

TABLA 1. Número y capacidad de embalse en la cuenca del río Ebro. (Fuente: Estudio de la regresión del Delta del Ebro y propuesta de alternativas de actuación. (BERINSA).

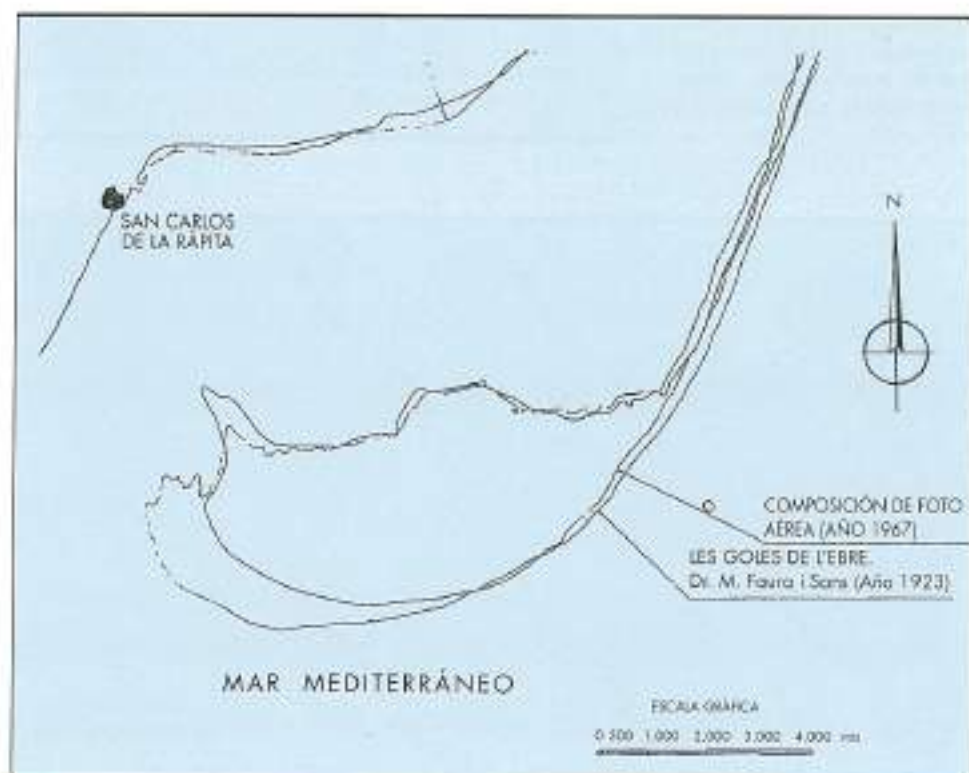


FIGURA 2. Líneas de costa (1923/1967). Puerto de los Alfaques. (Fuente: Estudio de la regresión del Delta del Ebro y propuesta de alternativas de actuación. (BERINSA).

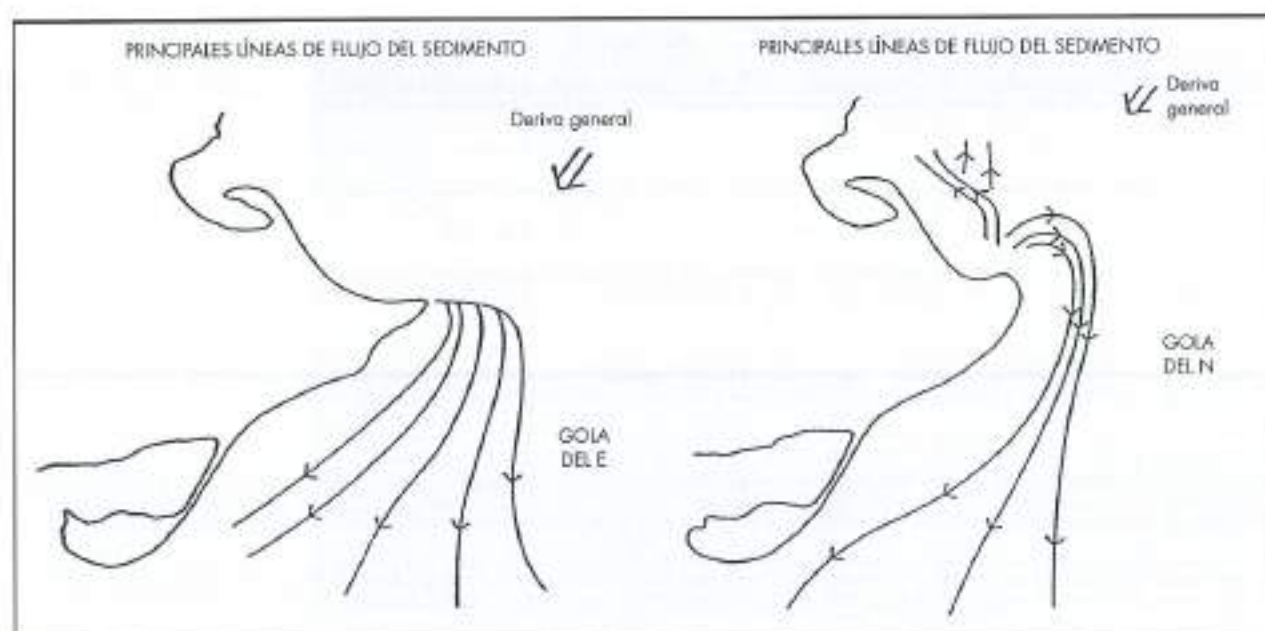


FIGURA 4. Líneas de flujo del sedimento en la zona profunda con la gola del Este operativa y la del Norte. (Fuente: Análisis y propuesta de soluciones para estabilizar el Delta del Ebro: Estudio morfológico. Informe técnico (T.2/4)).

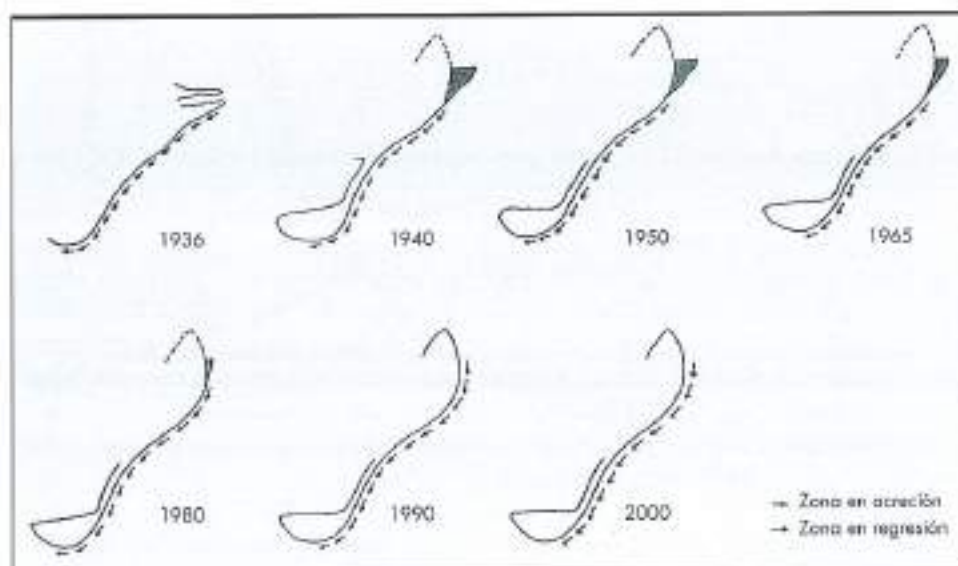
3. MATERIAL SEDIMENTARIO APORTADO POR EL RÍO EBRO

Como se ha comentado en apartados anteriores, el Delta del Ebro se ha formado por la exclusiva aportación de los caudales sólidos del río. El río Ebro tiene una longitud de 520 km. Considerándose como límite final en Tortosa, su cuenca hidrográfica es de 84.230 km². Dentro de todos los afluentes, los que más influyen desde el punto de vista de aportación sólida son los ríos Cinca y Segre, según los trabajos efectuados en la cuenca por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. Según la base de datos del mismo Centro, hasta 1988 en la cuenca del río Ebro se habían construido 104 grandes presas.

	ARENA Tm/año (5% - 20%)	FANGO Tm/año (95% - 80%)
AÑO MEDIO	29.500 - 118.000	560.500 - 472.000
MÁXIMO	50.150 - 200.600	952.850 - 802.400
MÍNIMO	14.750 - 59.000	280.250 - 236.000

TABLA 2. Aporte sedimentario del río Ebro según el tipo granulométrico del material.

FIGURA 5. Representación esquemática cualitativa de la evolución temporal del hemidelta sur, sometida a los efectos del cambio de desembocadura y de la construcción de enbalses. (Fuente: Análisis y propuesta de soluciones para estabilizar el Delta del Ebro: Estudio morfológico. Informe técnico (T.2/4)).



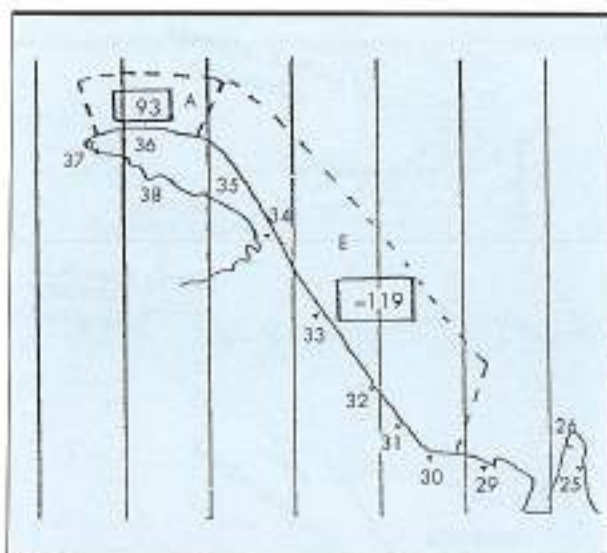


FIGURA 6. Incrementos de volumen en el hemidelta norte entre 07/88 y 06/89 (10^3 m^3). (Fuente: Análisis y propuesta de soluciones para estabilizar el Delta del Ebro: Balance sedimentario. Informe Técnico (T-2/8).

Los embalses que más han influido en el cambio de tendencia sedimentaria del Delta del Ebro son el conjunto Mequinenza-Ribarroja, estudiado profusamente. El embalse de Mequinenza se encuentra situado en el propio río Ebro y comenzó a embalsar en el año 1966, con una cuenca vertiente de 57.444 km^2 , lo que supone el 68,2% del total. El embalse de Ribarroja también se encuentra en el río Ebro, aguas abajo del embalse de Mequinenza y

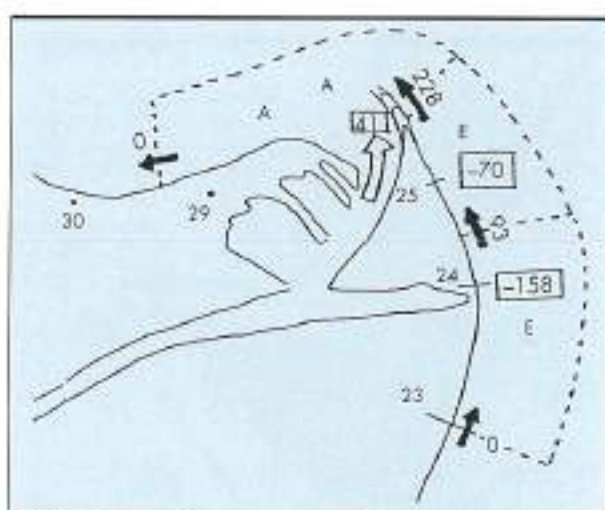


FIGURA 7. Esquema de transporte longitudinal y balance sedimentario para la zona de la desembocadura durante el período 07/88 - 06/89. (A: acreción; E: erosión). (Cantidades en $10^3 \text{ m}^3/\text{año}$). (Fuente: Análisis y propuesta de soluciones para estabilizar el Delta del Ebro: Balance sedimentario. Informe Técnico (T-2/8).

comenzó a embalsar en el año 1969, con una cuenca vertiente total de 81.914 km^2 , que representa el 97% del total de la cuenca.

Así pues solamente un 3% de la cuenca hidrográfica del río Ebro se encuentra libre de regulación, lo que supone tan solo una superficie libre de cuenca de 2.316 km^2 .

De los datos obtenidos por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, se puede deducir que los aportes sólidos

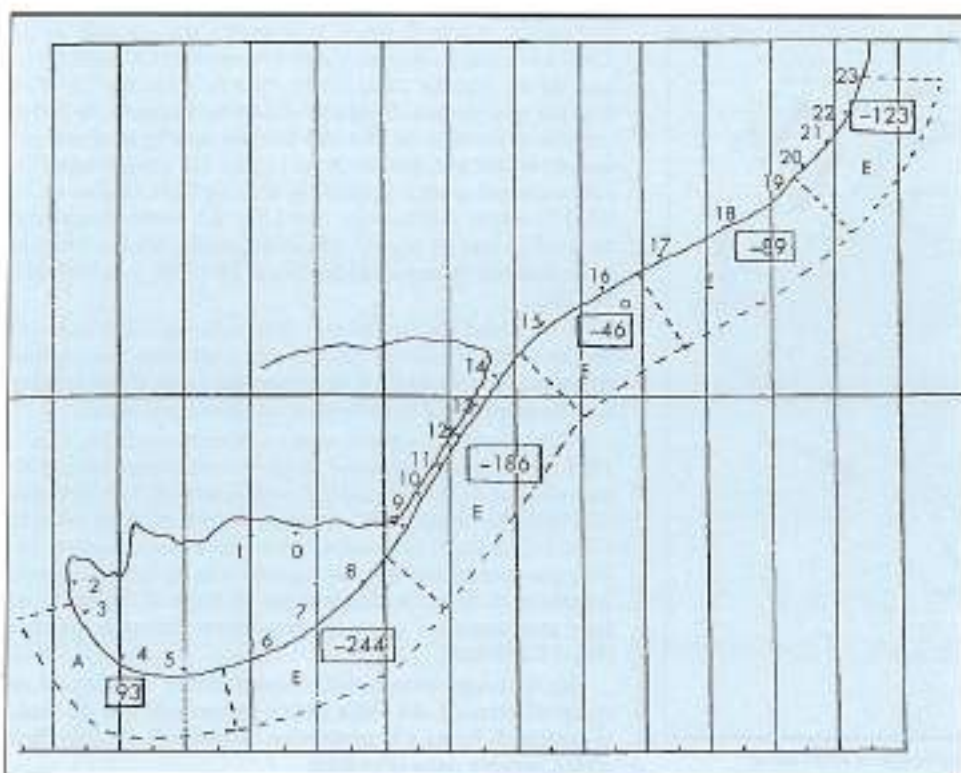


FIGURA 8. Incrementos de volumen en el hemidelta sur entre 07/88 y 06/89. (10^3 m^3). (Fuente: Análisis y propuesta de soluciones para estabilizar el Delta del Ebro: Balance sedimentario. Informe Técnico (T-2/8).

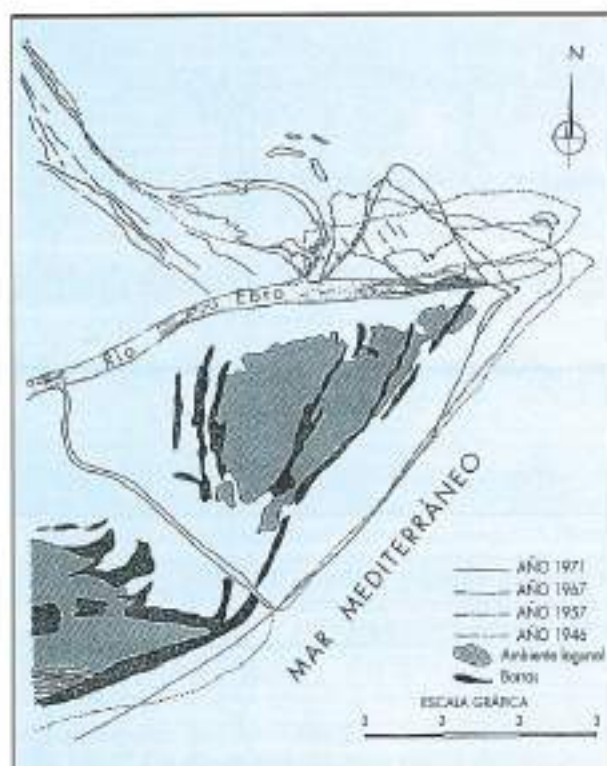


FIGURA 9. Líneas de costa (1946/1957/1967/1971). Desembocadura. Fuente: Maldonado, A. (1972). El Delta del Ebro. Estudio sedimentológico y estratigráfico. Tesis doctoral. Fuente: Estudio de la regresión del Delta del Ebro y propuesta de alternativas de actuación (BERINSA).

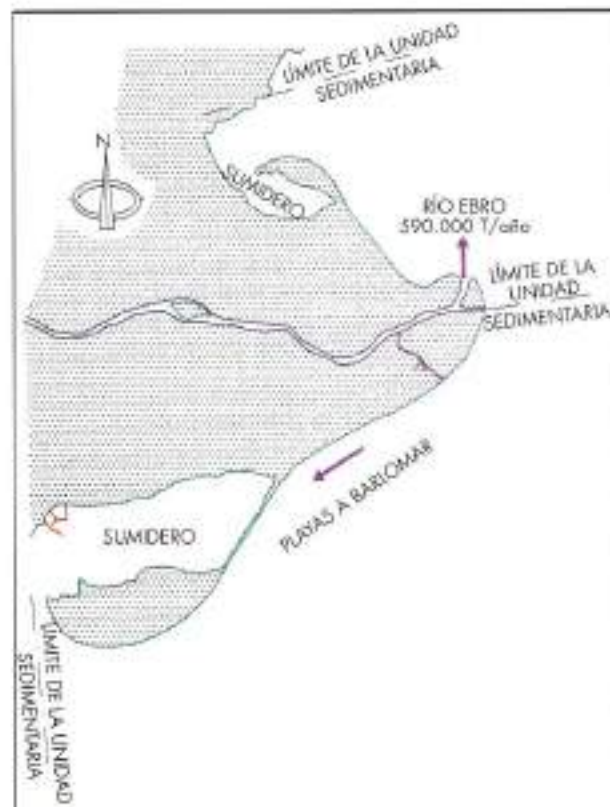


FIGURA 10. Resumen de las actuales fuentes sedimentarias a lo largo del Delta del Ebro.

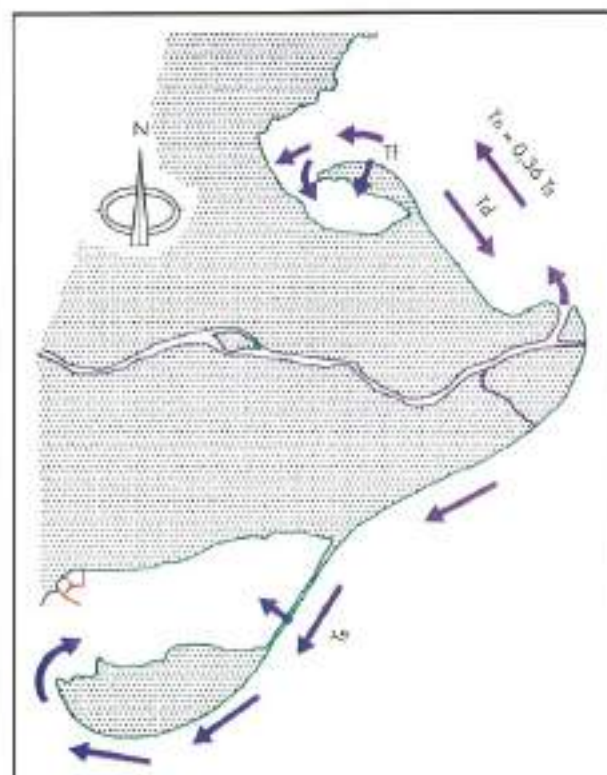


FIGURA 11. Evidencias morfológicas del transporte sólido litoral.

dos, en un año medio, que rebasan la barrera de la presa de Ribarroja es de 333.000 Tm/año. Por otra parte, el resto de cuenca, hasta Tortosa, que queda sin regular es de 2.316 km², con un aporte medio anual de 111,5 Tm/km², lo que da un aporte total de la cuenca libre de 258.234 Tm/año que unidas al aporte sólido de la presa de Ribarroja hace un total de 591.234 Tm/año, que es el aporte esperado en un año medio. Si se siguen las proporciones de aportaciones punta y mínima del río Ebro dadas en el P.I.D.U. cuyos coeficientes son 1,7 y 0,5 respectivamente, se tendría que el aporte sólido esperado del río Ebro al mar estaría comprendido entre 295.000 y 1.000.000 Tm/año.

La cantidad de los diversos materiales que componen el aporte sólido al mar es difícilmente evaluable, pudiéndose suponer que el porcentaje de arena será entre el 5% y 20% y el resto podría considerarse como fangos (ver tabla 2).

Otras mediciones efectuadas en pasados años por el CEDEX sobre el aterramiento de dichos embalses hablan de un volumen de material sólido acumulado de 109 Hm³ que considerado anualmente daría una cifra de algo más de 7.000.000 m³/año. Esta cifra habla por sí sola, aunque habría que considerar que, a) no todo este material hubiese llegado a la desembocadura y por lo tanto al Delta, b) no todo este material se puede considerar fracción arenosa ($D_{50} > 0,125$ mm).

Sin embargo, pese a esta consideración, el volumen de material extraído del Delta es tan importante que sin duda el cambio de forma y la progresiva disminución de superficie global parecen incuestionables.

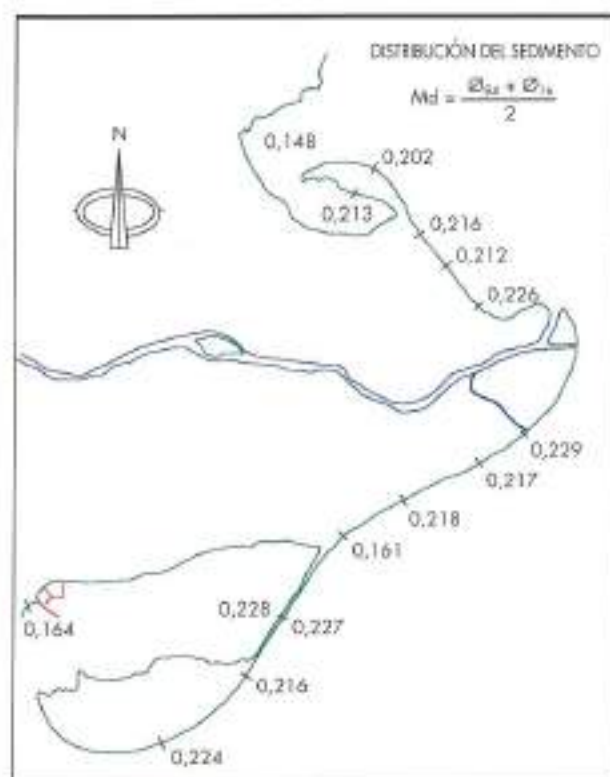


FIGURA 12. Diámetros del sedimento de playa seca a lo largo del Delta del Ebro.

4. INFLUENCIA DEL OLEAJE Y EVALUACIÓN DEL TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL

En este punto habría que hacer una consideración general sobre la dinámica litoral de la costa mediterránea en este tramo. La dirección predominante del oleaje es sensiblemente Nordeste o Nordeste-Este. Como la línea de costa simplificando detalles sigue una dirección en este tramo enfrentada al Este-Sureste, resulta un transporte sólido litoral por oblicuidad en dirección Norte-Sur, que se puede evaluar mediante los modelos al uso, y cuyo valor dependerá lógicamente del punto concreto, características de la costa, material sólido disponible, etc., pero que potencialmente puede tener un valor del orden 200.000 a 250.000 m³/año. Por lo tanto en términos hiperanuales este podría ser el orden de magnitud del material sólido, fracción arenosa que deriva hacia el Sur alimentando playas aguas abajo e incorporándose a la dinámica litoral mediterránea. De hecho hay testimonios mineralógicos de que esto es así. Por otra parte existen cálculos del transporte sólido en el propio Delta, CEDEX en el Estudio de la playa del Trabucador y U.P.C. en la propuesta de solución para estabilizar el Delta del Ebro, que indican que como es de esperar el transporte es divergente a partir de la punta (al Norte en el hemidelta superior y al Sur en el inferior) con magnitudes que, aunque algo discrepantes, oscilan entre los 450.000 m³ en el extremo Sur de la playa del Trabucador y extremo Nordeste del hemidelta Norte y cantidades menores en otra localización: 250.000 al NE de Trabucador, 191.000 en la Península de los Alfaques (SW) y 43.000 más hacia el Sur en la misma península.

En el último estudio realizado en el Centro de Estudios

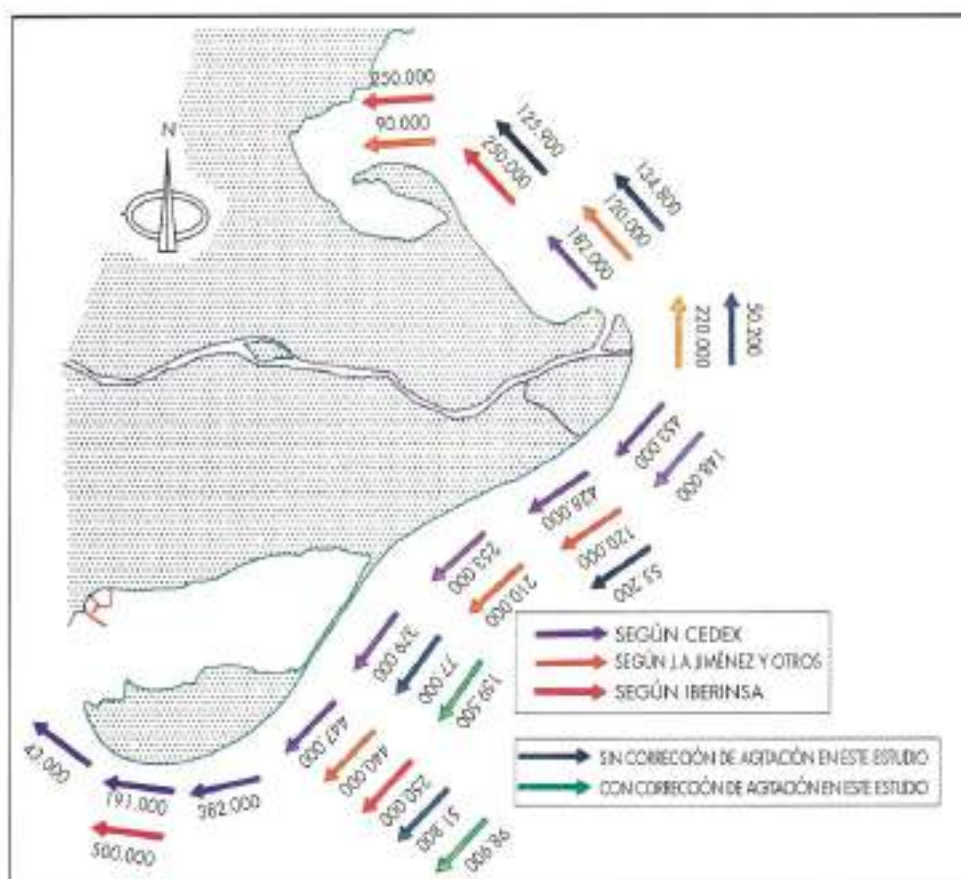


FIGURA 13. Transporte sólido litoral estimado en diferentes estudios.



FIGURA 14 (a). Batimetría del Puerto de los Alfaques, año 1878.
(Fuente: Instituto Hidrográfico de la Marina Española).

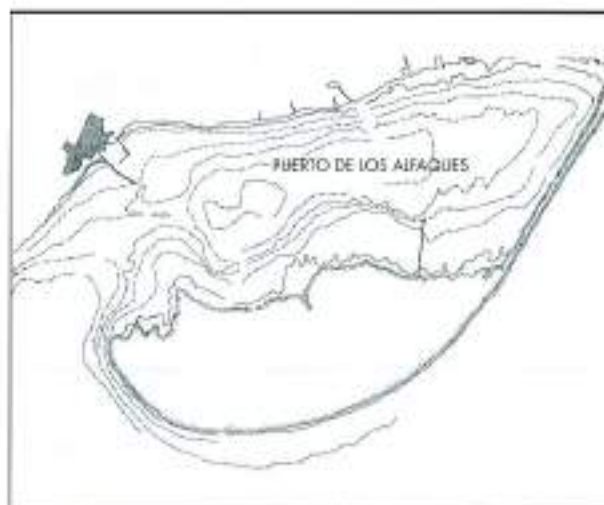


FIGURA 14 (b). Batimetría del Puerto de los Alfaques, año 1974.
(Fuente: Instituto Hidrográfico de la Marina Española).

de Puertos y Costas del CEDEX sobre la dinámica litoral del Delta del Ebro, se realizó el cálculo del transporte sólido litoral longitudinal, habiendo propagado el oleaje desde profundidades indefinidas y corrigiendo las direcciones de los frentes de oleaje y las alturas de ola que llegaban a las playas, cuyos resultados más destacables son los siguientes:

• Zona norte¹:

Playa i. de San Antonio	-50.200 m ³ /año
Playa Tramuntano	-134.800 m ³ /año
Playa Marquesa	-125.900 m ³ /año

¹ Signo positivo indica dirección norte y signo negativo indica dirección sur.

• Zona sur:

Playa i. de Buda-norte	148.800 m ³ /año
Playa i. de Buda-sur	55.200 m ³ /año
Playa de la Platjola	0 m ³ /año
Playa de Amposta o Eucaliptus	0 m ³ /año
Playa del Trabucador-norte	159.500 m ³ /año
Playa del Trabucador-sur	98.900 m ³ /año

También se realizó el cálculo teórico de la capacidad de transporte sólido litoral en arrastre y suspensión, pero en este caso sólo para las dos playas inmediatamente al norte y al sur del cabo Tortosa, dando como resultado:

• Arrastre

Playa i. de San Antonio	-14.600 m ³ /año
Playa i. de Buda-norte	5.800 m ³ /año

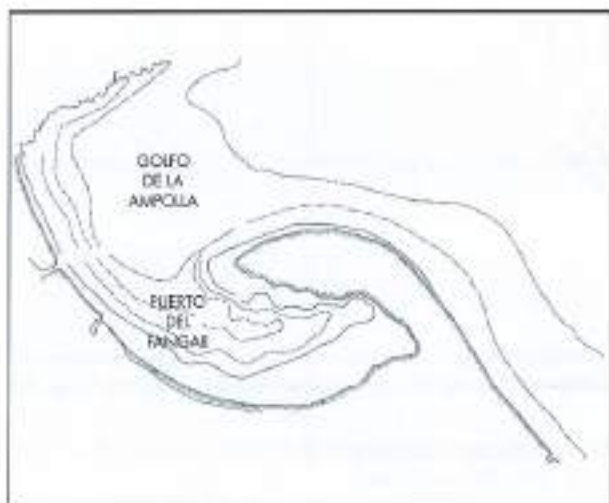


FIGURA 15 (a). Batimetría del Embarcadero del Fangar, año 1980.
(Fuente: Instituto Hidrográfico de la Marina Española).



FIGURA 15 (b). Batimetría del Embarcadero del Fangar, año 1980.
(Fuente: Instituto Hidrográfico de la Marina Española).

- Suspensión

Playa i. de San Antonio	-35.600 m ³ /año
Playa i. de Buda-norte	142.900 m ³ /año

Desde el punto de vista de la dinámica litoral del Delta del Ebro, ésta se encuentra parcialmente coartada en su evolución por la acción humana, dado que en un estado inicial el Delta del Ebro se comportaba como una unidad sedimentaria completa. Tras el cierre de la desembocadura norte del cabo Tortosa, mediante una barra, no se dejó el antiguo cauce libre, y así lo que hubiese sido un proceso momentáneo natural, hasta que la erosión del cabo Tortosa hubiese hecho desaparecer la barra, se transformó en un estado permanente artificial, propiciando una separación sedimentaria de las costas del delta del Ebro que la han hecho evolucionar anómalamente respecto a la dinámica litoral natural. El crecimiento que se está produciendo en la actual desembocadura está produciendo cambios en la dinámica litoral de la zona norte del Delta del Ebro; creándose áreas de difracción del oleaje, producidas por el crecimiento de una flecha en la actual desembocadura, que han hecho invertir la dirección del transporte sólido litoral en algunos puntos del frente norte que han hecho aumentar las erosiones. Dicho fenómeno pudiera seguir en aumento con los cambios descritos aún más aumentados.

Finalmente, debe indicarse que dentro del complejo sistema del delta del Ebro existen tres grandes zonas de acumulación de material que son los sumideros del Puerto de los Alfaques, el Embarcadero del Fangar y la zona sur del delta del Ebro situada en las playas de la Platjola y Amposta.

Con estas cifras y magnitudes sólo habría que considerar el aporte actual del Río, fracción arenosa. Hay algunas discrepancias respecto de este dato, pero en cualquier caso parece que en relación con este material que podría incorporarse a las playas, es pequeño.

5. CONCLUSIONES

Resumiendo se podría indicar que en la hipótesis más desfavorable de que el Río Ebro no aporte en la actualidad material sólido en cantidades significativas en la fracción de $D_{50} > 0,125$ mm., el déficit sedimentario y por lo tanto la erosión de la línea de costa exterior estaría en el orden de magnitud de la corriente sólida litoral producida por la oblicuidad del oleaje y que podría ser evaluada entre 200.000 y 250.000 m³. Como estas cifras son pequeñas en comparación con la extensión del Delta y la longitud de sus playas es extremadamente difícil de corroborar mediante las oportunas campañas de mediciones. Aun así un adecuado programa de estudios es el único procedimiento para despejar algunas incertidumbres.

Lo que sí parece que queda claro es que al día de hoy por las razones apuntadas más arriba hay un cierto déficit sedimentario que se traduce de una u otra forma en el retroceso de la costa exterior del Delta.

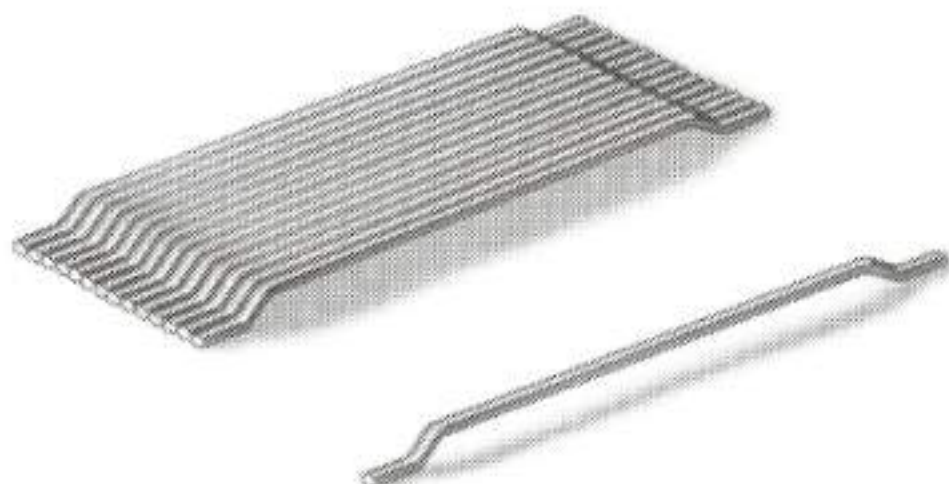
Para evitar las incertidumbres sobre el grado de erosión es a todas luces necesario el adecuado seguimiento del Delta, en particular, en lo que respecta a la costa exterior, pero no solo, ya que la evolución de las tierras emergidas a

resguardo de esta costa exterior es esencial para algunos usos. Esta conclusión sí que probablemente depende de las otras fracciones del material sólido en suspensión aparte de la arenosa.

Con respecto a este seguimiento del Delta, el Centro de Estudios de Puertos y Costas-CEDEX en colaboración con el Laboratorio de Ingeniería Marítima (U.P.C.) ha realizado una campaña de medidas en la zona de la playa del Trabucador. Dicha campaña ha sido realizada entre el 28 de Octubre y el 11 de Noviembre de 1996. La información extraída está formada por datos de oleaje, corrientes y mareas, meteorología. Para la presentación de estos resultados y para tener un acceso más rápido se ha elegido la elaboración de una hoja WWW.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. MALDONADO, A. (1972), *El Delta del Ebro. Estudio sedimentológico y estratigráfico*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Barcelona.
2. MARIÑO, M. (1986), *El sistema integrado del Delta del Ebro*. Estudio interdisciplinar. Madrid.
3. GRASSA, J. M. (1988), *Estudio sobre la regeneración de la Playa del Trabucador*, Centro de Estudios de Puertos y Costas - CEDEX. (Informe técnico realizado para la Dirección General de Puertos y Costas - MOPU, actual Dirección General de Costas - MOPTMA)
4. JIMÉNEZ, J. A.; CAPOBIANCO, M.; SUANEZ, S.; RUOL, P.; FRAUNIE, P.; STIVE, M. J. F. (1995), *Coastal processes along the Ebro, Po and Rhone Deltas*, International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST'95. Tarragona.
5. Laboratorio de Ingeniería Marítima. (1984-1993), *Análisis y propuesta de soluciones para estabilizar el Delta del Ebro*, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
6. LÓPEZ, J. S.; LECHUGA, A. (1995), *Estudio de la dinámica litoral del Delta del Ebro y prognosis de su evolución: Recopilación y análisis de los trabajos sobre el Delta del Ebro*, Centro de Estudios de Puertos y Costas-CEDEX. (Informe técnico realizado para la Dirección General de Costas-MOPTMA).
7. DE LA PEÑA, J. M.; LÓPEZ, J. S. (1996), *Estudio de la dinámica litoral del Delta del Ebro y prognosis de su evolución: Dinámica litoral del Delta del Ebro*, Centro de Estudios de Puertos y Costas-CEDEX. (Informe técnico realizado para la Dirección General de Costas-MOPTMA).
8. SÁNCHEZ-ARCILLA, A.; JIMÉNEZ, J. A.; GRACIA, V.; VALDEMORO, H. I. (1995), *Sediment budget at the Ebro Delta coast: a multi-scale approach*, International Conference on the Mediterranean Coast Environment, MEDCOAST'95. Tarragona.
9. SÁNCHEZ-ARCILLA, A.; JIMÉNEZ, J. A. (1996), *A morphological "Mixed-Type" Model for the Ebro Delta Coast*, 25th International Conference on Coastal Engineering, ICCE'96. Orlando (EE.UU.).
10. VARELA, J. M.; GARCÍA, F. (1988), *El impacto inducido en el Delta del Ebro por la construcción de embalses en la cuenca del Ebro*, Curso sobre evaluación del impacto ambiental originado por la construcción de presas.



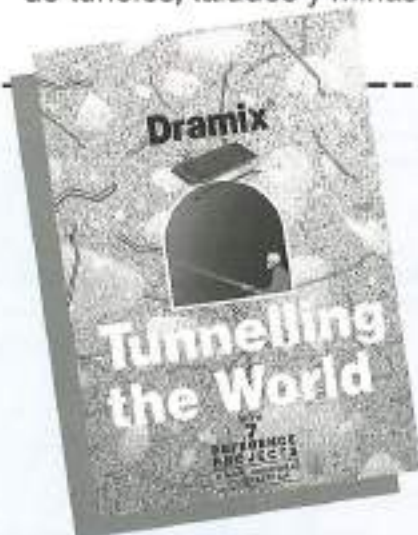
Dramix®

LA SIMPLICIDAD DE UNA GRAN FIBRA

Dramix. Fibras de acero para una solidez a toda prueba del hormigón. Producidas en todo el mundo por Bekaert, el especialista por excelencia en alambre de acero. Una garantía de calidad y servicio. Las fibras de acero Dramix son el refuerzo ideal para los revestimientos de túneles, taludes y minas. Se



mezclan fácil y homogéneamente. Refuerzan multidireccionalmente, ofreciendo un anclaje perfecto y el mejor rendimiento. El hormigón con fibras de acero es el material por excelencia para gunitado y técnicas de bombeo. La rapidez en la ejecución va unida a su superioridad tecnológica.



Si,

- ☐ Deseo me remitan, **gratuitamente** el libro "TUNNELLING THE WORLD"
- ☐ Deseo se pongan en contacto conmigo, para ampliar información.

NOMBRE _____

EMPRESA _____

DIRECCIÓN _____

TELÉFONO _____



@ BEKAERT

BEKAERT IBERICA, S.A.
Travesera de Gracia, 30-3ºD
08021 BARCELONA
Tel. (93) 414.08.52
Fax (93) 201.78.78