

FORMACIONES COSTERAS ONUBENSES

JOSE MARIA MEDINA VILLAVERDE (*)
JOSE MANUEL DE LA PEÑA OLIVAS (**)

RESUMEN. La costa de Huelva es una playa continua, sólo interrumpida en muy determinados puntos, en los que suele cambiar su toponimia. Como consecuencia de ello, el principal problema es la abundancia de arenas, que motivan, tanto la insuficiencia de calados en puntos de acceso a los puertos como la presencia de las más impresionantes formaciones costeras de la península.

ABSTRACT. The coast of Huelva (Southern Spain) is a continuous beach, only interrupted in a few points, in which its name changes. The abundance of sands induces the main problem, which is the lack of depths in the harbour entrances and also the existence of the most impressive coastal sand features of Spain.

1. INTRODUCCION

Recientemente se han redactado en el Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) del CEDEX tres estudios consecutivos en diversos puntos de la costa onubense, encargados por la entonces DIRECCION GENERAL DE PUERTOS Y COSTAS del MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO (hoy MOPT). El problema que indujo a realizarlos estriba en la existencia de gran cantidad de arenas en movimiento que motivan la insuficiencia, y en determinados casos, inexistencia, de calados en los canales de acceso a los puertos de la zona.

Para conseguir realizar un estudio riguroso y fiable, que permitiese conocer con mucha aproximación todas las variables que entran en juego en un problema de Dinámica Litoral, ha sido preciso analizar la unidad fisiográfica completa, que abarca la totalidad de la costa de Huelva, desde la desembocadura del Guadiana hasta la del Guadalquivir, a Levante de la Punta del Malandar.

Los lugares en que se centraron los respectivos informes fueron, por orden cronológico: la Flecha del Rompido, la Flecha de Punta Umbría y la Flecha de Huelva.

En el presente artículo se describirá, de forma general, la totalidad del frente costero onubense, desde el punto de vista geomorfológico y geográfico, para después pasar a presentar el clima marítimo y la dinámica

litoral general de la zona. En posteriores artículos (1) se expondrá de forma específica cada estudio de los citados.

2. DESCRIPCION GENERAL DEL FRENTE COSTERO

En las figuras 1 y 2 se ilustra toda la zona en estudio, completada con el tramo de costa entre el Cabo de Santa Maria (Portugal) y la desembocadura del Guadiana (Ayamonte, Huelva), indicándose, respectivamente, las obras marítimas y las principales playas.

La zona en estudio comienza en la desembocadura del Guadiana, cuyo de encauzamiento ha supuesto desde su construcción y durante largo tiempo una barrera total al paso de sedimentos. En la actualidad, dado que el dique ha sufrido una gran colmatación, las arenas pueden rebasarlo parcialmente para incorporarse al transporte sedimentario litoral en la costa de Huelva. Frente a la desembocadura del Guadiana, y debido a sus acarreos, se formó por decantación el denominado Banco de O'Brill, cuya presencia es denunciada desde tierra por el oleaje que rompe sobre él.

Inmediatamente a Levante, se encuentran las playas de Isla Cristina (Los Haraganes, Punta del Caimán, El Verdigón y El Hoyo), interrumpidas por los espigones de encauzamiento del Caño de Islas Cristina.

Más hacia el este se encuentra la playa de la Antilla, que recientemente ha sido objeto de una regeneración acometida por la Dirección General de Costas, con objeto de paliar el fuerte retroceso sufrido debido a la influencia del dique del Guadiana.

A continuación, y siempre hacia levante, se encuentra la playa de Nueva Umbría, cuyos últimos siete kiló-

(*) Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Director del Programa de Modelos Matemáticos del Sector de Costas del CEPYC-CEDEX.

(**) Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Ingeniero Técnico en Construcciones Civiles. Jefe de la División de Estudios Litorales del Sector de Costas del CEPYC-CEDEX.

(1) En el número 80 de *Ingeniería Civil* se publicó el referente a la Flecha del Rompido, con el título de «La Flecha del Rompido en la dinámica litoral de la costa onubense».



FOTO 1. Flecha del Rompido, 1985.

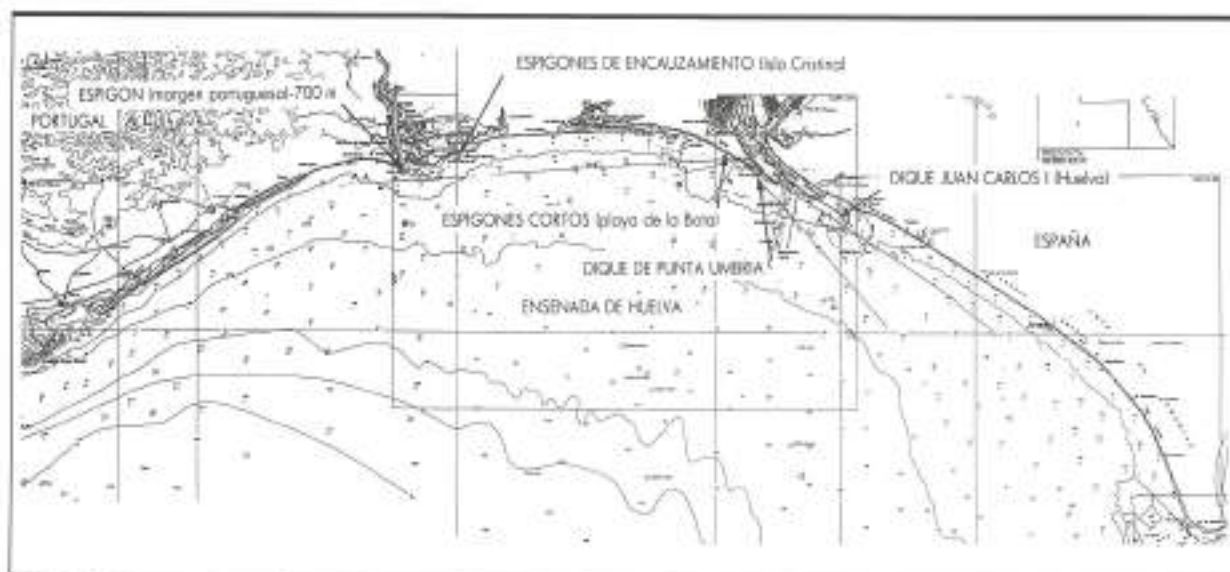


FIGURA 1. Obras existentes en la zona.



FOTO 2. Punta Umbría, 1985.

metros forman el borde norte del impresionante paraje natural de la formación costera de la flecha del Rompido, que se dispone paralelamente a la costa, y a cuyo abrigo desemboca el río Piedras.

Tras ella se alinean las playas de La Bota y Punta Umbría, en la primera de las cuales existen varios espigones cortos cuyo objeto fue asimismo impedir el retroceso de la playa, cuyo origen fue el mismo que en el caso de la Antilla, antes citado. La playa de Punta Umbría se limita por su extremo este por el dique de Punta Umbría, construido hacia el año 1984 en que se cortó la flecha litoral (ver referencia [2]).

A partir de aquí se encuentra el paraje conocido

como *las marismas del Odiel*, en la confluencia de este río con el Tinto. Uno de los dos principales canales que surcan la marisma es el de Punta Umbría, en el cual se encuentra el puerto pesquero de dicha localidad, y el otro, el actual canal de acceso al Puerto Autónomo de Huelva, que actualmente se encuentra semiprotegido del caudal de arenas por la faraónica obra del *Dique Juan Carlos I, Rey de España*, o, más brevemente, *Dique de Huelva*, de unos 11 kilómetros de longitud, y que rigidizó la antigua flecha de Huelva.

Al este se encuentran, sucesivamente, y formando una única alineación ininterrumpida, las playas de Mazagón, Castilla y Matalascañas, en gran parte de cuyas

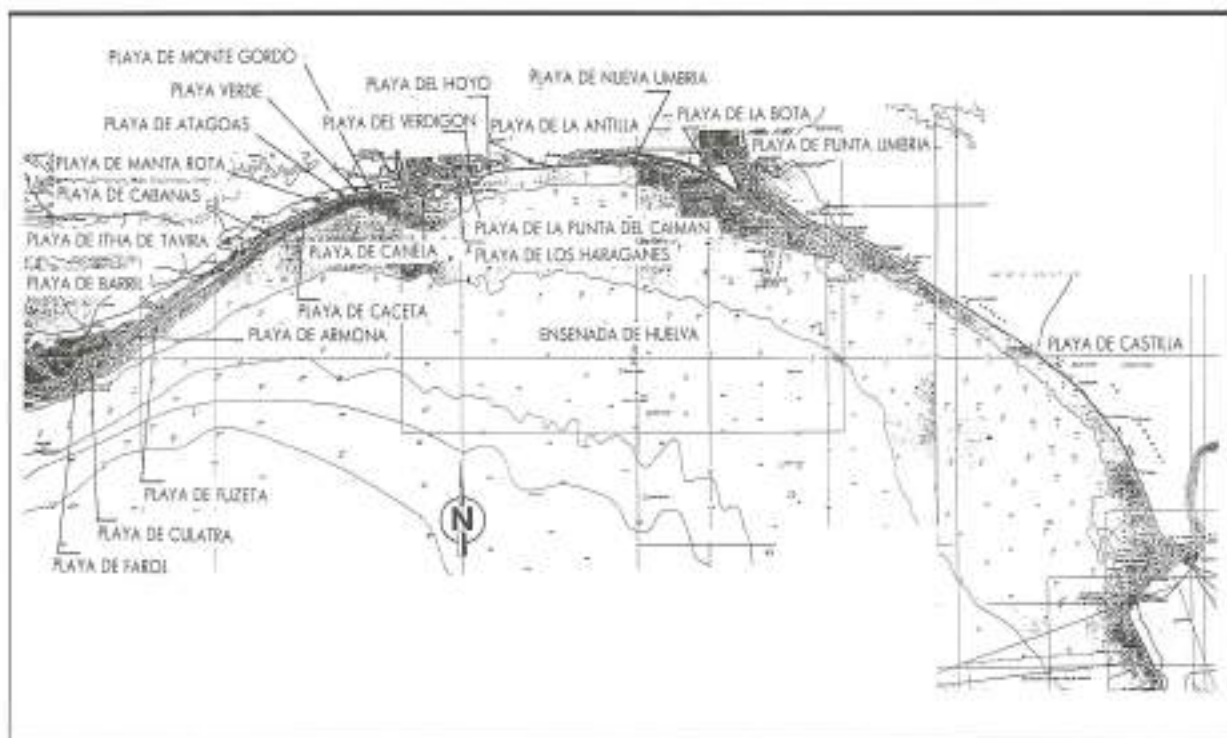


FIGURA 2. Entorno litoral (desde el cabo de Santa María hasta Chipiona).

trasplayas se encuentran acantilados de areniscas (2), aún activos, surcados por innumerables barrancos, que incorporan sedimentos a la dinámica litoral.

Ya casi al final del tramo de costa se encuentran las marismas del Parque Nacional del Coto de Doñana.

La figura 3 muestra un mapa de ambientes sedimentarios de todo el tramo costero descrito (C. Dabrio y otros, Referencia [4]).

3. CLIMA MARITIMO

En este apartado se pondrá de manifiesto la naturaleza de los principales agentes que causan el movimiento de arenas en el litoral: en primer lugar y de manera destacada, el oleaje; en segundo lugar, las mareas, que tienen relevancia únicamente en las proximidades de estuarios y zonas marismales; y en tercer lugar, los vientos, por cuanto motivan el movimiento y morfología de los campos dunares, depósitos de arena en la retaguardia de las playas, así como el transporte de arenas sobre los diques.

OLEAJE

De entre los temporales que arriban a la ensenada de Huelva, los dominantes proceden del 3.^{er} cuadrante

(sólo el 3.^o y el 4.^o están ocupados por el mar), dado el amplio fetch que presenta esta costa hacia el océano Atlántico. Del 4.^o cuadrante sólo son significativos los temporales provenientes del Estrecho de Gibraltar. La figura 4 muestra las rosas del oleaje de SEA y SWELL. La zona rayada en dicha figura ilustra la zona geográfica de la que se extrajeron los datos de oleaje contenidos en la base de datos del *National Weather Records Center* de Asheville (Carolina del Norte, Estados Unidos de América), mayoritariamente utilizada en el CEPYC, junto con los datos de boyas de la REMRO (3). La dirección de propagación de los temporales de poniente se encuentra algo disfrazada debido a la refracción y difracción inducidas por la batimetría (que en toda la zona es prácticamente rectilínea y paralela) y el abrigo del Cabo de Santa María.

VIENTOS

En la costa onubense, los vientos suponen un factor relevante en la dinámica litoral, por cuanto existe una gran cantidad de arena a su merced en todo el litoral, susceptible de ser transportada por ellos. Las direcciones predominantes en que sopla el viento son, en orden de importancia, las que se citan a continuación: en pri-

(2) Denominados «montes de arena» por Plinio en su «Historia Natural».

(3) Red Española de Medida y Registro de Oleaje. Centro de Estudios de Puertos y Costas. CEDEX-MOPT.

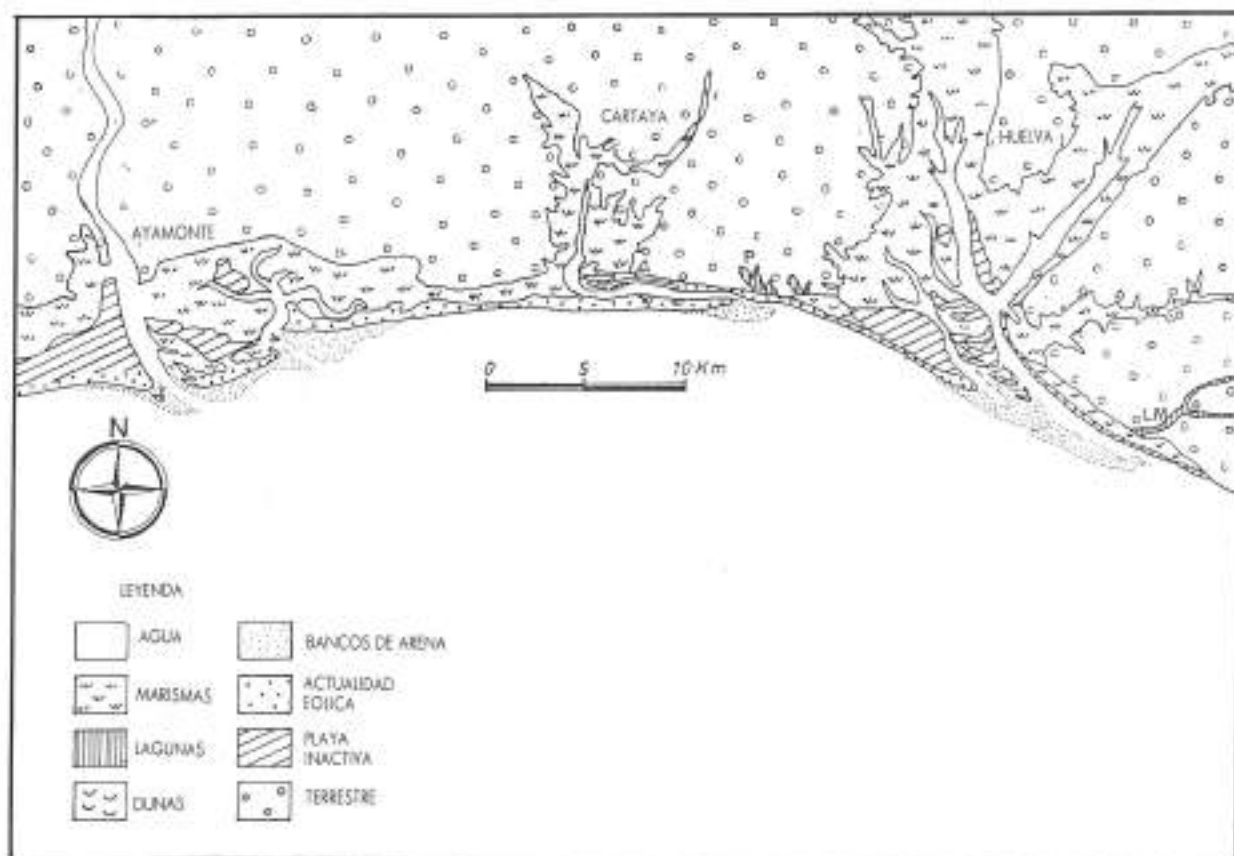


FIGURA 3. Mapa de ambientes sedimentarios.

mer lugar, la dirección N.O., con una frecuencia media anual del 24,3 %, seguida de la S.E., con un 20,8 %. En la figura 5 se muestra la rosa de los vientos, confeccionada con datos del Instituto Meteorológico Nacional, tomados en la estación de Huelva desde octubre de 1960 hasta septiembre de 1970.

MAREAS

Las mareas ocupan, en general, el segundo lugar en importancia entre los agentes encargados de la dinámica litoral, precedidas por el oleaje, y teniendo no obstante, mucha menor trascendencia. Es en puntos de desembocadura de ríos, marismas, o cualquier entrante marino, particularmente, cuando éste es angosto y comunica con zonas interiores más amplias, donde adquieren mayor relevancia al provocar corrientes más o menos fuertes en los canales de comunicación con el mar, superponiéndose y modificando en mayor o menor medida las corrientes fluviales cuando éstas existen.

La marea se propaga de forma similar al oleaje, como una onda de período variable, algo mayor de 12 horas en las costas españolas. Su amplitud depende sobremanera de la batimetría y la geometría de las costas

que confinan las zonas en que se propagan. La onda de marea se propaga desde las costas africanas hasta las de Huelva, alterando a veces la corriente general, con una carrera máxima de 3,70 m en la barra de Huelva.

CORRIENTES

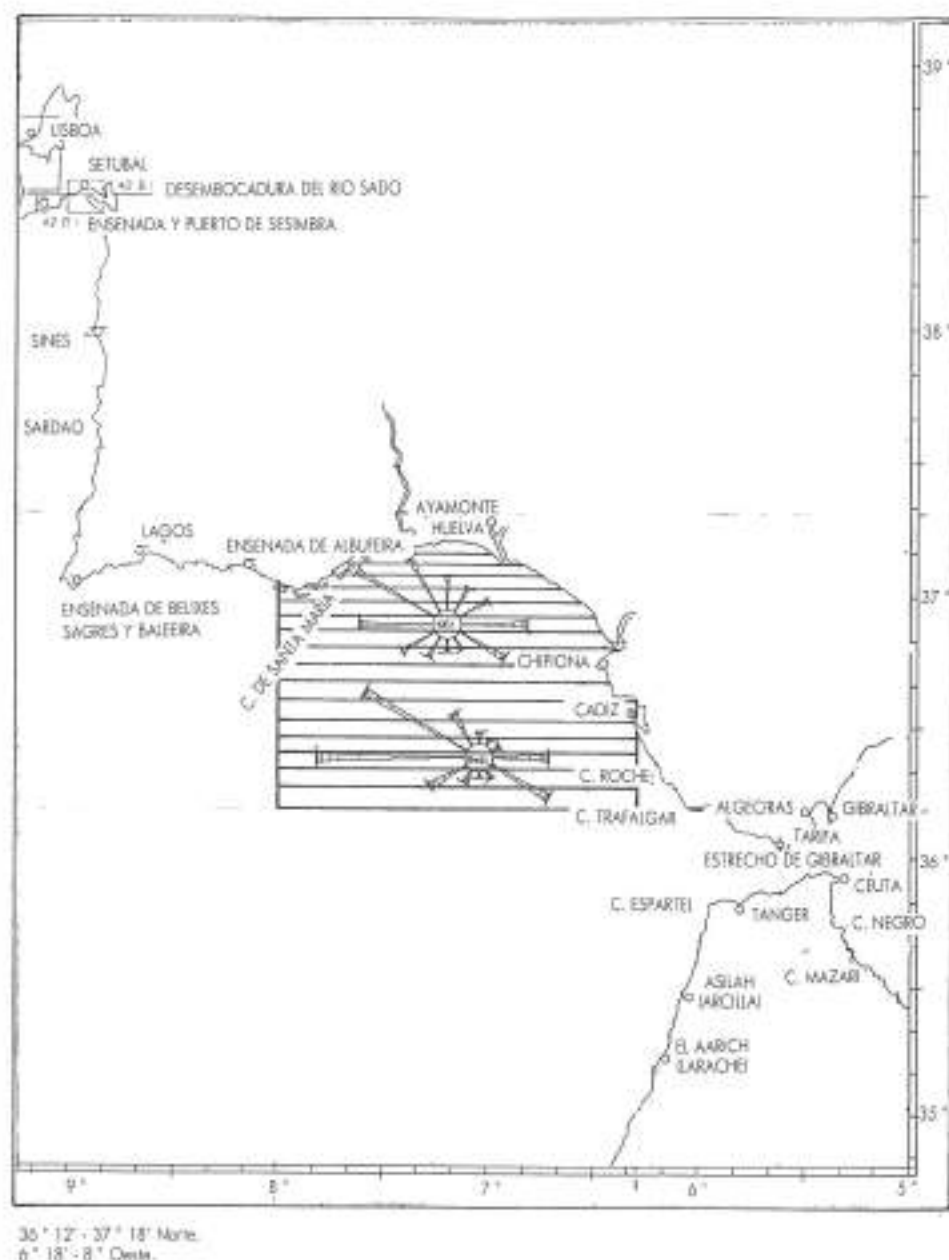
La corriente general del Golfo, denominada portuguesa en esta zona, recorre las costas de ese país de N. a S. y de ella se deriva, a la altura del Cabo de San Vicente, una rama hacia el Estrecho de Gibraltar, con una velocidad media de unas 2 millas a la hora. Esta rama de la corriente portuguesa tiene mayor efecto sobre la costa cuando es alterada por la marea, como se ha descrito en el párrafo anterior.

En la figura 6 se muestra la corriente general del Golfo y las ramas que afectan a la costa sudoccidental europea.

FUENTES SEDIMENTARIAS

Las fuentes sedimentarias más importantes en la costa onubense son las que a continuación se indican:

A. Cursos fluviales. El río más importante que desemboca en este tramo de costa (cuya cuenca es, además, la



menos regulada por embalses), es el Guadiana. Otros ríos dignos de mención son, de oeste a este: el Cabrerías, el Piedras, el Odiel y el Tinto.

B. Playas a barloamar. Las playas en esta zona suelen ser completas (poseen todas sus componentes sin apenas modificación humana) y activas (aportan y reciben material de la dinámica litoral). Las más significativas se presentan en la figura 2.

C. Fuentes biológicas. En toda la zona se ha podido detectar una gran actividad biológica, atestiguada por el

porcentaje de arenas procedentes de la degradación de las abundantes conchas presentes en las playas.

4. DINAMICA LITORAL

A la luz de los resultados obtenidos en los estudios comentados en los apartados anteriores, se acometió la tarea de caracterizar la dinámica litoral reinante en la zona, que es el agente último que gobierna la evolución de la costa.

Como primer agente en importancia hay que citar la acción de la oblicuidad del oleaje en rotura sobre las playas, que provoca la existencia de un transporte sólido litoral a lo largo de la costa. El oleaje, además, provoca erosiones en la zona litoral, tanto en playas como en acantilados y otras formas costeras, aportando material a la corriente de transporte sólido.

El siguiente agente a tener en cuenta es la corriente de flujo y reflujo mareal, particularmente en estuarios y rías conectadas con zonas marismas, que provoca un movimiento de material sedimentario alternativo en los cauces con un balance que es necesario determinar en cada caso. Se han estudiado recientemente los casos de la Flecha del Rompido (desembocadura del río Piedras), Punta Umbría (Canal de Punta Umbría) y Huelva (Canal de Huelva), con ayuda del modelo matemático MI-KE21 (4).

En tercer lugar es digno de mención el viento como agente provocador de transporte. Este efecto se hace notar en todo el litoral, siendo más visible en proximidades de obras civiles (diques, carreteras), que resultan fácilmente rebasables por el transporte eólico.

(4) Desarrollado por el Danish Hydraulic Institute.

CUANTIFICACION DEL TRANSPORTE

Por la cantidad de material transportada por término medio anual, ocupa el primer lugar en importancia la corriente de transporte sólido litoral neto, que está comprendido, dependiendo del lugar de la costa donde se haya realizado su medición, entre 150.000 y 300.000 m³/año. Estas cifras se han establecido mediante mediciones «in situ» y por otra parte se han calculado mediante la conocida expresión de flujo de energía del CERC (5).

Estas cifras no indican un transporte continuo en el espacio y el tiempo, sino que sufre fuertes oscilaciones en función de la intensidad y dirección de los temporales reinantes anualmente en la zona. Dado el gran movimiento de arenas, el Servicio de Costas de Huelva se ve forzado en numerosas ocasiones, tras un fuerte temporal, a balizar nuevamente los canales de acceso a los puertos ubicados en esteros de marea, como es el caso del puerto del Rompido, en el río Piedras. Ello indica que el volumen medio transportado anualmente puede ser desplazado en un corto espacio de tiempo.

El material movido por el flujo y reflujo mareales han sido estimados en las desembocaduras de los ríos

(5) «Coastal Engineering Research Center» del ejército de los Estados Unidos de América.

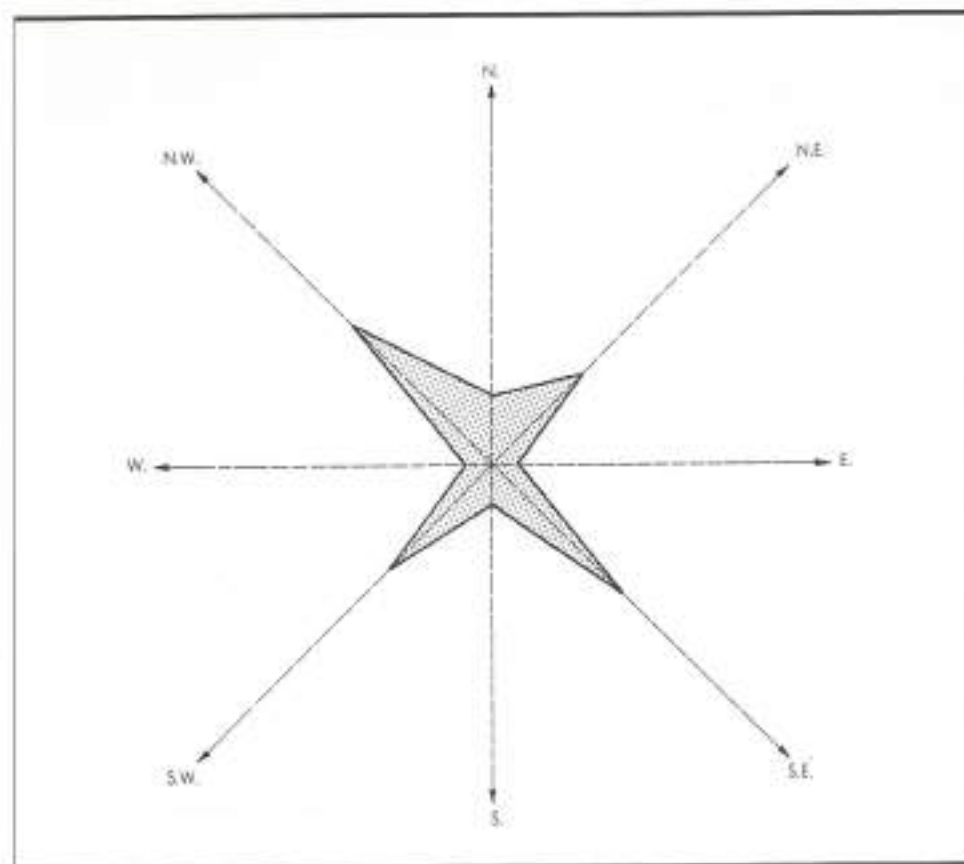


FIGURA 5. Huelva, viento en tierra.



FOTO 3. Canal de Huelva, 1985.

Piedras y Canal de Punta Umbría, utilizando un modelo matemático basado en las fórmulas de Meyer-Peter y Müller. Dado que este modelo fue creado para ser utilizado sobre todo en hidráulica fluvial, induce a errores en estos casos concretos, inherentes a la propia filosofía del flujo mareal (si bien permite obtener una estimación cualitativa del fenómeno). Es por ello que actualmente los autores del presente trabajo están trabajando en poner a punto un modelo directamente aplicable a los esteros de mares.

Todo el litoral onubense está salpicado de zonas dunares, lo que constituye un indicador de la importancia del transporte eólico en la zona. Para su cálculo teórico, se ha empleado el procedimiento propuesto por Kiyoshi Horikawa, utilizando los estudios de Zingg, usando la curva de Kawamura, que se representa en la figura 7. Los valores obtenidos a partir de los cálculos citados han sido, por término medio, de 8.000 toneladas por metro lineal de playa al año. Los datos de viento considerados en el estudio se han obtenido a lo largo de 20 años de observaciones en la provincia de Huelva. Debe hacerse en este caso el mismo comentario que el

indicado para el transporte por oblicuidad de oleaje, en el sentido de que la cifra media de transporte, así como su distribución en el año, depende fuertemente de las condiciones climáticas.

5. EVOLUCION DE LA COSTA

La costa onubense ha sufrido un marcado proceso evolutivo desde épocas anteriores a la dominación romana, y que continúan hoy en día. Los medios de que se dispone para el estudio de la evolución costera pueden resumirse en los siguientes puntos:

A. Referencias históricas. Contenidas tanto en escritos como en antiguos mapas, que si bien no proporcionan una gran precisión, sí permiten conocer el estado en que se encontraba la costa en la antigüedad. En el artículo «La flecha del Rompido en la dinámica litoral de la costa onubense», publicado en el n.º 80 de «INGENIERIA CIVIL», se ilustran dos mapas proporcionados por el geólogo D. Cristino Dabrio González, del departamento de Estratigrafía de la Facultad de CC. Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, que

muestran la evolución de la costa onubense desde la época romana (unos 2.000 años atrás). Las más importantes fuentes romanas de información escrita proceden de los geógrafos **C. Plinio, P. Mela, y Strabón.**

B. Cartas náuticas. En la zona existen diversas publicaciones de cartas náuticas, procedentes de distintos levantamientos, a saber:

CARTA	AÑO	ORGANISMO EDITOR
57	1862	Dirección de Hidrografía (6)
57A	1944	Instituto Hidrográfico de la Marina
	1971	Instituto Hidrográfico Portugués
4.413	1983	Instituto Hidrográfico de la Marina

(6) Antigua denominación del actual Instituto Hidrográfico de la Marina.

C. Fotogrametría aérea. Constituida por diversas fotografías verticales de proyección estereoscópica, obtenidas en diversas épocas. Los vuelos utilizados para los diferentes estudios realizados se realizan a continuación:

FECHA	ESCALA
Noviembre 1956	1/33.000
Diciembre 1973	1/18.000
Diciembre 1981	1/12.000
Noviembre 1983	1/18.000
Septiembre 1989	1/5.000

D. Levantamientos batimétricos parciales. Desgraciadamente existen muy pocos levantamientos realizados de

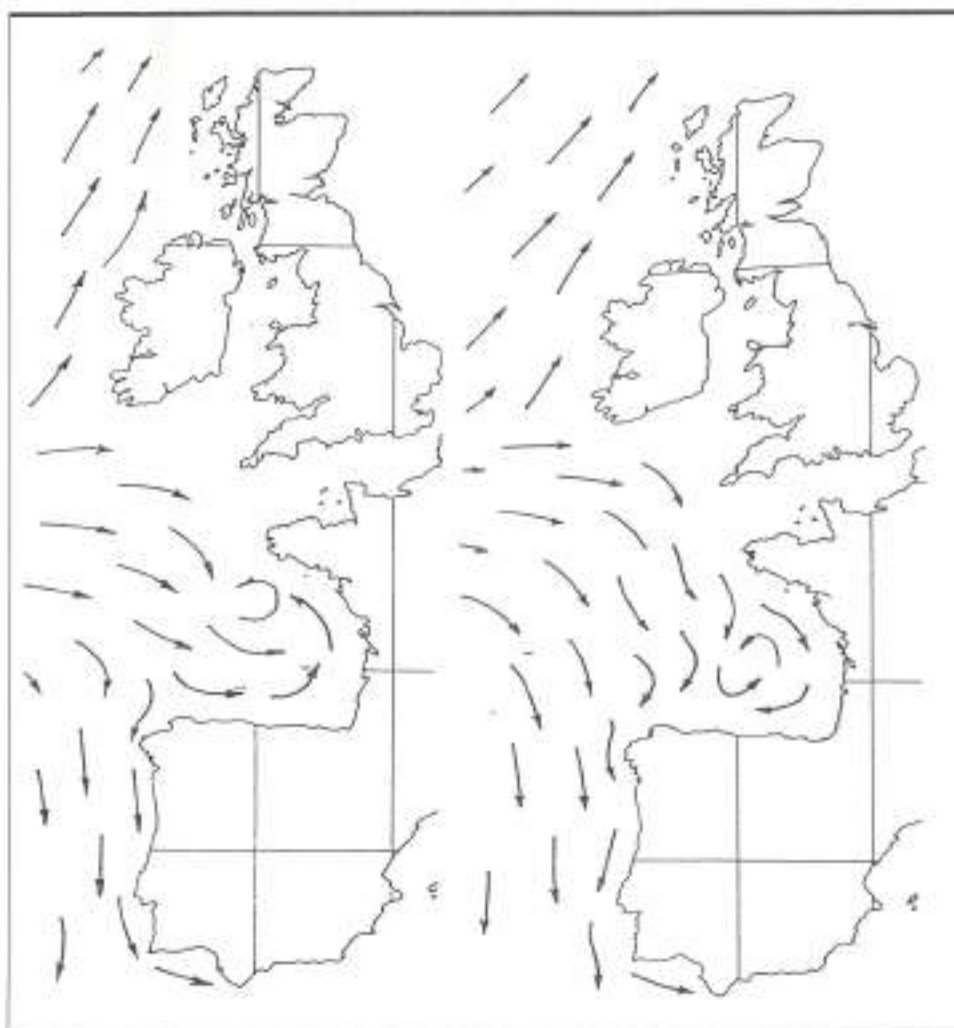


FIGURA 6.

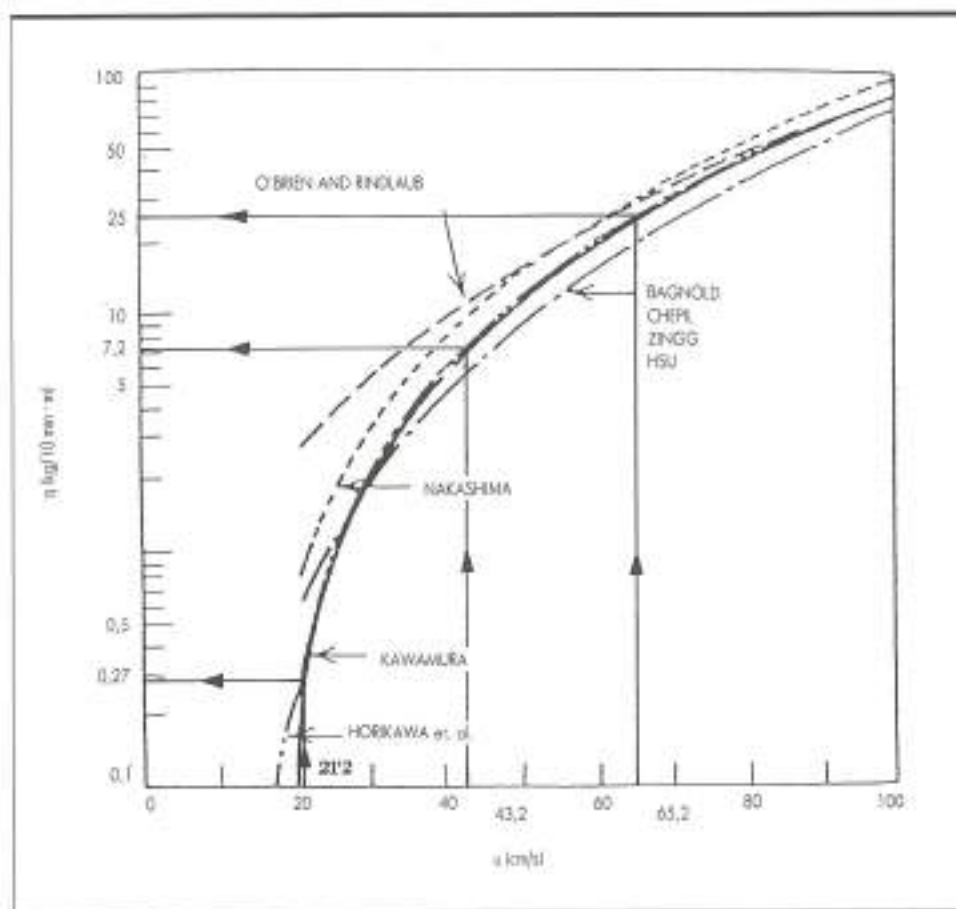


FIGURA 7.

forma continua en el tiempo, de tal forma que pueden resultar comparables entre sí.

La evolución de la línea de costa se ha comenzado a tratar en el artículo citado sobre la Flecha del Rompido, y se continuará en artículos siguientes, monográficos sobre Punta Umbria y Canal de Huelva.

6. AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos **D. Antonio Lechuga Alvaro**, Jefe del Sector de Costas del CEPYC, por la colaboración y apoyo prestados en la realización de los estudios a partir de los cuales ha sido realizado el presente artículo.

7. BIBLIOGRAFIA BASICA

LECHUGA ALVARO, A. (1989). Dinámica litoral y morfología de playas. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Publicado en Ingeniería Civil, núm. 70. Madrid.

PENÁ OLIVAS, J. M. de la (1991). Estudio sobre la dinámica sedimentaria del tramo exterior del canal del puerto de Huelva. Centro de Estudios de Puertos y Costas, Madrid.

PENÁ OLIVAS, J. M. de la (1990). Estudio sistemático de

perfiles de playa. Centro de Estudios de Puertos y Costas. Madrid.

PEÑA OLIVAS, J. M. de la (1989). Criterios de rotura de oleaje (1.^a, 2.^a y 3.^a partes). Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Publicado en *Ingeniería Civil* núms. 65, 69 y 72.

MEDINA VILLAVERDE, J. M. (1991). Dinámica litoral de la zona de Punta Umbría (Huelva). Centro de Estudios de Puertos y Costas. Madrid.

MEDINA VILLASVERDE, J. M. (1991). Dinámica litoral de la Flecha del Rompido (Huelva). Centro de Estudios de Puertos y Costas, Madrid.

(1979). Estudio de la dinámica litoral de la costa peninsular mediterránea y onubense. Provincias de Huelva y Cádiz. Centro de Estudios de Puertos y Costas. Madrid.

GRASSA GARRIDO, J. M. (1988). Evaluación del transporte de sedimentos paralelo a la orilla empleando observaciones visuales de oleaje y teoría cnoidal de ondas. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Publicado en *Ingeniería Civil*, núm. 66. Madrid.

FERNANDEZ RAÑADA, J. (1981). Realización de campañas de seguimiento de arenas marcadas en el litoral (primera fase: centos 1.º al 4.º). Centro de Estudios de Puertos y Costas.

BARBA QUINTERO, J. (1989). Nota sobre la viabilidad de

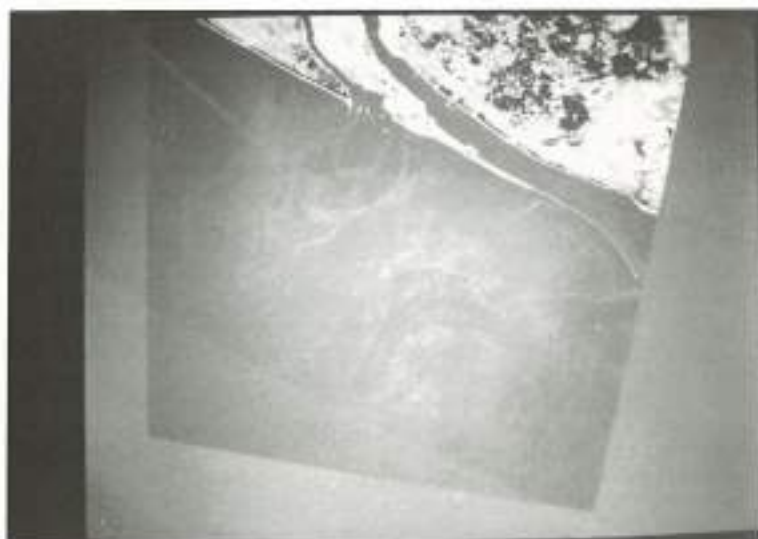


FIGURA 8. Fotografías de satélite de la zona de Punta Umbria y Huelva.

obras de mejora a ejecutar en el canal de entrada a Punta Umbría, Puerto Autónomo de Huelva. Huelva.

DABRIO, C. J., BOERSMA, J. R., y FERNANDEZ, J. Evolución sedimentaria de la Flecha del Rompido (Huelva). Actas del IX Congreso Nacional de Sedimentología. Salamanca.

ZAZO, GOY, y DABRIO. (1986). Late Quaternary and recent evolution of coastal morphology of the gulf of Cádiz (Huelva-Cádiz, southwestern Spain). 1.st International Symposium of Harbours, Port Cities and Coastal Topography. Haifa (Israel).

DABRIO GONZALEZ, C. J., y POLO CAMACHO, M. D. Influencia humana en el litoral. 2.^a Reunión Nacional del Grupo Español de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Lleida.

DABRIO GONZALEZ, C. J. (1982). Historia y dinámica de nuestra costa. Ediciones del Excmo. Ayuntamiento de Cartaya. Cartaya.

(1990). Mike21, user's guide and Reference Manual. Danish Hydraulic Institute. Delft, Denmark.

(1975). Mapa geológico de España. Hojas núms. 999-1016. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

(1982). Mapa hidrogeológico de España. Hojas núms. 80-81. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

(1990). Anuario de Mareas 1991. Instituto Hidrográfico de la Marina. Sección de Oceanografía. Servicio de Publicaciones de la Armada. Cádiz.

KOMAR, P. D. (1983). Handbook of coastal processes and erosion. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

JAROCKI, W. (1983). A study of sediment (Badanie rumowiska). Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej. Warszawa, Poland.

ZENKOVICH, V. P. (1967). Processes of coastal development. Oliver & Boyd. Edinburg and London.

(1977). Plan indicativo de usos del dominio público litoral. Provincia de Huelva. Dirección General de Puertos y Costas. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid.

BERNAL RISTORI, E. Curso de introducción a la teledetección y sus aplicaciones. Aplicación de imágenes de satélites al medio oceánico y litoral. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid.

(1990). Directrices regionales del Litoral de Andalucía. Junta de Andalucía. Consejería de O. P. y transportes. Sevilla.

SNEAD, R. E. (1982). Coastal Landforms and Surface Features (A Photographic Atlas and Glossary). Hutchinson Ross Publishing Company. Stroudsburg, Pennsylvania.

(1990). Automated Coastal Engineering System. Technical Reference Coastal Engineering Research Center. Department of the Army. Vicksburg, Mississippi.

(1972). Estudio hidráulico de la barra del puerto de Huelva. Servicio de Hidráulica. Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil. Lisboa.

(1977). Estudio hidráulico de la barra del puerto de Huelva. Servicio de Hidráulica. Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil. Lisboa.

PIRES CASTANHO, J. (1966). Revenção das ondas e transporte litoral. Laboratorio Nacional de Engenharia Civil (núm. 275). Lisboa.

VIGUERAS GONZALEZ, M. (1966). Costas de España y averías en sus puertos (Sector entre los ríos Guadiana y Guadalquivir). Comisión Administrativa de Puertos. Madrid.

HORIKAWA, K. (1988). Nearshore dynamics and coastal processes. University of Tokyo Press. Tokio.

ARJA RIVARES, E. (1972). Geografía de España (Tomo I). Espasa Calpe. Madrid.

**NOS
SEÑALAN.**

**BUENA
SEÑAL.**

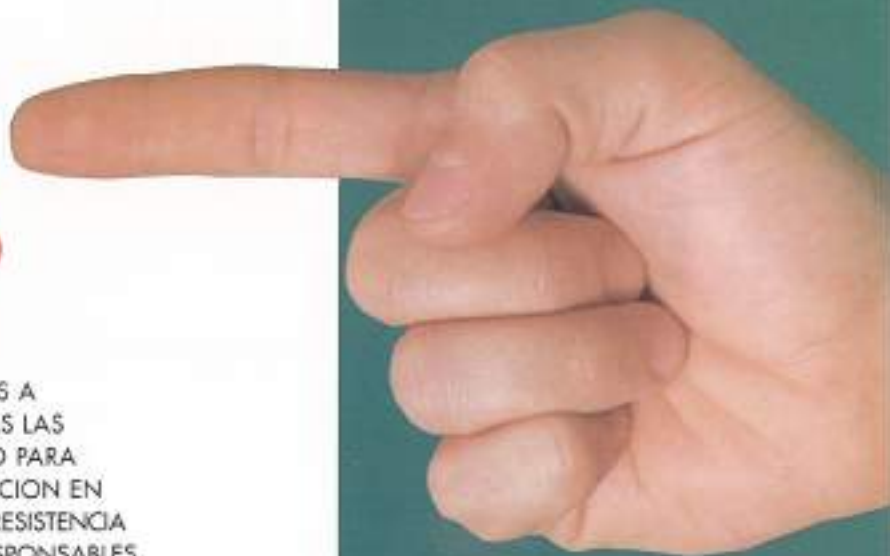


YA ESTAMOS ACOSTUMBRADOS A
ESTAR SEÑALADOS. SON MUCHAS LAS
EMPRESAS QUE NOS HAN ELEGIDO PARA
LLEVAR A CABO OBRAS DE SEÑALIZACION EN
CALLES Y CARRETERAS. LA DURABILIDAD, RESISTENCIA
Y CALIDAD QUE OFRECEMOS SON LAS RESPONSABLES.

REYNOBER, S.A.

SERVICIOS INTEGRALES DE TRAFICO Y VIALIDAD

C/ REY PASTOR, 34 • POLIGONO IND. DE LEGANES • MADRID
TELEFONO: (91) 687 65 66 • TELEFAX: (91) 687 48 01



"20 AÑOS HACIENDO EL BIEN

En Cadagua llevamos ya 20 años depurando el agua

20 años al servicio del bienestar de miles de personas en toda España.

Diseñando, creando y desarrollando plantas de tratamiento y depuración de agua.

Explotando, manteniendo y gestionando cualquier sistema de abastecimiento o saneamiento de agua.

En Cadagua, ponemos a su servicio 20 años de experiencia, haciéndolo bien.



 **cadagua**
Teremos la fórmula

A TODAS LAS PERSONAS QUE CON SU COLABORACION HAN HECHO POSIBLE ESTOS 20 AÑOS DE SERVICIO AL HOMBRE Y LA NATURALEZA,
MUCHAS GRACIAS