

PECULIARIDADES MORFODINAMICAS DE LA FACHADA IBERICA DEL GOLFO DE CADIZ: GEOMORFOLOGIA LITORAL

*José OJEDA ZUJAR**

1. INTRODUCCION

La fachada ibérica del Golfo de Cádiz se corresponde espacialmente con la región portuguesa del Algarve y la costa atlántica andaluza (Cádiz-Huelva) en territorio español. Constituye, por lo tanto, una muy extensa franja litoral repartida administrativamente entre dos estados, en la que concurren un conjunto de peculiaridades morfológicas y dinámicas que se tratarán de especificar en este artículo. A pesar de la espectacularidad de algunos de sus rasgos morfológicos, hasta el momento presente, solo ha sido estudiada de forma puntual y compartimentada y, en contadas excepciones, desde una perspectiva geomorfológica.

Se pretende en este artículo proporcionar una visión sintética y global de todo este tramo litoral, un punto de vista que, además de justificarse por razones estrictamente morfodinámicas como ya veremos, facilita una nueva perspectiva o enfoque de conjunto para la comprensión de la compleja morfodinámica que lo caracteriza, contextualizando, a esta escala, la información particularizada de los estudios y trabajos existentes. En cualquier caso, se tratará de una aproximación estrictamente físico-natural, prescindiendo por el momento de la actividad humana que se ha erigido en los últimos años en un

(*) Profesor Titular de Geografía Física. Universidad de Sevilla.

factor determinante; sin embargo, la magnitud de sus repercusiones y la necesidad de conocer previamente las claves exclusivamente físico-naturales del comportamiento morfodinámico de esta costa, parecen razones suficientes para adoptar este enfoque.

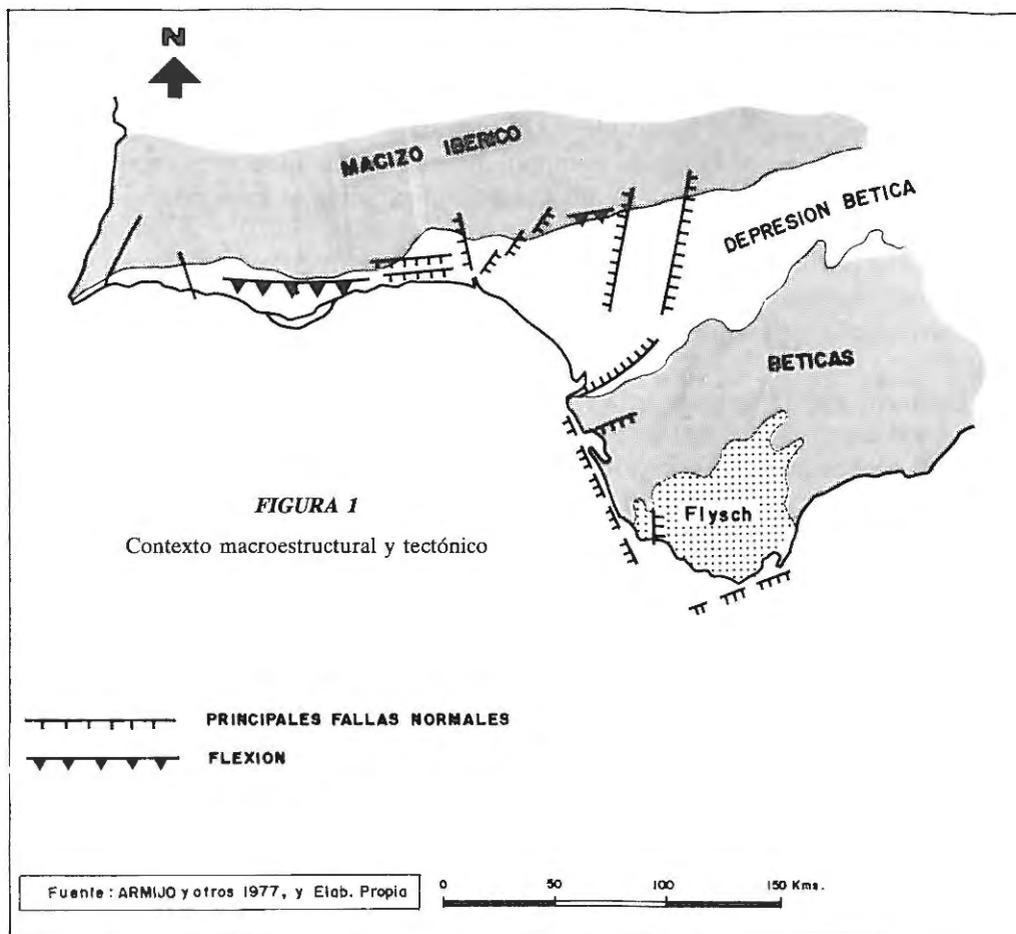
En este sentido, se intenta resaltar la importancia de los factores macroestructurales y neotectónicos en el trazado longitudinal de la línea de costa y sus repercusiones morfodinámicas, considerar la influencia de su configuración morfológica al ubicarse en el sector más meridional de la zona templada bajo el dominio de los vientos del Oeste, y valorar su apertura al océano Atlántico como un factor que incidirá significativamente en la capacidad energética del oleaje y de las corrientes de marea. La conjunción de estos factores a la escala de análisis elegida explica, a este nivel, las diferencias y particularidades morfológicas de cada sector y sus características dinámicas. Una visión evolutiva desde esta perspectiva completaría esta aproximación de conjunto, pero la complejidad de este trabajo, a pesar de su significativo interés, supera los objetivos de este artículo y los límites espaciales del mismo.

2. LA SINGULARIDAD DEL MARCO MACROESTRUCTURAL Y LA INCIDENCIA DE LA NEOTECTÓNICA

El primer rasgo diferenciador de este tramo litoral subyace en la influencia y particularidad del contexto macroestructural, ya que se ubica en la zona de contacto entre la placa africana y la europea, sometidas a un continuado e inconcluso proceso de aproximación (AUBOUIN, 1980) que se manifiesta en una actividad sísmica actual especialmente importante (UDIAS, 1972).

Como tal, esta fachada atlántica auna los tramos más occidentales de una *cadena alpina* en el sector de Cádiz (las Béticas) y una zona de contacto entre una *prefosa alpina* aún en proceso de colmatación (Depresión del Guadalquivir) y un *zócalo paleozoico* (Sierra Morena) en el sector de Huelva, separando a este último de la línea de costa una estrecha banda de materiales de cobertura en el sector portugués. La proximidad a la línea de costa de estas tres grandes unidades macroestructurales o su contacto directo con el mar, no cabe duda que imponen una compartimentación geomorfológica de todo este tramo a gran escala.

A ello contribuye significativamente, y de forma muy especial en la zona de contacto prefosa alpina-zócalo, una intensa actividad neotectónica que ha sido agrupada en dos períodos básicos (ARMIJO y otros, 1977), uno comprensivo y otro distensivo, abarcando el primero desde el Tortoniense al comienzo del Cuaternario y desde ahí hasta nuestros días el segundo (Fig. 1).



Las repercusiones en la costa de los reajustes neotectónicos son de gran interés para una correcta comprensión de sus características morfodinámicas y de su historia evolutiva, y en lo que respecta al tramo que nos ocupa, la neotectónica es el principal responsable de su individualización en sectores con un comportamiento diferenciado. En la provincia de Cádiz ha sido profusamente estudiada (ZAZO, 1980) evidenciándose su trascendencia en la evolución reciente de la Bahía de Cádiz y en la sectorización general del tramo Cabo Roche-Tarifa (MENANTEAU, y otros, 1983) contribuyendo significativamente en la génesis de algunos de los espacios más singulares de este sector (la laguna de la Janda).

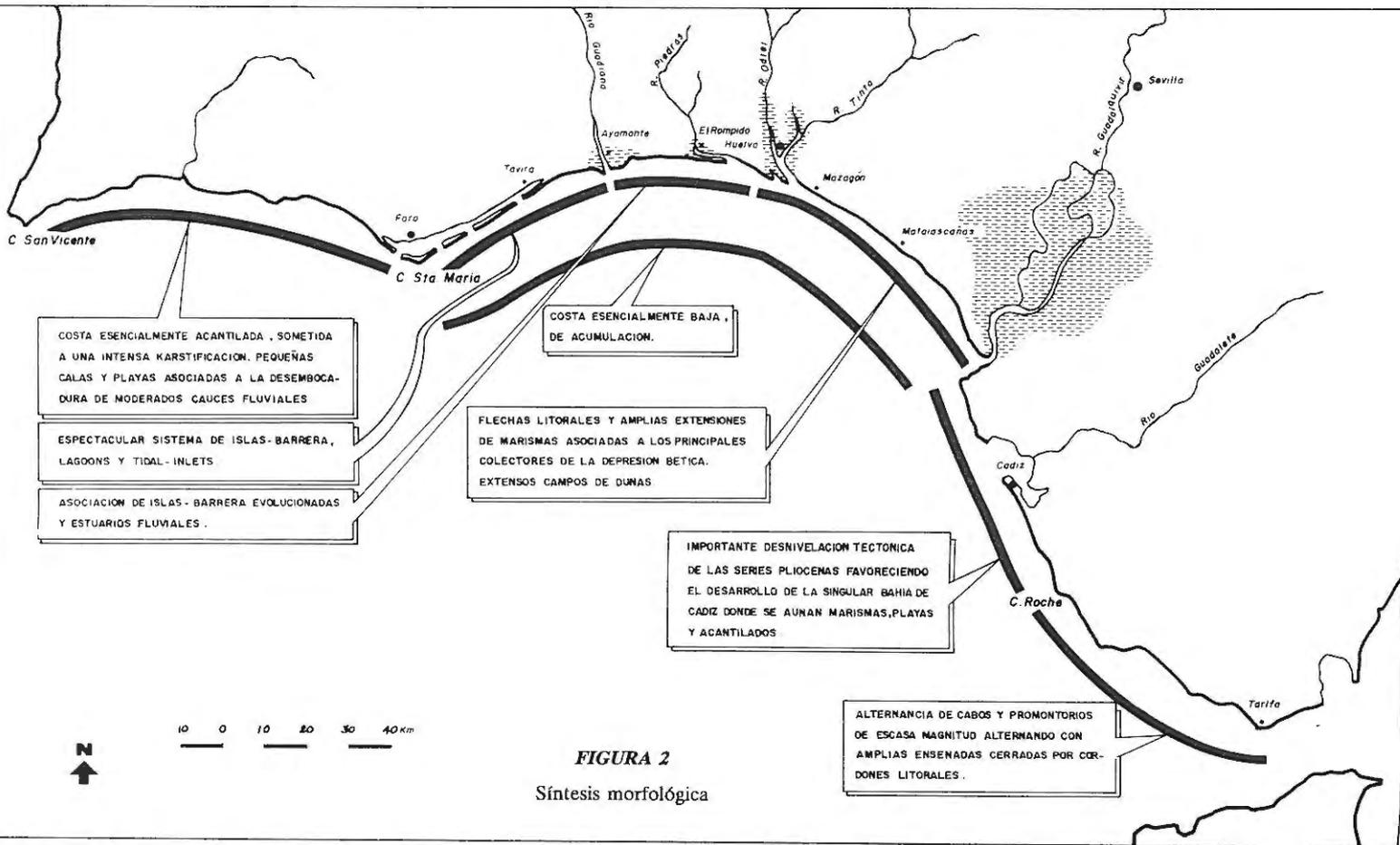
El tramo Sanlúcar-Huelva está afectado por una red de fracturas de componente norte-sur a las que se ha adaptado la red hidrográfica (Guadalquivir, Guadalimar, Tinto-Odiel), favoreciendo el levantamiento del sector Gaditano, la formación de las marismas del Guadalquivir y la individualización del sector situado entre los ríos Tinto-Odiel. En el tramo Huelva-costa occidental del Algarve un sistema de fallas de componente este-oeste, integradas en el período distensivo antes aludido, ha incidido significativamente en la configuración morfológica de este sector costero (DABRIO y otros, 1980). Por último, en el Algarve portugués se han constatado movimientos verticales y tangenciales que han deformado la estructura monoclinial constituida por los materiales de cobertera que descienden suavemente hacia el océano Atlántico (Ribeiro, 1979).

Es decir, que la fachada atlántica del Golfo de Cádiz aglutina una variada tipología macroestructural que nos permite apreciar, en un tramo tan reducido, el comportamiento geomorfológico de un variado substrato que sustenta una compleja tipología costera (acantilados, playas, marismas...) animada por una dinámica litoral muy potente.

3. SINGULARIDAD Y VARIEDAD MORFOLOGICA

La variedad y complejidad macroestructural mencionada ejerce un importante control, a gran escala, en las características morfológicas de la costa, de tal forma que, en una primera aproximación, se podrían individualizar en base a ello varios sectores (Fig. 2).

En primer lugar la costa gaditana (de cabo Roche a Tarifa) presenta una particular morfología en planta, a través de una continuada sucesión de *cabos* y *promontorios* (Roche, Trafalgar, Camarinal, Tarifa...) que penetrando suavemente en el mar individualizan un conjunto de *ensenadas* de diferente magnitud pero parecida morfología a esta escala (Los Caños, Barbate, Bolonia, Valdevaqueros...). Este trazado longitudinal responde en gran medida a la especial organización estructural de un sector muy específico de las Béticas, las unidades de flyschs del Campo de Gibraltar, y a la compartimentación impuesta en ellas por la actividad neotectónica antes aludida. La alternancia litológica característica de estas unidades donde se suceden formaciones relativamente competentes (areniscas, calizas...) con otras sensiblemente mas deleznable (arcillas, margas...) a las que se unen algunos restos de formaciones postorogénicas, y su orientación estructural, en muchos casos, perpendicular a la costa (Sierra de la Plata, S. Bartolomé...), favorece la alternancia morfológica antes comentada. De esta forma, los tramos acantilados de escasa magnitud asociados a las formaciones mas competentes individualizan sectores ocupados por



una costa baja ligada genéticamente al cerramiento de antiguas ensenadas por *cordones litorales* más o menos potentes (MENANTEAU y otros, 1983), algunas aún en proceso de colmatación (Marismas de Barbate).

La incidencia de la actividad neotectónica en el sector de la bahía de Cádiz y la consiguiente desnivelación en las series pliocenas de su substrato, ha contribuido significativamente en la configuración de un singular espacio litoral donde a la presencia de extensas zonas anfias (marismas del Guadalete, la Bahía...) se une la de extensas playas y tramos con magníficos acantilados y playas adosadas (Conil...).

En el tramo opuesto de esta fachada litoral, el sector occidental de la costa portuguesa (cabo S. Vicente-Cabo Sta. María) constituye una costa alta, esencialmente *acantilada*, que integra *pequeñas calas* (Lagos, Albufeira...) y, en ocasiones, *playas* de bastante amplitud (Praia de Rocha, Praiameia,...) generalmente asociadas a la desembocadura de algún cauce fluvial de relativa importancia. En este sector, el modelado a gran escala está condicionado por la forma de contacto entre la estrecha franja de materiales de cobertera (calizas areniscas...) que se antepone a los próximos materiales del zócalo herciniano y el mar, además del control que ejerza el conjunto de flexiones y fallas que les afectan. En general constituye una plataforma elevada y continua sobre el nivel del mar donde la litología dominante (calizas) impone morfologías de detalle específicas, fruto de los intensos procesos de karstificación y la acción energética del oleaje.

Sin lugar a dudas, el sector central (Cabo S. Vicente-Guadalquivir) se erige en el más significativo y original desde una óptica esencialmente morfológica. Y ello por la presencia de una extensa e ininterrumpida *costa baja* que, en modo de arco cóncavo, constituye una prolongada playa de más de 200 kms. Si la magnitud de esta unidad y la uniformidad y pureza de formas en su trazado longitudinal constituye una singularidad morfológica sin equivalente en el contexto ibérico, exceptuando quizás el óvalo valenciano, su morfología de detalle es igualmente variada y peculiar.

El tramo Cabo S. Vicente-Piedras constituye desde la óptica morfológica una costa baja donde se inserta el sistema de islas barrera (*barrier islands*) y lagunas litorales —Laguna de Formosa— (*lagoons*) de mayor extensión de la península y, aunque presenta concomitancias con los sistemas de lagunas mediterráneas (albuferas y restingas), las peculiaridades morfológicas que comentaremos a continuación y las diferencias dinámicas que se expondrán mas adelante, permiten individualizarlas de aquellas desde una perspectiva geomorfológica.

Al igual que aquellas su formación se ve favorecida por una plataforma continental de escasa pendiente y un importante aporte de sedimentos por la deriva, sin embargo en el caso de los sistemas mediterráneos estos se asocian directamente a los depósitos aluviales y de hecho suelen ocupar una posición inter-abanicos fluviales (SANJAUME, 1985), mientras en el caso que nos ocupa sólo el río Guadiana proporciona una aportación sólida importante, contribuyendo aquí significativamente al tránsito sedimentario movilizad por la deriva, la erosión de los acantilados próximos y la presencia de arenas antelitorales (BETTENCOURT, 1985). Además la extensión superficial, su disposición marcadamente longitudinal y la complejidad morfológica interna (canales, esteros,...), contribuyen, junto con una mayor conexión con las aguas marinas a través de numerosos canales (*barras, pasos, tidal inlets, graus*) dinamizados por potentes corrientes de marea, a individualizar un singular sector litoral de gran atractivo geomorfológico pero escasamente estudiado en la bibliografía específica, a pesar de las interesantes interrelaciones que pudieran establecerse con los sistemas de albuferas y restingas mediterráneas de mayor tradición en los estudios nacionales de geomorfología litoral.

El tramo central de esta subunidad (Guadiana-Piedras) es especialmente singular por cuanto a la presencia de islas-barrera con un funcionamiento histórico (Isla Canela, Cristina, del Palo...) constatado hasta el siglo XIX (DABRIO, 1982), se une la presencia de importantes cauces fluviales —Guadiana, Piedras—, ausentes en el tramo anterior. En la proximidad de sus desembocaduras la evolución de estas islas-barrera ha sido espectacular hasta llegar a «cerrar» la mayor parte de los canales de marea, de las históricas «barras» (*tidal inlets*) que las individualizaban y constituir una continuada formación arenosa desde Isla Cristina a la *actual* Flecha del Rompido, en origen una isla-barrera mas —«Isla de Levante»— y hoy convertida en un magnífico ejemplo de flecha litoral funcionando como tal a manos de la deriva. Estas formaciones litorales constriñen los *estuarios* que forman los ríos citados y aíslan interesantes espacios marismeníos (marismas de Ayamonte e Isla Cristina), en parte colmatados, entre las formaciones arenosas y el acantilado fósil que recorre este tramo a una significativa distancia de la línea de costa.

Por último, el sector más oriental de este arco cóncavo (Piedras-Guadalquivir) aglutina amplios *estuarios* desarrollados en las desembocaduras de los ríos Tinto-Odiel y Guadalquivir, ya que al discurrir su curso bajo por los tramos finales de la Depresión Bética presentan escasos valores de pendiente en su perfil longitudinal y favorecen la influencia de la marea tierra adentro, llegando sus efectos en el caso del Guadalquivir, a mas de 90 kms. de la desembocadura. Indisolublemente ligados a ellos, espectaculares *flechas litorales*, con

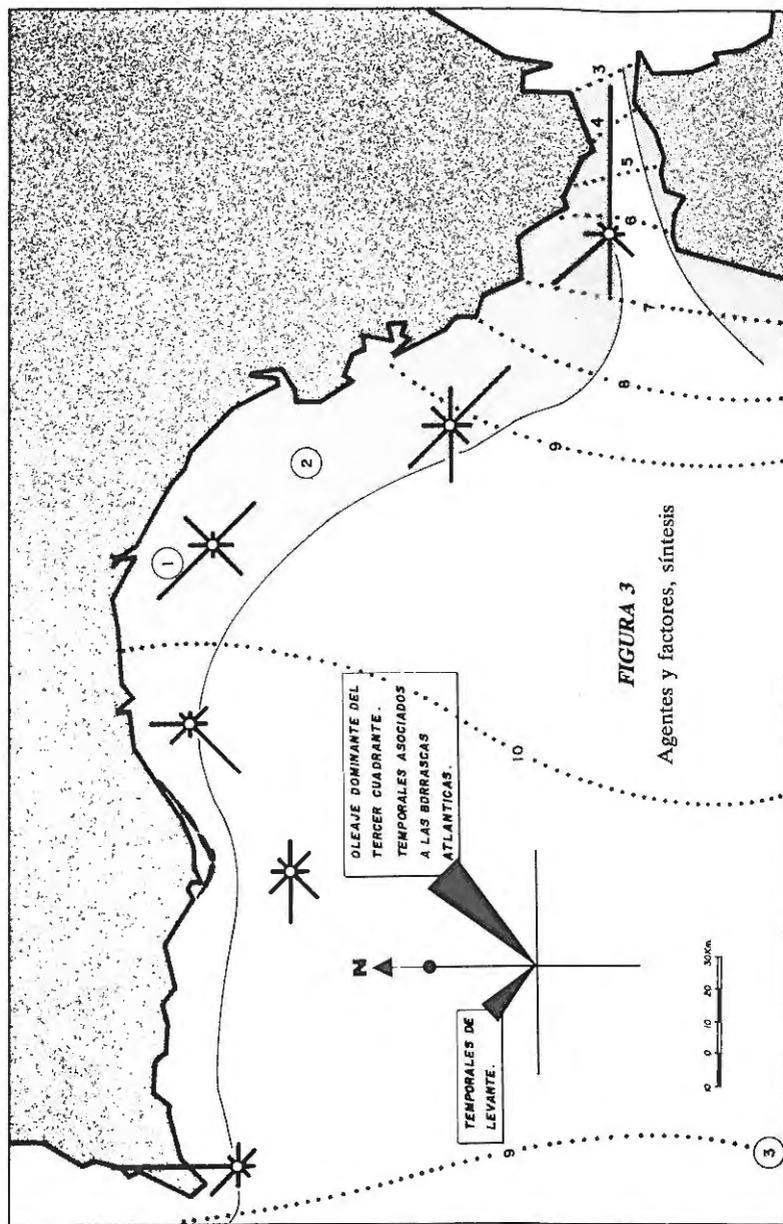
una progradación histórica hacia levante (MENANTEAU, L., 1982; RODRIGUEZ VIDAL, J., 1987) han ido progresivamente obstruyendo estas desembocaduras y favoreciendo, al crear zonas abrigadas, la formación de extensísimos espacios marismos en diverso estadio de evolución (RUBIO, F. y FIGUEROA, E., 1983). En el caso de los asociados al Tinto-Odiel, la progresión de Punta Umbría ha posibilitado la formación de unas marismas jóvenes (Antigua laguna Erebea), aún con una importante influencia mareal, mientras que en el Guadalquivir, el espectacular avance de la Punta de Malandar ha consistido en estreñir significativamente la desembocadura del río hasta casi aislar de la influencia mareal sus extensísimas y seniles marismas (antiguo lacus Ligustinus), aún en las últimas fases de colmatación, un proceso en el que la incidencia antrópica ha contribuido significativamente en épocas recientes.

Entre ambos existen sectores *acantilados con playas adosadas* (Mazagón-Matalascañas) cuyos índices de retroceso son muy significativos (VANNEY, J.R. y MENANTEAU, L., 1979), reduciéndose de forma progresiva hacia levante hasta llegar a la mencionada Punta de Malandar, sobre la que se desarrolla el espectacular *sistema dunar* de Doñana, plenamente activo y constituido por un número determinado de frentes de avance en las dunas activas que individualizan zonas deprimidas —los «corrales»— colonizadas por la vegetación. Su migración hacia el interior contribuye significativamente en la colmatación y relleno de las marismas del Guadalquivir.

4. CARACTERÍSTICAS DINAMICAS

El análisis global de la fachada ibérica del Golfo de Cádiz, desde una perspectiva dinámica, nos obliga, en primer lugar, a reflejar sintéticamente un conjunto de características generales (Fig. 3), pero de gran significación para un análisis posterior más particularizado:

- La plataforma continental se extiende, de forma suave, hasta los 100-150 mts. presentando una amplitud constante excepto frente a las costas portuguesas, sobre todo a partir del Cabo de Sta. María, donde se reduce considerablemente, y en las proximidades del Estrecho de Gibraltar, donde es seccionada por este «sillón» estructural. Sobre ella se ha constatado la huella de las diferentes oscilaciones eustáticas producidas durante el cuaternario. Tanto en el sector portugués (VANNEY, J.R. et MOUGENOT, D., 1981) como en el sector onubense (I.G.M.E., 1974) se ha detectado la presencia en el substrato consolidado de una profusa red de «*paleovalles*» actualmente colmatados por *sedimentos recientes* que en determinados sectores adquieren espesores considerables.



- ① FRECUENCIAS ANUALES DE LA DIRECCION DEL VIENTO
- ② PLATAFORMA CONTINENTAL
- ③ LINEAS DE CO-RANGO DE MAREA (EN PIES)

- Se trata de una costa abierta al océano Atlántico, ubicada en la zona templada del Globo bajo el dominio de los vientos del oeste —«westerlines»—. Esta situación respecto a la circulación atmosférica terrestre propicia, a esta escala, un dominio del oleaje del tercer cuadrante, sobre todo en el oleaje de fondo —swell— a lo que se le suma una componente energética importante al disponer de extensos «fetchs» y al verse afectada por la presencia de intensos temporales asociados al paso de las borrascas atlánticas. Esta supremacía general habría que matizarla en las proximidades del Estrecho, ya que su peculiar configuración fisiográfica favorece igualmente los temporales de levante, mas significativos e intensos cuanto mas próximo a este. Desde una óptica dinámica, podríamos concluir constatando la existencia para todo el tramo de una importante *deriva litoral* que, como corriente inducida por el oleaje, presenta una componente energética positiva *hacia levante*.
- Las características del viento en la línea de costa es un factor de gran trascendencia para la correcta comprensión de cualquier sector litoral, tanto por su incidencia en el oleaje que puede generar derivas locales significativas como por su protagonismo directo en la presencia de morfologías derivadas de su dinámica —las dunas—. La fig. 3 recoge las frecuencias anuales de un conjunto de estaciones representativas para esta costa, y en ella podemos observar la progresiva variación de las componentes dominantes en estrecha relación con la configuración en planta de este tramo litoral. Su estructura arquedada y la presencia del Estrecho de Gibraltar explica el dominio de las componentes este-oeste en la proximidad del Estrecho, el progresivo fortalecimiento del tercer cuadrante por el alejamiento del mismo y la protección que ejerce el Cabo de Sta. María (máximo en el tramo Ayamonte-Huelva) y de los «nortes» conforme nos aproximamos al Cabo de S. Vicente.
- Se trata de una costa «*mesomareal*» (DAVIES, 1964) donde el rango de marea oscila entre 2 y 4 mts., aumentando progresivamente desde el Estrecho de Gibraltar al Cabo de S. Vicente. Con condiciones hidroclimáticas favorables (baja presión, temporales...) se pueden producir sobrelevaciones del nivel del mar hasta acercar la amplitud de la marea a los 5 mts. Estas características proporcionan un papel significativo a la *marea* en los procesos litorales, sobre todo a través de las *corrientes* por ella inducidas que se intensifican considerablemente en la línea de costa y en los estuarios. El progresivo aumento en el rango de marea desde Gibraltar al Cabo de S. Vicente, en una costa mesomareal, es igualmente un hecho diferenciador y de gran trascendencia en su funcionamiento dinámico.

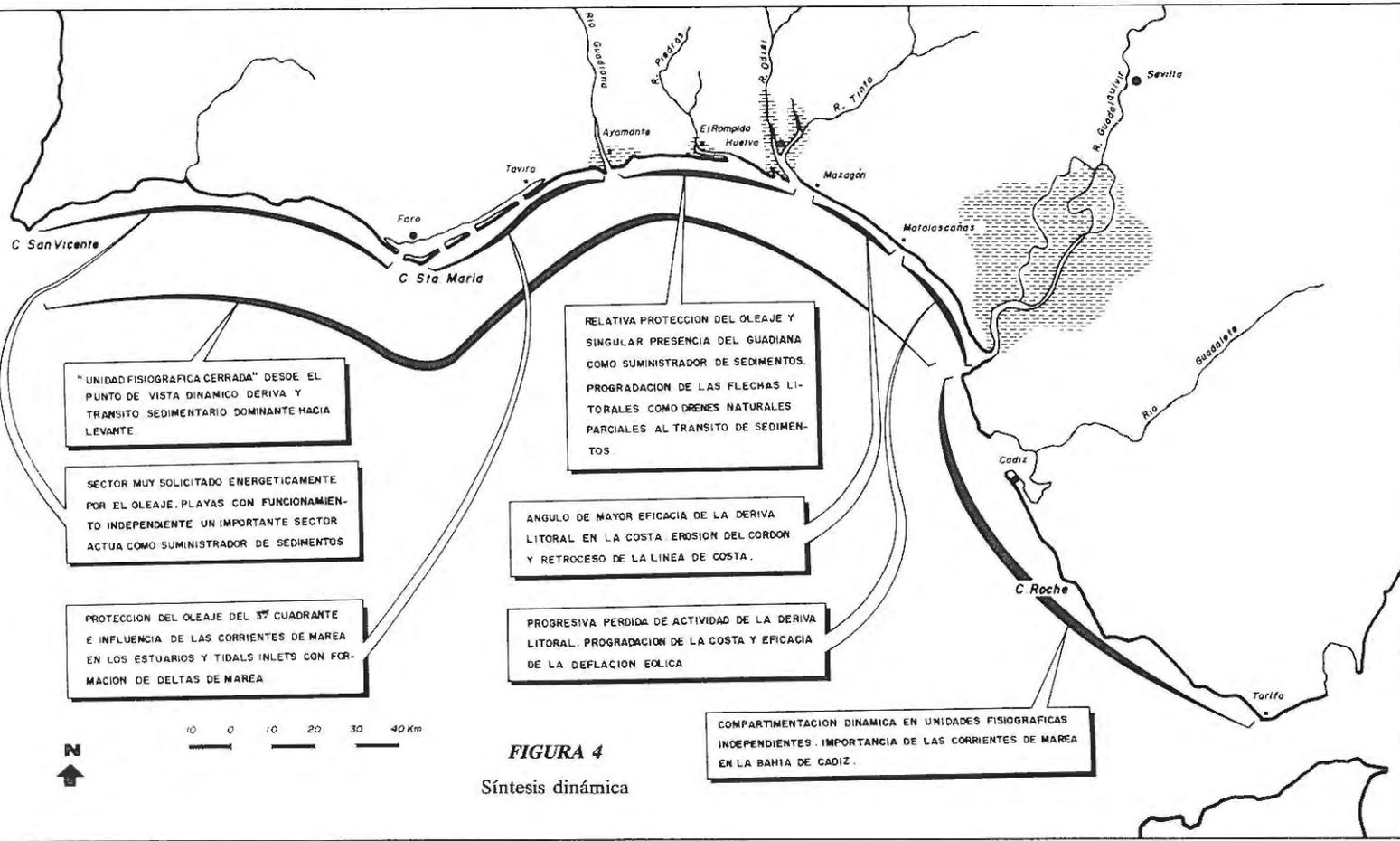
- Otra característica a considerar es la desembocadura en el sector central (Depresión Bética) de un conjunto de *importantes arterias fluviales* (Guadalete, Guadalquivir, Tinto-Odiel) a las que se une el Guadiana en una posición más occidental. La presencia de estos ríos va ser significativa ya que al discurrir en su curso bajo por zonas de escasa pendiente, como ya apuntamos, se favorece la influencia de la marea hacia el interior configurando importantes *estuarios* a los que se asocian extensas superficies de marismas. Además, la escasa pendiente en los cursos bajo hace que su *aportación sólida* se restrinja, excepto en el Guadiana, a las fracciones más finas, a la vez que su régimen irregular con amplios estiajes estivales proporciona a la marea un papel significativo en el funcionamiento estacional del estuario.

Descendiendo a un análisis dinámico más detallado y una vez conocidas las características generales apuntadas con anterioridad, se impone realizar una primera sectorización, también desde la óptica dinámica (Fig. 4): por un lado los *sectores extremos* de esta costa —sector gaditano y portugués a partir del cabo de Sta. María— y por otro el *sector central* —Cabo Sta. María-Guadalquivir—.

En los primeros, desde los espectaculares acantilados del Algarve occidental a los mas moderados de la costa gaditana, la incidencia de un oleaje de gran energía controla esencialmente una dinámica específica y las diferencias esenciales vienen impuestas por la posición, estructura, litología... En las calas y playas que individualizan aquellos se generan derivas locales que de forma general presentan una clara componente hacia levante, aunque su intensidad varia dependiendo del grado de inclinación de la línea de costa respecto al oleaje dominante y por ello son más significativas en el sector portugués. A veces, en sectores propicios, se desarrollan pequeños campos de dunas (Valdevaqueros) controlados directamente por el viento.

En cualquier caso, a pesar de las similitudes que puedan existir desde la óptica morfológica, o incluso morfodinámica, la individualización que imponen los sectores acantilados favorecen la *compartimentación* en pequeñas unidades fisiográficas cerradas desde el punto de vista dinámico, sin conexión entre ellas y sin un intercambio de sedimentos significativo, aunque este hecho en el sector portugués sólo es aplicable a algunos tramos, suministrando el resto de la costa acantilada un volumen considerable de sedimentos hacia el tramo central.

Sin lugar a dudas, es el sector central (Cabo Sta. María-Guadalquivir), al igual que en el apartado morfológico y en lógica conexión con él, el que presenta unas características mas peculiares y específicas. Como mas significativa hemos de resaltar que todo este tramo, mas el resto de la costa protuguesa



"UNIDAD FISIOGRAFICA CERRADA" DESDE EL PUNTO DE VISTA DINAMICO DERIVA Y TRANSITO SEDIMENTARIO DOMINANTE HACIA LEVANTE

SECTOR MUY SOLICITADO ENERGETICAMENTE POR EL OLAJE. PLAYAS CON FUNCIONAMIENTO INDEPENDIENTE UN IMPORTANTE SECTOR ACTUA COMO SUMINISTRADOR DE SEDIMENTOS

PROTECCION DEL OLAJE DEL 3º CUADRANTE E INFLUENCIA DE LAS CORRIENTES DE MAREA EN LOS ESTUARIOS Y TIDALS INLETS CON FORMACION DE DELTAS DE MAREA

RELATIVA PROTECCION DEL OLAJE Y SINGULAR PRESENCIA DEL GUADIANA COMO SUMINISTRADOR DE SEDIMENTOS. PROGRADACION DE LAS FLECHAS LITORALES COMO DRENS NATURALES PARCIALES AL TRANSITO DE SEDIMENTOS

ANGULO DE MAYOR EFICACIA DE LA DERIVA LITORAL EN LA COSTA. EROSION DEL CORDON Y RETROCESO DE LA LINEA DE COSTA.

PROGRESIVA PERDIDA DE ACTIVIDAD DE LA DERIVA LITORAL. PROGRADACION DE LA COSTA Y EFICACIA DE LA DEFLACION EOLICA

COMPARTIMENTACION DINAMICA EN UNIDADES FISIOGRAFICAS INDEPENDIENTES. IMPORTANCIA DE LAS CORRIENTES DE MAREA EN LA BAHIA DE CADIZ.

FIGURA 4
Síntesis dinámica

por las causas explicadas con anterioridad, constituye una única *unidad fisiográfica cerrada* en el sentido que este concepto es empleado en la ingeniería de costas, para referenciar «la extensión física de una zona que mantiene conexión en su dinámica litoral y sedimentaria (ENRIQUEZ, F. y BERENGUER, J.M., 1986)».

Los elementos catalizadores de los procesos litorales que en ella se dan cita son, con un carácter muy general, *la deriva litoral, las corrientes de marea y el viento*. Los dos primeros, tanto la deriva litoral que para toda la unidad presenta un balance positivo hacia levante debido a la oblicuidad con que le llegan los frentes del oleaje dominante del tercer cuadrante, como las corrientes de marea, importantes en una costa mesomareal como la que nos ocupa, ejercen su acción fundamentalmente en la playa (shore) y en la zona antelitoral (nearshore). Por su parte el viento actúa de manera directa sobre la superficie de la playa alta (backshore) donde las partículas sólidas son fácilmente transportables al perder parte de su humedad. Aún así, la mayor parte del transporte sólido de la fracción arenas, la realiza el *oleaje*, sobre todo en este tramo, donde la importancia de la fracción arena fina (PEREZ MATEOS y otros, 1982) facilita la movilización de la misma por la *deriva*. La interacción de estos agentes en cada sector y su conexión con las características antes apuntadas (orientación de la costa, presencia de ríos, contexto estructural y tectónico...) explican la configuración morfológica en detalle de este tramo central.

El sector portugués (Cabo Sta. María-Guadiana) constituye el tramo litoral más protegido del oleaje del tercer cuadrante y, sobre todo, del de clara componente oeste por el especial trazado cóncavo de la costa. Aunque la deriva litoral hacia poniente sigue siendo el principal elemento dinamizador del transporte sedimentario, su posición protegida debe de estar relacionada en parte con el desarrollo de las morfologías específicas que lo caracteriza, es decir, los espectaculares sistemas de islas barrera y lagunas (ría de Formosa) que, separados por numerosos «pasos» o «barras» imponen puntualmente el desarrollo de sistemas morfodinámicos específicos. En estos *tidal inlets o graus* (Ansaó, Armona, Fuzeta, Faro...) es la interacción del oleaje, sometido a fenómenos de difracción y refracción, junto con las corrientes de marea la que moviliza los sedimentos, contribuyendo a configurar formaciones arenosas características de estos medio, los «deltas de marea» (*ebb tidal y flood tidal deltas*).

El sector Guadiana-Tinto y Odiel se ubica en el fondo de este arco cóncavo antes aludido, por lo tanto también se ve relativamente protegido del oleaje, sobre todo del de componente oeste. Sin embargo, a este hecho se le une la presencia de significativas arterias fluviales —Guadiana y Piedras— totalmente ausente en el sector portugués y que en el caso del Guadiana, por lo menos

hasta fechas muy recientes, ha contribuido eficazmente en la aportación de sedimentos a la corriente sólida litoral. Esta combinación explica la presencia de históricas islas barrera y lagunas, en parte hoy colmatadas, junto a importantes estuarios y las escasas barras o tidal inlets estabilizadas (Río Carreras) que han desarrollado magníficos ejemplos de deltas sumergidos y deltas de reflujos respectivamente (OJEDA, J., 1988).

La incidencia fluvial se ha unido aquí a la deriva y a las corrientes de marea para proporcionar la actual continuidad fisiográfica en las históricas islas barrera —donde han desaparecido un número importante de aquellos antiguos pasos (el de la «Tía Tuta», «Las Antillas...»)— y para conformar en este sector las extensas formaciones arenosas asociadas a la desembocadura del Guadalquivir que han progradado históricamente hacia el sur (Punta Canela, Punta de la Espada...) y el singular estuario del Río Piedras que, asociado a la actual Flecha del Rompido, constituye uno de los sistemas morfodinámicos más interesantes de este litoral.

El sector Tinto-Odiel-Guadalquivir constituye, obviamente, el sector más solicitado energéticamente por el oleaje de componente oeste y suroeste, sin embargo, su progresiva incurvación hacia el sur impone un *comportamiento diferencial* a la deriva litoral respecto al transporte de sedimentos, un transporte que ha contribuido históricamente a la progradación de las formas litorales más interesantes de este sector: las flechas litorales de Punta Umbría y Punta del Malandar.

El comportamiento diferencial de la deriva se explica al descender progresivamente la oblicuidad con que los trenes de olas generadas por el oleaje del tercer cuadrante se aproximan a la línea de costa. Esta oblicuidad es de 45° a partir de Huelva, sector donde la capacidad energética y de transporte es máxima; en cambio, a partir de Matalascañas esta oblicuidad casi desaparece reduciéndose considerablemente la competencia de la deriva litoral. Este hecho explica el retroceso de la línea de costa en el sector acantilado Huelva-Matalascañas a costa de la erosión del cordón litoral y la progradación de la misma desde aquí hasta el Guadalquivir.

La progradación en este último tramo por el constante aporte de sedimentos movilizados por la deriva y su posición relativa respecto de los vientos del tercer cuadrante facilita, en cambio, la *deflación eólica* sobre unos sedimentos que, por ubicarse en el tramo final de la unidad fisiográfica y haber sufrido un prolongado proceso de transporte y selección, presentan una granulometría fácilmente movilizable. La actividad del viento se erige aquí en la principal fuente de transporte, contribuyendo al desarrollo del espectacular sistema dunar de Doñana que con un frente de casi 30 kms. progresa hacia el interior facilitando la colmatación de las marismas del Guadalquivir.

Para finalizar considero necesario resaltar como rasgo distintivo y esencial de todo el conjunto, el hecho de que, a pesar de esta variedad morfodinámica a escalas intermedias, mas del 70 % de la fachada atlántica del Golfo de Cádiz constituye una *unidad fisiográfica cerrada*, es decir que esta intimamente relacionada entre sí desde el punto de vista dinámico y, por lo tanto, constituye una unidad de diagnóstico y tratamiento que debe estar presente en cualquier actuación sobre la misma, ya que este carácter conlleva un elevado nivel de *fragilidad* debido a su enorme facilidad para la transmisión de efectos positivos o negativos a través de ella. De hecho la presión antrópica en esta costa, aún no excesivamente intensa, ha producido ya efectos negativos de consideración (regresión de playas, contaminación...) cuyo estudio excede los objetivos de este artículo, pero que en algunos casos (diques de encauzamiento del Guadiana) ha contribuido a imposibilitar el paso de sedimentos desde la costa portuguesa con las graves consecuencias para el equilibrio sedimentario que de ello se derivan, además de subdividir la unidad fisiográfica original en dos sectores casi independientes desde el punto de vista dinámico.

BIBLIOGRAFIA

- AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE (1987): *Evaluación ecológica de recursos naturales de Andalucía*. Mapa Hidroclimático, 1/400.000.
- AUBOUIN, J.; DEBELMAS, J.; LATREILLE, M. (1980): *Geologie des chaînes alpines issues de la Téthys*. Memoire du B.R.G.M., n.º 115, pp. 356.
- ARMIJO, R.; BENKHEUL, J.; BOUSQUET, J.C. et alia (1977): «Les resultats de l'analyse structurale et de la néotectonica des littoraux. Les resultats de l'analyse structurale en Espagne». *Bull. Soc. Géol. Fran.* (7), 19 (3), pp. 593-605.
- BETTENCOURT, P.: *Geomorphologie et processus d'evolution recente de la côte sotavento (Algarve, Portugal)*. Rapport, Univ. Bourdeaux I, pp. 72.
- DAVIES, J.L. (1964): «A morphogenetic aproach to word shorelines». *Z. Geomorph.* 8, pp. 127-142.
- DABRIO, C.J.; BOERMA, J.R.; FERNANDEZ, J.; MARTIN, J.M.; POLO, M.D. (1980): «Dinámica costera en el Golfo de Cádiz: sus implicaciones en el desarrollo socioeconómico de la región», I Reunión Nac. de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio, Santander, pp. 18.
- DABRIO, C.J. (1982): «Historia y dinámica de nuestra costa». *Cartaya'82*. Ed. Excmo. Ayuntamiento de Cartaya, pp. 36-39.
- ENRIQUEZ, F.; BERENQUER, J.M. (1986): *Evaluación metodológica del impacto ambiental de las obras de defensa de costa*. Monografías, n.º 10. C.E.D.E.X. M.O.P.U., pp. 40.
- GABINETE DO PLANEAMENTO DA REGIAO DO ALGARVE (1986): *O Algarve oriental*. Faro, pp. 205.
- I.G.M.E. (1974): *Investigación Minera Submarina enel subsector «Huelva I»*. Golfo de Cádiz. Publ. Minis. de Industria, pp. 134.

- MENANTEAU, L.; VANNEY, J.R.; ZAZO, C. (1983): *BELO et son environnement*. Publ. de la Casa de Velázquez. Serie Arqueo, Fasc. IV. 2 T.
- MENANTEAU, L. (1982): *Les Marismas du Gadalquivir. Exemple de transformation d'un paysage alluvial au cours du Quaternaire récent*. Thes, Doc. Univ. Paris-sorbonne. 2 vols.
- OJEDA ZUJAR, J. (1988): *Aplicaciones de la Teledetección a la dinámica litoral (Huelva): Geomorfología y ordenación litoral*. Tesis Doctoral. Univ. de Sevilla. Inédita.
- PEREZ MATEOS, J.; PINILLA, A.; ALCALA DEL OLMO, L.; ALEIXANDRE, T. (1982): «Míneralogía de los arenales costeros españoles. Tramo Málaga-Ayamonte». *Boletín Geológico y Minero*. T. XCIII, pp. 1-18.
- RIBEIRO, A. (1979): *Introduction à la géologie générale du Portugal*. Servicios Geológicos de Portugal, Lisboa.
- RODRIGUEZ VIDAL, J. (1987): «Modelo de evolución geomorfológica de la flecha litoral de Punta Umbria, Huelva». *Actas VII Reunion Cuaternario*, Santander.
- RUBIO GARCIA, F.; FIGUEROA CLEMENTE, M.E. (1983): «Medio físico, vegetación y evolución de las marimas de los ríos Odiel y Tinto (Huelva)». *Estudios territoriales*, n.º 9, pp. 59-86
- SANJAUME, E. (1985): *Las costas valencianas*. Publ. Univ. Valencia, pp. 505.
- UDIAS, A.; LOPEZ ARROYO, A. y MEZCUA, J. (1976): «Seismotectonic of the Azores-Alborár Region». *Tectonophysics*. 31, pp. 259-289.
- VANNEY, J.R.; MENANTEAU, L. (1979): «Types de reliefs littoraux et dunaires en Basse-Andalousie (de la Ria de Huelva a l'embochure du Guadalquivir)». *Mél. Casa Velazquez*, n.º 15, pp. 5-52
- VANNEY, J.R.; MOUGENOT, D. (1981): *La plateforme continentale de Portugal et les provinces adjacentes; Analyse geomorphologique*. Memorias dos Servicos Geologicos de Portugal. N.º 28 Lisboa.
- ZAZO CERDEÑA, C. (1980): *El cuaternario marino-continental y el límite plio-pleistoceno en el litoral de Cádiz*. Tesis Univ. Complutense. Madrid. 2 vols.