

**Superficies planas.**- Esta subunidad se puede presentar en posición de planicies elevadas (superficies de corrosión) o construir el fondo de depresiones, a veces tapizadas o casi tapizadas. El mejor ejemplo del primer caso, se encuentra en la Hoja de Faro, al norte de la Riba de Algibre, afluente del Querenca. Como ocurre en las superficies sobre dolomías, el micromodelado es bastante irregular, resultando de la disolución diferencial respecto de las superficies deprimidas. Ellas han sido modeladas, de forma general, sobre dolomías o calizas fruto de una evolución kárstica o fluvio-kárstica. En áreas restringidas, las superficies planas se desarrollan preferentemente sobre calizas margosas y margas (formación del Peral). En éstas, la arroyada superficial, difusa o en manto, ha debido ser el proceso dominante. Sin embargo, no se encuentran en estas depresiones depósitos correlativos que permitan obtener una idea más clara sobre las modalidades de aplanamiento. En determinadas ocasiones estas superficies planas presentan un perfil ligeramente inclinado y cóncavo, que podría definirse morfológicamente como un glacis (la depresión que se extiende al oeste de Loulé, o las desarrolladas en el piedemonte de los relieves de Santa Bárbara de Nexe-Guihim y de la Sierra de Figo -San Miguel- son buenos ejemplos). En el último caso, los glacis se encuentran localmente cubiertos por detríticos groseros calcáreos que testimonian una importante arroyada superficial. Una depresión que se diferencia de las anteriores es la de la Ribeira de Algibre. Limitada por vertientes de declive acentuado, esta depresión, de dirección E-O se corresponde con una ampliación del valle de la referida ribera, cuya presencia no debe ser extraña a la fragilidad tectónica que se constata a lo largo de la flexión del mismo nombre. Se encuentra cubierta, en el sector de Aldeia da Tor, por depósitos arcillosos relativamente potentes, y a lo largo de la depresión se individualizan dos terrazas que parecen constituir dos niveles superiores por encima de amplia planicie fluvial.

**Relieves estructurales.**- Generalmente estos son vigorosos, con fuertes valores de pendiente, en forma de escarpe y constituyen el reflejo de estructuras más o menos desmanteladas. Las estructuras que más claramente se manifiestan en el relieve son los pliegues (dobras) anticlinales. Uno de los casos más típicos es el de Monte Seco, en el que se reconoce un relieve anticlinal, probablemente fallado en los flancos NO y SE. En el sector meridional de la Sierra de Figo, el flanco anticlinal se reconoce en pequeños niveles monoclinales. En general, se puede decir que son raras las formas estructurales típicas, pero la estructura tiene una influencia decisiva en la ordenación del relieve. En algunos casos, vertientes abruptas y rectilíneas que cortan la estructura plegada sin conexión con la litología particular, pueden ser interpretadas como escarpes de falla. En relación con la dinámica actual, las áreas más activas son las vertientes margosas «formaciones del Peral», sujetas a deslizamientos durante los periodos de lluvias intensas o prolongadas. En estos periodos de lluvias, interviene, también, la arroyada difusa y concentrada, incluso en las calizas, como ocurre en la vertiente meridional de la Sierra de Figo, donde se encuentran manifestaciones, recientes de «rill wash» afectando depósitos o rególitos que cubren parcialmente el substrato karstificado.

### **Coberteras Tabulares y Superficies Poligénicas**

Esta unidad ocupa el sector intermedio entre el Macizo Hespérico y el dominio costero en el sector andaluz, extendiéndose, en el Algarve, sobre una faja más es-

trecha entre el Barrocal y la zona estrictamente costera. Ya hemos mencionado que el substrato litológico está constituido por formaciones predominantemente regresivas mio-pliocuaternarias, aunque en algunas zonas de la hoja de Huelva la erosión ha hecho aflorar los tramos inferiores de la columna estratigráfica, correspondiente a series más profundas (margas azules miocenas). Sin embargo, se puede afirmar que las predominantes formaciones detríticas regresivas en el sector andaluz se corresponden con los últimos episodios de relleno de la Depresión Bética, un proceso que culmina con la presencia de facies fluvio-marinas (delta y/o ensenadas) caracterizadas en las formaciones de «Arenas de Bonares» o «Arenas Basales» (pliocuaternarias) -también presentes en la formación de Arenas de Quarteira-Faro en Portugal-, tras las cuales se produce la continentalización efectiva de todo el sector (Rodríguez Vidal, J., 1985) y el comienzo de la actividad morfogenética subaérea. Como consecuencia de ésta, tanto en el sector andaluz como en el del Algarve, las series anteriores se ven tapizadas por una característica formación detrítica grosera (gravas, arenas, arcillas), fuertemente rubefactada y de origen fluvio-coluvial («terraços», «cabezos») que marca el nivel superior de la cobertura sedimentaria. Posteriormente, tras las oscilaciones fluvioeustáticas y climáticas acaecidas durante el cuaternario, la instalación de la red hidrográfica actual ha llevado a cabo un efectivo proceso de erosión y dismantelamiento sobre estas formaciones, reduciendo a sectores aislados y culminantes topográficamente las áreas donde se puede reconstituir con facilidad la serie estratigráfica. Esta actividad erosiva fluvial, ha permitido individualizar las siguientes subunidades:

**Planicies detríticas somitales.**- Aquí se agrupan los sectores de morfología plana y ondulada, hoy en resalte topográfico, al quedar invertidos por la reciente actividad fluvial. El substrato está mayoritariamente representado por la serie detrítica fluvio-coluvial, antes citada, que ha recibido diferentes denominaciones y adscripciones genéticas: «Formación Roja», «Glacis pliocuaternarios» (Leyva, F., 1983; Viguier, CL., 1977), «Alto Nivel Aluvial» (Pendón, J.R. y Rodríguez Vidal, J., 1986), etc. En la actualidad las investigaciones geomorfológicas más recientes parecen incidir, por lo menos para algunos sectores (margen derecho del río Odiel), en un origen estrictamente fluvial (terrazas altas) y en la sucesión escalonada de un número elevado de niveles (Rodríguez, A., 1996). Desde la perspectiva fisiográfica adoptada se ha considerado oportuno individualizar estos sectores más como unidades culminantes de la cobertura tabular que como unidades de origen fluvial, ya que su posición morfotopográfica aislada, sus características litoedáficas con escasa capacidad productiva y su dedicación masiva, hasta hace algunos años, a la explotación forestal.

**Relieves de disección.**- Entre las subunidades superiores y los niveles más depri-  
midos de esta unidad, se sitúan los sectores más intensamente incididos por la erosión hídrica superficial -fácilmente desarrollada sobre el substrato limo-arenoso dominante-, presentando una morfología accidentada con valles en V e interfluvios profundamente erosionados, donde el desarrollo edáfico se ve impedido. Los suelos presentan, por tanto, una capacidad productiva natural escasa, marginal o, incluso nula, en los sectores más afectados. Cartográficamente se han individualizado dos subunidades dependiendo de su posición topográfica y características sedimentológicas. En posiciones mas elevadas y sobre un substrato arenoso una de

ellas (a veces profundamente erosionada hasta configurar áreas de “bad-lands”), en posiciones más deprimidas con una topografía más suave y substrato limo-arenoso la otra (con suelos con mejor capacidad productiva).

**Áreas llanas de origen denudativo.**- Las zonas donde la cobertura sedimentaria ha sido más profundamente desmantelada, ocupando por ello, los sectores más deprimidos, se incluyen en esta subunidad. Este proceso de desmantelamiento fluvial las diferencia genéticamente del resto de áreas también planas pero fruto de la acumulación fluvial, a la vez que su topografía suave y la presencia de granulometrías más finas en el substrato (limos y puntualmente margas), facilitan un mayor desarrollo edáfico que eleva su capacidad productiva al proporcionarle una clara vocación agrícola.

**Superficie poligénica litoral.**- En el Algarve, al sur de la unidad de Barrocal, se extiende una superficie más o menos regular que secciona unidades geológicas de edades diferentes, desde jurásica a miocena. Aunque su evolución es todavía mal conocida, se trata verdaderamente de una superficie poligénica, en la que la acción fluvio-marina queda patente (Manuppella et alia, 1987) en los sedimentos que la fosilizan -la anteriormente citada formación de arenas de Quarteira-Faro- que, a su vez, presentan, bien tapizándolos o ligeramente embutidos en ellos, los depósitos detríticos de origen terrígeno fluvio-coluvial («terrazos»).

Obviamente, la dinámica actual de todas estas subunidades se presenta totalmente controlada por la erosión hídrica que, gracias a la fácil movilización del substrato, desarrolla todas las tipologías conocidas (surcos, regueros, cárcavas...) e incluso, en algunos sectores adquiere importancia la arroyada subsuperficial (piping). La red hidrográfica ejerce, por lo tanto, una significativa labor erosiva, sobre todo en los sectores más accidentados, y presentan igualmente una importante capacidad de transporte de sedimentos hacia el próximo dominio costero. La incidencia de la arroyada concentrada ha sido en algunos sectores de tal intensidad que se han desarrollado puntualmente áreas de «band-lands» y profusión de conos de deyección, cuya morfología ha sido en parte modificada, en nuestros días, por la incidencia de las recientes e intensas transformaciones agrícolas (aterrazamientos) que, en la mayoría de las ocasiones, al desproteger al suelo en sus primeras fases, incrementan los índices de erosión y transporte considerablemente.

### Unidades de origen fluvial

A la importante labor erosiva de la red hidrográfica superficial como conformadora de los relieves estructurales, se le suma una significativa actividad modeladora y sedimentaria asociada a determinadas unidades desarrolladas longitudinalmente y, de forma paralela, a los principales cauces. Estas unidades están asociadas a la deposición de sedimentos aportados por los ríos en sus llanuras de inundación y a la histórica reexcavación de las mismas a causa de cambios en el régimen morfoclimático y/o a variaciones en el nivel de base de la red hidrográfica. Dentro de esta unidad se han individualizado las siguientes subunidades:

**Llanuras de inundación y fondos de valle.**- Esta unidad agrupa tanto a las llanuras de inundación asociadas a los cauces principales, como, con un carácter más impre-

ciso, a los fondos de valles ligados a la red secundaria. En el primer caso se trata de planicies desarrolladas a ambos lados de los principales cauces, periódicamente inundadas en las mayores avenidas y limitadas por los escarpes de las terrazas bajas. Su composición litológica está formada por aluviones recientes (incluyendo cauces abandonados, levés, point bars, etc.) donde se desarrollan suelos profundos, con escaso desarrollo en horizontes y elevada capacidad productiva. En el segundo se incluyen las áreas deprimidas asociadas a los cauces de la red hidrográfica de menor entidad, agrupando tanto a las llanuras de inundación como a las terrazas bajas y zonas inferiores de los interfluvios con deposición coluvial. Individualizadamente presentan una gran diversidad morfológica (valles de fondo plano en la cobertura tabular, amplios valles sobre la superficie poligénica litoral, etc.) aunque, en cualquier caso, constituyen zonas relativamente planas, con suelos aluviales profundos y poco evolucionados y una capacidad productiva aceptable. Esta unidad se corresponde con áreas de gran actividad geomorfológica, al verse afectada por avenidas e inundaciones episódicas, cuya gravedad en términos materiales y humanos tenderá a aumentar con el incremento de la ocupación humana (Ribeira de Quarteira, San Lorenzo, San Juan del Puerto, La Antilla, etc.).

**Terrazas fluviales.-** Esta subunidad se corresponde con llanuras de inundación antiguas, reexcavadas por los cauces actuales que han quedado elevados topográficamente algunos metros por encima de las llanuras de inundación actuales. Litológicamente están constituidas también por sedimentos aluviales, con frecuencia de composición granulométrica más grosera (gravas y arenas) y soportan suelos de mayor desarrollo edáfico, elevada incidencia de la rubefacción y capacidad productiva moderada. En orden a una mejor legibilidad de los mapas, se han agrupado en bajas, medias y altas cuando el sistema de terrazas está asociado a cauces significativamente importantes (Tinto, Odiel, Piedras...). Sin embargo, la menor entidad de los sistemas fluviales en las hojas portuguesas ha llevado a cartografiar todos los niveles bajo una denominación genérica de "terrazas". La más extensa representación de estas unidades recorren la margen derecha del río Odiel hasta enlazar con la zona costera, donde corona un antiguo acantilado (El Rompido). Con frecuencia se le ha asignado una génesis fluvio-marina (Leyva, F. et alia, 1983), aunque las investigaciones más recientes apuntan hacia un origen exclusivamente fluvial (Rodríguez, A., 1996).

## Dominio Costero

El rasgo más singular del tramo de costa que engloban las cuatro hojas publicadas, es el de conformar, a escala regional, una extensa playa baja y arenosa desde un sector al oeste del Cabo de Santa María hasta el extremo más oriental de Huelva, constituyendo una unidad fisiográfica -en este caso desde la perspectiva de la dinámica litoral-, es decir, que toda ella es solidaria respecto al tránsito sedimentario, una unidad que se prolonga fuera del ámbito de estudio hasta la desembocadura del Guadalquivir (Ojeda, J. 1988). En los sectores occidental y oriental de la zona de estudio, las playas se sitúan frente a sectores acantilados: el tramo desde Albufeira a Quarteira en el sector occidental portugués y el tramo desde Mazagón hacia levante en el caso oriental español. Esta playa continua de casi 200 km., está dinamizada por una potente deriva litoral controlada por el dominante oleaje del tercer cuadrante y, por ello, con una clara componente neta hacia levante. Este tránsito sedimentario ha sido evaluado en

diferentes sectores (CEEPC Ramón Iribarren 1981) en la costa de Huelva, tarando la fórmula del CERC con resultados experimentales (espigón de Punta Umbría, en el caso español), de por sí más fiables. Los resultados, recogidos cartográficamente en las Hojas de Ayamonte y Huelva, oscilan según los sectores y alcanzan los 300.000 m<sup>3</sup>/año, debido a la favorable orientación de la costa respecto al oleaje dominante incidente. Por otra parte, la relativa protección que ofrece el cabo de San Vicente al sector costero portugués reduce la competencia de la deriva litoral, presentando valores entorno a 20-40.000 m<sup>3</sup>/año hasta el Cabo de Santa María, para aumentar a valores entre 100 y 150.000 m<sup>3</sup>/año entre este cabo y la desembocadura del Guadiana. Al tratarse de una costa mesomareal (rango de marea de 2-4 m) y ocupar el tramo final de la Depresión Bética, con la presencia de importantes arterias fluviales (Guadiana, Piedras, Tinto-Odiel), se ha favorecido el desarrollo de una variada actividad morfodinámica de la marea, con presencia de estuarios y marismas mareales en el territorio español, mientras en el sector portugués dinamiza un activo complejo de islas barreras activas que individualiza un extenso complejo marismeño: la Ría de Formosa. La constante incidencia de la deriva litoral y la ubicación del Guadiana en el extremo más occidental del sector andaluz (único río con competencia para aportar cantidades significativas de sedimentos arenosos) ha contribuido eficazmente al desarrollo de una también variada tipología de formaciones arenosas; islas-barrera evolucionadas, cordones litorales, flechas y contraflechas.

Por otra parte, la configuración actual de este dominio costero, se encuentra en gran medida y, desde una perspectiva regional, fuertemente controlada por la importante neotectónica postalpina que, sobre la base de algunas fracturas y fallas de componente dominante norte-sur (Tinto y Odiel), junto a otras de dirección este-oeste (sector Huelva-Ayamonte), individualizó este tramo costero en sectores con un comportamiento diferenciado como ya apuntábamos al analizar el dominio continental. Desde una perspectiva histórica más reciente (Ojeda, J., 1989), su configuración actual parte de la línea de costa definida con el máximo transgresivo flandriense (situado entorno al 6.500 BP para la costa onubense -Dabrio et alia, 2000-) que definió una costa entrecortada muy diferente a la de nuestros días (todavía reconocible en algunos acantilados fósiles hoy muy alejados de la línea de costa). Desde entonces a la actualidad se ha producido un importantísimo proceso de regularización con la aparición del complejo de islas barrera/marismas mareales en el sector portugués. De esta forma, se atribuye un origen transgresivo al complejo de islas barreras del sector portugués, cuyas islas habrían evolucionado a partir de una extensa acumulación de arenas litorales, por efecto conjugado del oleaje y de las corrientes de marea. En el sector español, por otra parte, la evolución de los estuarios revela también un proceso de colmatación seguido de la formación de flechas y contraflechas litorales que progresivamente van cerrando el estuario y facilitando el desarrollo de espacios marismeños en los sectores ahora protegidos del oleaje.

### Formaciones arenosas costeras

Agrupan un conjunto de formaciones sedimentarias de textura grosera (arenosa) que están ligadas genéticamente y morfológicamente a la acción de los agentes morfodinámicos litorales (oleaje, corrientes de marea y viento, principalmente). Se han individualizado cartográficamente las siguientes subunidades:

**Manto eólico.**- Se trata de extensas formaciones superficiales constituídas por arenas de origen litoral, movilizadas por el viento hasta formar complejos dunares de dimensiones significativas, pero que, en la actualidad, se presentan estabilizadas por la vegetación, aunque aún se reconoce morfológicamente su génesis eólica. En el sector andaluz se ubican al este del río Tinto en la Hoja de Huelva, cubriendo el antepaís modelado sobre las arenas Basales (Vanney, J. R. y Menanteau, L., 1977). Tras el análisis geomorfológico detallado (Borja, F. y Díaz del Olmo, F., 1995 y 1999), se han identificado varias generaciones de sistemas dunares relictos, en parte desmantelados por la deflación, que fueron afectados por alteraciones ferralíticas antes de la deposición de una delgada capa procedente de su removimiento.

**Cordones dunares.**- Se trata de formaciones arenosas de origen litoral, pero cuya morfología actual se debe casi exclusivamente al efecto del viento costero, estando en gran parte, fijadas igualmente por la vegetación. Sin embargo, su morfología original (dunas parabólicas, nítidos frentes de avance, etc.) aún es perfectamente reconocible, a lo largo del frente costero que se extiende desde la desembocadura de los ríos Tinto y Odiel hasta el extremo oriental de la Hoja de Huelva. Esta faja costera, va ganando altitud hacia el este (Asperillo) y, al ubicarse en un sector muy solicitado energéticamente por el oleaje y de gran eficacia de la deriva litoral, presenta su frente costero modelado en un peculiar acantilado sometido a importantes índices de retroceso.

**Cordones y flechas litorales e islas barreras.**- En este caso se trata de formaciones arenosas de acumulación litoral, pero cuya morfología actual se liga a la acción combinada de los diferentes agentes morfodinámicos litorales (oleaje, corrientes de marea y viento). Esta subunidad constituye una variable faja de sedimentos arenosos desde la desembocadura de los ríos Tinto y Odiel hasta la del río Guadiana -prolongándose hasta el Cabo de Santa María en el sector portugués-. Desde la perspectiva morfodinámica, se pueden individualizar tres sectores con un comportamiento y evolución histórica diferenciada. El primero comprendería el sistema de islas barreras activo del sector portugués, constituido por un complejo de cinco islas barreras (Barreta, Culatra, Armona, Tavira e Cabanas), separados por seis activas barras -tidal inlets- (Ancão, Faro, Armona, Fuzeta, Tavira e Cabanas) a las que se asocian los correspondientes deltas de marea. El segundo abarcaría desde la desembocadura del río Guadiana hasta el extremo más distal de la «actual» flecha del Rompido. Se trata de una formación de islas-barreras activas hasta el siglo XVIII, posteriormente evolucionadas al cegarse los antiguos pasos o barras (tidal inlets) que las individualizaban, hasta configurar, en la actualidad, una ininterrumpida formación arenosa desde el río Carreras (única barra todavía activa) hasta el extremo oriental de la flecha del Rompido. El tercer sector está caracterizado por un conjunto de flechas litorales (Punta Areia, Punta Umbría) y contraflechas (Punta Canela, Punta de la Espada o Punta de Arenillas) que cierran los estuarios de los ríos Guadiana y Tinto-Odiel; en estos sectores se reconocen morfológicamente un conjunto de alineaciones rectilíneas o incurvadas, topográficamente elevadas, que están ligadas a la continua acreción de dunas-crestas y surcos de playas posteriormente remodelados por el viento y fijadas por la vegetación. Su representación cartográfica nos revela la reciente evolución histórica de estas formaciones, marcando las sucesivas líneas de costa que se definían con su progresivo desarrollo.

La dinámica actual en estas formaciones se centra en su frente costero, ya que es el sector más solicitado energéticamente por el oleaje y puntualmente, por la corriente de marea. Desde un punto de vista morfodinámico en este frente costero encontramos deltas de marea (separando las islas barrera portuguesas antes comentadas y puntualmente en el sistema del río Carreras), deltas submarinos (fundamentalmente en los ríos Guadiana, Tinto-Odiel y, con dimensiones sustancialmente inferiores, en el río Piedras, tras la regulación de su cuenca, un delta de reflujo), playas muy dinámicas y microacantilados sobre la duna costera (foredune).

Los deltas de marea constituyen formaciones arenosas asociadas a ambos lados de los diferentes pasos o «barras» (tidal inlets) que conectan las zonas interiores marismeñas con el mar abierto, estando ligadas genéticamente a la interacción de las corrientes de marea con el oleaje. Los deltas submarinos se asocian a los principales cauces fluviales, en el caso español al río Guadiana, Tinto-Odiel y, en menor medida, al río Piedras. Morfológicamente presentan unidades muy parecidas a los deltas del reflujo (canales de reflujo y flujo individualizados, formaciones arenosas intramareales, etc.), aunque la incidencia fluvial ejerce una importante labor modeladora en su sistema evolutivo (Ojeda, J., 1988). Desde la perspectiva dinámica son de gran interés, ya que su presencia modifica en parte la incidencia de los agentes morfodinámicos (refracción del oleaje, canalización de corrientes de marea, derivas locales...) y, por lo tanto, controlan en parte la evolución morfológica y dinámica de un sector de costa en su entorno. La modificación de su sistema evolutivo por la construcción de obras de infraestructura costera (diques de acceso en el Guadiana y Tinto-Odiel en el sector español y los correspondientes a la Barra Nueva o de Faro en el portugués) o su propia evolución natural (río Piedras) han introducido importantes modificaciones en la línea de costa, con oscilaciones positivas y negativas de gran extensión superficial, en periodos de escasa magnitud temporal y aún inconclusos en gran parte. La mayor parte del frente costero del área cartografiada se resuelve con la presencia de extensas playas arenosas, caracterizadas por su constante ajuste morfológico a las condiciones hidrodinámicas reinantes (perfiles de temporal o de bonanza). El límite superior de las mismas pone en relación, en los sectores más estables, la playa alta (backshore), de morfología plana, escasa pendiente y sólo excepcionalmente alcanzadas por los temporales, con la duna costera (foredune). Esta duna costera posee un contrastado interés geomorfológico por su efecto amortiguador durante los temporales, aunque ha sido desafortunadamente destruida o debilitada en muchos sectores por infraestructuras o por procesos de edificación -La Antilla, península de Ançao,...-, alterando sensiblemente la dinámica transversal de los sectores afectados. En los sectores regresivos, en cambio, la playa alta es efímera o no existe, entrando en contacto directo la playa media (foreshore), de perfil cóncavo más acusado clinométricamente y periódicamente afectado por las mareas, con una duna costera modelada en microacantilado por la incidencia frecuente del oleaje en su base.

De interés general para todo el dominio costero ha sido la construcción de los diques sobre los ríos Guadiana (1972), Carreras (1969) y Tinto-Odiel (1979) para facilitar el acceso a los puertos interiores. Estas obras de infraestructura han supuesto un obstáculo total o parcial al tránsito sedimentario longitudinal movilizado para la deriva al penetrar en la zona de rompientes, provocando la rápida acumula-

ción y progradación de la playa en los sectores situados al oeste de las infraestructuras y favoreciendo los procesos erosivos y la regresión -por el déficit sedimentario que suponen las retenciones de sedimentos- en los sectores al este de las mismas. De esta forma se puede decir que la extensa y solidaria unidad fisiográfica original (Cabo de Santa María-Guadalquivir) se ha visto artificialmente dividida en tres sectores prácticamente independientes (Cabo Santa María-Guadiana, Guadiana-Tinto-Odiel y Tinto-Odiel-Guadalquivir), alterándose sensiblemente la dinámica.

### Formaciones de Marismas Mareales

Son unidades litorales que agrupan a las zonas más protegidas y de menor eficacia del oleaje, erigiéndose la marea en el principal agente morfodinámico, y caracterizándose por la deposición de sedimentos de granulometría más fina. En general se hallan constituidas por una tupida red de drenaje, suelos de escaso desarrollo y una vegetación típicamente halófila, aunque en el caso del Guadiana y el Tinto-Odiel se trata, desde la perspectiva genética, de formaciones a medio camino entre las marismas mareales y de estuario (Rubio García, J.C. et alia, 1983 y 1985). Atendiendo a las condiciones morfotopográficas, a la influencia de la marea y a una organización biológica específica se han individualizado las siguientes subunidades:

**Marismas con vegetación.** - Ocupan las áreas más elevadas y evolucionadas, sólo inundadas en mareas vivas (slikke alta) y, en algunos sectores, sólo durante las mareas excepcionales (shorre), estando colonizadas por plantas halófilas densas, vivaces o anuales (*Spartina densiflora*, *Salicornia* spp., *Limoniastrum monopelatum*, etc.). También se incluyen en esta subunidad sectores marismeños sometidos a periodos de inundación mayores (slikke media) y caracterizados, en el caso andaluz, por una vegetación específica, la *Spartina marítima*, gramínea vivaz que consolida el sustrato y contribuye eficazmente al desarrollo de la incipiente red de drenaje.

**Marismas sin vegetación.** - Está constituida por las zonas más deprimidas altimétricamente, siendo inundadas con cada marea alta, incluso en mareas muertas (Slikke baja). Se ubican, por lo tanto, en el borde de los caños y esteros, así como en algunas planicies mareales con una red de drenaje muy incipiente (sectores de la Isla de San Bruno o Banco del Manto). Todo ello, impone unas fuertes limitaciones al desarrollo biológico, por lo que está prácticamente desprovista de vegetación, excepto la presencia de áreas con prados de fanerógamas marinas (*zoostera noltii*, *zoostera marítima*...).

**Bancos arenosos y limosos.** - Esta unidad sólo se ha representado cartográficamente en la formaciones marismeñas de la Ria de Formosa, constituyendo formaciones de granulometría más grosera y ubicándose en los sectores donde las corrientes de marea presentan o han presentado mayor competencia energética (deltas de flujo).

Desde una perspectiva dinámica los agentes más activos son las corrientes de marea, ya que constituyen el vehículo para la redistribución de sedimentos y la fuente subsidiaria de energía, al estar protegidas del oleaje debido a su posición resguardada en el estuario o por la presencia de formaciones arenosas (islas-barreras, flechas litorales, etc.). Las corrientes de marea facilitan igualmente la expansión y crecimiento de los

medios marismeños y la distribución de nutrientes necesaria para el desarrollo biológico. La red de drenaje (canales, caños y esteros) se caracteriza por corrientes poco turbulentas, por donde circulan las aguas del prisma de marea, a las que se unen las aportaciones episódicas de los cauces fluviales que desembocan en los espacios marismeños. Exceptuando los cauces principales ligados a los estuarios fluviales, en el resto de los caños y esteros predomina, por lo tanto, una circulación bidireccional de predominio mareal. En las marismas del Tinto y Odiel es especialmente relevante la presencia de cubetas salinas (salt pans), es decir, enclaves aislados de la red de drenaje o con drenaje impedido donde se produce la acumulación de agua salada durante las mareas equinocciales, para progresivamente ser reducida por evaporación hasta constituir áreas completamente secas cubiertas por una delgada capa de sal de precipitación, durante la estación estival.

Especial relevancia presentan los sectores donde se produce una aceleración de las corrientes de marea (barras) antes de pasar a mar abierto, ya que constituyen sectores donde existe un sensible equilibrio dinámico entre las corrientes y el oleaje, que permite mantener despejados estos canales de comunicación. En este sentido, conviene recordar que importantes extensiones de marismas han quedado relegadas de la dinámica mareal natural (Ría de Formosa, marismas del Guadiana o del Piedras, por ejemplo) al establecerse en ellas actividades o usos antrópicos (rellenos, vertederos de residuos sólidos industriales, salinas, acuicultura...). En todas ellas, este aislamiento -que en las marismas del Tinto y Odiel afecta al 40 por ciento de la superficie original- ha hecho descender considerablemente el prisma de marea que dinamizaba los espacios marismeños y ha reducido, con ello, la competencia de las corrientes de marea en algunas de estas «barras», modificándose sustancialmente el equilibrio natural de las mismas.

## V. La actuación humana en el Litoral Transfronterizo Algarve-Andalucía

Las formas de ocupación del suelo sobre la zona costera están fuertemente relacionadas con las características físicas de este espacio, si bien, los aspectos históricos y las decisiones políticas regionales más recientes que, en las últimas décadas, originaron profundas modificaciones en el paisaje, han tenido una importancia decisiva sobre el mismo.

Para un conocimiento y caracterización de la incidencia humana en el territorio, hay que tener en cuenta las transformaciones ocurridas a partir de los años sesenta, de cara a los usos y actividades tradicionales existentes hasta entonces.

Con anterioridad a la década de los sesenta, el Sotavento del Algarve y la Costa de Huelva se caracterizaban por el predominio de actividades tradicionales ligadas a la agricultura y la pesca, con excepción de algunos núcleos, que presentaban una mayor vocación comercial y de servicios (Faro/Huelva).

En lo que respecta a la distribución de la población, los contrastes eran ya bastante evidentes. La Sierra del Algarve y la zona al Este de Ría Formosa presentaban un

despoblamiento casi total, en el que la ausencia de núcleos urbanos estaba relacionada con las características físicas del medio. El predominio de suelos arenosos, de escasa o nula capacidad agrícola determinaba un área marginal, donde la vegetación natural era abundante y limitaba con áreas ocupadas por pinares y eucaliptos cuyo proceso de reforestación fue iniciado en los años cuarenta.

Al oeste del estuario del Odiel la situación era bien distinta. Así, los suelos poco propicios para la actividad agrícola se alternaban con suelos aptos para los cultivos de secano, verificándose la presencia de almendros, higueras y olivos, junto a las especies de herbáceos existentes. Los regadíos estaban reducidos a pequeñas huertas situadas en las inmediaciones de los principales núcleos urbanos, mientras que las superficies ocupadas por explotaciones agroforestales y la vegetación natural predominaban, no sólo en la Sierra, sino también en algunos suelos marginales existentes en áreas próximas de la franja costera.

Este sector occidental onubense era el que registraba una mayor densidad poblacional, lo que se explica, por una cierta aptitud agrícola de los suelos, complementada con la actividad pesquera, y por las explotaciones salineras practicadas en los principales estuarios y zonas de marismas, contribuyendo así a una diversificación económica de esta zona.

A pesar de toda la importancia de estas actividades litorales (pesca y salinas), parece que existía, en términos generales, un predominio de la vocación agrícola demostrada por el número reducido de poblaciones asentadas sobre la línea de costa (Ayamonte, Isla Cristina, Punta Umbría) frente a la preponderancia de núcleos interiores, en los que la actividad agrícola ocupaba a un gran porcentaje de la población activa.

En el Sotavento del Algarve la evolución demográfica también se ha caracterizado por la acentuación de los desequilibrios existentes entre el litoral y el interior. Este contraste fue más relevante en la segunda mitad de siglo, reflejándose en la concentración de población en la zona litoral, por oposición a la Sierra, que presentaba, no sólo densidades poblacionales bastante inferiores, sino grandes áreas totalmente despobladas.

La Sierra fue objeto de procesos de cultivo y de explotación que empobrecieron rápidamente los magros suelos de pizarra. Este hecho y la ausencia de infraestructuras, la convirtieron en una región exportadora de población, lo que se tradujo en un elevado índice de envejecimiento y en un crecimiento vegetativo negativo.

La fuerza de atracción del litoral se relacionaba, fundamentalmente con la existencia de suelos con elevada aptitud agrícola, y por la concentración de la mayor parte de la actividad económica.

La zona de transición entre estas dos subregiones naturales (Barrocal), presentaba efectivos poblacionales superiores a los de la Sierra. Sin embargo desde comienzos de siglo, el peso relativo de la población residente sufre una disminución acentuada, causada por la significativa migración hacia el litoral.

Cada una de estas tres franjas diferenciales en el Sotavento del Algarve, poseen todavía tejidos productivos propios.

Así en la Sierra, caracterizada por la presencia de suelos esqueléticos de pizarras, de escasa capacidad agrícola y sujetos a graves problemas de erosión, que se encuentran cubiertos por matorrales y jaras en torno a pequeños núcleos arbóreos de encinas, alcornoques y acebuches. La agricultura que se practica revela un sensible atraso, asumiendo características de subsistencia, con predominio de cereales.

En el Barrocal, donde abundan las rocas carbonatadas, existe un policultivo de algarrobos, higueras, almendros y olivos, intercalados con algunos cultivos de cereales y forrajes. En las áreas con disponibilidad de agua aparecen cítricos, viñas y productos hortícolas.

En el Litoral, en tanto que zona más favorecida, con los suelos de mayor potencialidad agrícola, abunda la fruticultura y la horticultura.

A partir de la década de los sesenta se inicia un periodo caracterizado por alteraciones profundas que reflejan el crecimiento acontecido durante esos años.

En Andalucía, la primera manifestación de esta nueva orientación económica se tradujo en la implantación del Polo de Desarrollo Industrial de Huelva, como consecuencia de una iniciativa estatal relacionada con los Planes de Desarrollo Económico y Social, que surgen en España durante los años sesenta y setenta. Como resultado se crea un importante complejo industrial, en el que el sector petroquímico es el predominante, que aprovechaba condiciones favorables de emplazamiento tales como buenas comunicaciones por mar, la facilidad de evacuación de residuos, y la disponibilidad de suelos que ofrece el estuario orubense. Esta implantación tuvo como consecuencias inmediatas la ocupación de extensas superficies de marismas por instalaciones industriales, depósitos de residuos sólidos y diversas infraestructuras (carreteras, canales, conducciones, puentes, muelles de descarga, oleoductos submarinos, gasoductos, etc.) que tuvieron incidencia, no sólo en los márgenes del estuario, sino en toda su área de influencia. Paralelamente y entre otros aspectos, se produjo un crecimiento de grandes proporciones del Puerto de Huelva, que conllevó intensos trabajos de dragado del canal que le da acceso, junto con la construcción de diques que ayudan a mantenerlo en estado operacional. Todas estas transformaciones originaron profundas alteraciones en el paisaje, convirtiéndose, igualmente, en fuente de impacto para el medio ambiente, destacando la polución atmosférica, la contaminación de las aguas de la ría y la pérdida de importantes superficies de marismas naturales. Igualmente importantes fueron los graves problemas de erosión costera derivados de las alteraciones al equilibrio sedimentario de las playas producidas por la construcción de diques y espigones.

Se trata, pues, de un tipo de implantación industrial propio de esas décadas, que no contempló los valores naturales del espacio, ni los perjuicios para las poblaciones existentes. Éstas apenas fueron beneficiadas a nivel económico, mientras que padecieron directamente los problemas de contaminación y la pérdida de importantes recursos naturales (playas, marismas, pesca, etc.).

En los años noventa, la administración andaluza ha realizado costosas inversiones dirigidas a paliar los efectos negativos producidos por esta implantación industrial. Entre estas iniciativas destacan el Plan Corrector de vertidos de la Ría de Huelva, tanto a las aguas como a la atmósfera de este territorio, y la transformación de importantes superficies de residuos de fosfoyesos en área forestal y recreativa.

En el Sotavento algarviense, hasta la década de los sesenta, el sector industrial se encontraba directamente vinculado a la actividad agrícola y pesquera. A partir de este periodo se asiste a un movimiento estructural que se tradujo en una pérdida de posición de las actividades tradicionales de la región (pesca, frutos secos, conservas, corcheras, construcción naval), que dio lugar tanto a una disminución del número de establecimientos activos, como a una disminución del empleo y de la producción. Esta situación tuvo como contraste el crecimiento de los servicios y de la construcción civil, como resultado de la expansión del turismo, registrándose un aumento del número de empleados en el sector terciario y secundario.

El crecimiento de la construcción vino acompañado del incremento de algunos ramos de la industria transformadora. Ésta, en términos globales, se encontraba fuertemente concentrada en los sectores de alimentación y bebidas, maderas, corcho e industrias metalo-mecánicas.

La Industria extractiva, basada en la extracción de rocas, arcilla y arenas, representa cerca del 40% de la producción regional. En lo referente a la extracción de sal marina, se verifica que esta actividad aparece con alguna relevancia en los concejos de Castro Marín, Tavira, Olhão y Faro, representando más del 80% del total producido en el Algarve.

De modo general, la industria existente se caracteriza por estar integrada por unidades de pequeño tamaño. En esta región tiene lugar una dicotomía espacial muy acentuada, ya que un gran porcentaje de los establecimientos industriales existentes se concentraban, y concentran todavía, en la franja litoral, dejando el interior en una posición de segundo plano.

Los impactos en el medio natural resultantes de la actividad industrial producen alteraciones de relevancia en el Parque Natural de Ría Formosa. Efectivamente, algunas industrias agroalimentarias son responsables del vertido de efluentes líquidos con elevadas cargas orgánicas, que contribuyen al aumento de la polución de sus aguas.

La explotación de canteras es una actividad que presenta, igualmente, aspectos ambientales negativos, tanto por el impacto paisajístico, en algunos casos sobre espacios de gran valor natural, como por el ruido y la emisión de partículas.

En la costa onubense, la actividad industrial, como se comentó anteriormente, se concentra a las orillas de la Ría de Huelva, extendiéndose sobre importantes superficies de marismas y formaciones arenosas.

Entre los años setenta y principio de los noventa, los principales impactos producidos por esta actividad industrial se asociaron a la pérdida de calidad de aguas de la

ría, provocada por los vertidos incontrolados, y los derivados de las emisiones a la atmósfera. Igualmente importantes fueron los vertidos industriales de fosfoyesos depositados en cerca de un millar de hectáreas de las marismas del río Tinto.

A partir de la década de los noventa, las importantes actuaciones destinadas a la corrección de estos impactos han atenuado en buena medida los mismos, si bien, la actividad portuaria y la nueva expansión de las industrias del Polo hacia la zona de Mazagón hacen que todo este espacio siga teniendo un aspecto degradado.

A partir de los años sesenta surge en ambas regiones una actividad económica, el turismo, que origina importantes alteraciones en la franja costera. Su influencia va a extenderse a la práctica totalidad del litoral de ambos territorios, al contrario de la actividad industrial, que aparece con un patrón espacial concentrado.

El desarrollo de la actividad turística, prácticamente inexistente con anterioridad a los sesenta, provoca la transformación de antiguos núcleos con vocación pesquera, como Punta Umbría, Albufeira y, en menor escala Isla Cristina, que han experimentado un crecimiento espectacular en las últimas décadas.

Esta actividad ha conducido a la aparición de un gran número de nuevas urbanizaciones, iniciándose un proceso que, en la actualidad, ha llevado a la consolidación de aglomerados urbanos (Mazagón, La Antilla, El Portil en Andalucía, y Vilanouva, Vale de Lobo y Quinta do Lago en el Algarve) que, en la mayoría de los casos, sobrepasan la población y las extensiones territoriales de sus respectivos municipios.

Esta expansión turística tuvo como resultado inmediato la concentración de áreas urbanizadas en una estrecha franja costera, muchas veces desvinculadas del espacio que las rodea, y originando, a su vez, problemas de destrucción de unidades de gran valor ambiental (dunas, pinares, playas, etc.).

Igualmente importantes son los conflictos provocados por el insuficiente o mal funcionamiento de los sistemas de depuración de aguas residuales que se deben en gran parte, a las dificultades resultantes de las elevadas concentraciones de población en la franja litoral, agravados por una multiplicación de la misma en los meses de verano.

Este problema, mitigado en buena medida por las importantes inversiones realizadas en materia de saneamiento y depuración, se presenta especialmente preocupante en el plano ambiental en zonas de estuarios y marismas, que son frecuentemente utilizadas como lugar de descarga de efluentes urbanos.

Aún hoy la multiplicación y el crecimiento de las áreas urbanizadas a lo largo de la línea de costa afecta de forma desigual a la provincia de Huelva y al Sotavento del Algarve. Así este proceso ocurre con mayor intensidad en las zonas occidentales de ambas regiones, en la mayoría de los casos apoyados en los núcleos urbanos tradicionales.

En el caso algarviense, en su sector occidental, se registra un mayor número de establecimientos turísticos, concentrados, en gran medida, en los concejos de Albufeira y Loulé, que, a su vez, presentan las mayores capacidades de alojamiento.

La zona al Este del núcleo de Huelva, se caracteriza por un reducido grado de urbanización en el que apenas Mazagón destaca. Este hecho contrasta con las enormes potencialidades de desarrollo turístico que presenta esta zona, pero que debido a iniciativas de planificación territorial de los últimos años destinadas a su conservación, se han traducido en la instalación de infraestructuras turísticas de bajo impacto tales como camping dispersos a lo largo de la línea costera. Las causas históricas de esta falta de desarrollo turístico están relacionadas con el despoblamiento tradicional allí existente, el predominio de terrenos de propiedad pública y la falta de infraestructuras, compensada en parte por la construcción de la carretera Huelva-Matalascañas a principios de los ochenta.

El desarrollo turístico del sector oriental del Sotavento algarviense no ha tenido la dinámica que se verifica en el resto de la región. Aquí la presión turística se presenta geográficamente limitada, estando los mejores alojamientos polarizados en los núcleos de Tavira, Vila Real de Santo António y Monte Gordo.

En términos globales existen bajas densidades de construcción en las que el número de iniciativas no es significativo con respecto a la realidad de la región. A pesar de ello, aparecen algunas urbanizaciones turísticas, tales como Pedras d'El Rei, y Retur, entre otras. Es de hecho una zona en la que el desarrollo turístico no ha provocado daños irreversibles para su equilibrio, encontrándose agredida sólo puntualmente, en términos de ordenación y de medio ambiente.

Esta situación se debe, en parte, a la importancia de las actividades económicas tradicionales, especialmente la agricultura, que se localiza, preferentemente, en este sector litoral, y la pesca, pues es este tramo el que abriga a los principales puertos pesqueros de la región (Olhão, Fuzeta, Tavira y Vila Real de Santo António). Es importante destacar que junto a la línea costera existen importantes núcleos urbanos, donde el comercio y los servicios han permanecido como importantes actividades económicas, dado su carácter de sede de concejo (Olhão, Tavira y Vila Real de Santo António).

Sin embargo, es previsible un crecimiento del equipamiento turístico como respuesta a una mayor demanda, fomentada por la mayor accesibilidad regional e interregional que resulta de la vía longitudinal del Algarve y del Puente sobre el Guadiana.

En el Sistema de islas barreras de Ría Formosa (Concejos de Faro, Olhão y Tavira), se produjo la construcción de edificaciones de baja calidad, que, en gran parte, constituyen segundas residencias de las poblaciones de los respectivos municipios, aunque algunas pueden tener un uso turístico. Estas construcciones generan disfunciones ambientales significativas, sobre todo por la destrucción de la vegetación dunar y del cordón arenoso, y por la contaminación de las aguas de Ría Formosa.

En algunas de estas islas fueron también implantados camping (Isla de Faro y de Tavira), cuya intensa ocupación en los meses estivales acentúa las presiones sobre el medio.

La agricultura fue otra actividad económica que introdujo profundas alteraciones en el medio físico de toda la franja costera a partir de la década de los setenta.

Se trata de una actividad agrícola asociada a los cultivos forzados de productos tempranos que, en la provincia de Huelva, se especializa en la producción de fresón y de cítricos, y en el Sotavento del Algarve, en una mayor diversidad de cultivos hortofrutícolas, que han venido a sustituir a los frutales de secano de algunas zonas del Barrocal y del litoral. El aumento de las áreas ocupadas por este tipo de agricultura ha sido significativo en las últimas décadas, extendiéndose por la totalidad de la franja costera onubense e incidiendo especialmente la zona de Faro, Olhão y parte de Tavira, en la región algarviense.

Las indiscutibles ventajas económicas intrínsecas a este tipo de agricultura, favorecieron su expansión incontrolada en la provincia de Huelva en los años ochenta, lo que supuso la transformación en regadío de millares de hectáreas de suelos arenosos, anteriormente ocupados por repoblaciones forestales o por cultivos en secano.

En el desarrollo de este proceso surgieron importantes conflictos derivados de la ocupación ilegal de terrenos públicos, especialmente abundantes en la zona de Moguer y Palos, y relacionados con problemas ambientales resultantes de la implantación de este tipo de cultivos. Así la expansión incontrolada, en esos años, se tradujo en la destrucción de importantes áreas forestales, el aumento de los riesgos de erosión en determinadas zonas, y en problemas de sobreexplotación y contaminación de acuíferos, con la posibilidad de pérdida de este recurso por intrusión salina.

En el Sotavento del Algarve este fenómeno fue también visible, aunque en una dimensión menor, habiendo contribuido a un mayor dinamismo del sector agrícola, con especial incidencia en el litoral. Aquí los cultivos tradicionales de cereales, olivos y viñas el frutal tradicional de secano, fueron sustituidos por otros cultivos más rentables como los horticolas, hortofrutícolas y las frutas frescas. En la última década se registra una expansión significativa de los frutales subtropicales, destacando la producción de aguacates en la zona de Faro y Tavira.

La actividad agrícola, particularmente los cultivos forzados, acentuó los problemas ambientales, aunque sus proporciones y consecuencias sean inferiores a las registradas en el sector andaluz. En efecto, la utilización creciente de fertilizantes, y pesticidas y su uso incorrecto, también vinieron a aumentar las concentraciones de nitratos y sales en las aguas subterráneas. Esta contaminación se vio agravada por los crecientes niveles de salinidad de los recursos hídricos subterráneos, también provenientes del exceso de nutrientes.

Si se tiene en cuenta que el agua es el soporte de las actividades económicas, y que, en el litoral, ésta proviene, casi en exclusiva, de los acuíferos mio-pliocenos y cuaternarios (los más vulnerables a la intrusión salina), resulta evidente la necesidad de proceder a su gestión racional.

En la zona más occidental de la costa onubense predomina el cultivo bajo plástico, junto con extensas plantaciones de cítricos en regadío. Como consecuencia de las especiales características de este cultivo, además de los problemas ambientales antes descritos, habría que señalar los elevados riesgos de erosión que han venido a acre-