

**LA EROSIÓN ANTRÓPICA EN LAS ACUMULACIONES
SEDIMENTARIAS DEL LITORAL ALMERIENSE (1957-1996) ***

Alfonso VICIANA MARTÍNEZ-LAGE *

Aceptado: 9-XI-98. BIBLID [0210-5462 (1998); 28; 261-278]

PALABRAS CLAVE: Litoral, erosión litoral, línea de costa, playa.
KEY WORDS: Littoral; erosion littoral; lineof coast; beach.

RESUMEN

Este artículo analiza los procesos de erosión litoral que han tenido lugar en la provincia de Almería durante el período 1957-1996, como consecuencia de la actuación del hombre sobre el medio sedimentario costero. Para ello, han sido estudiadas las repercusiones que ciertas actividades antrópicas tales como la construcción de puertos, espigones, presas, extracciones de áridos, repoblaciones forestales, urbanizaciones litorales, etc., han originado sobre los depósitos sedimentarios de este litoral.

SUMMARY

This paper analyzes the erosion processes has taken place in the province of Almería during the period between 1957-1996, as consequence of man intervention on the sedimentary coastal environment. That's why, has been studied the repercussions that several antrophic activities such as the construction of ports, river reservoirs, littoral housing, sand extractions, reforestations, etc., has originated on the littoral sedimentary forms.

RÉSUMÉ

Cet article analyse les procès d'érosion du littoral qui ont eu lieu à la province d'Almería pendant le période 1957-1996 à cause de l'action de l'homme sur l'environnement sédimentaire de la côte. Pour cela nous avons étudié les repercussions que certaines activités antrópyques, tels que la construction de ports, diques, bassins de radoub, extractions des sables, répoplations forestières, urbanizations sur le litoral, etc., ont sur les dépôts sédimentaires côtiers de ce litoral.

* Este trabajo es una síntesis de la tesis doctoral del autor, leída y defendida en Granada el día 22 de Mayo de 1998. bajo la dirección del Dr. D. Andrés Miguel García Lorca.

** Ministerio de Medio Ambiente: Servicio de Costas de Almería.

INTRODUCCIÓN

El litoral, como espacio geográfico, ha adquirido en las últimas décadas un valor territorial incuestionable en nuestro país. La rápida concentración de población y actividades económicas que en los últimos años ha experimentado la franja costera española, convierte al medio litoral en un área no sólo diferente y singular, sino clave para entender la actual estructura social y económica. Más de la tercera parte de la población actual del estado español y un elevado número de sus actividades productivas se asientan sobre la franja costera alcanzándose tasas de ocupación y desarrollo impensables hace sólo unos años.

La provincia de Almería no ha sido ajena a esta tendencia de ocupación de la periferia costera. Con más de 231 Km. de longitud de costa, esta provincia ofrece un marco excepcional para los nuevos criterios de localización espacial. La década de los sesenta abre para la provincia de Almería un periodo de crecimiento económico que transformará por completo el modelo tradicional de base agro-minera que la había caracterizado durante el siglo XIX y gran parte del actual. Este impulso económico, consecuencia del desarrollo del sector primario y terciario, termina con una etapa de estancamiento y depresión a la vez que inicia un cambio en el comportamiento demográfico que se confirmará en las décadas siguientes.

El marco territorial que acoge estos cambios es la franja litoral. La implantación de la agricultura intensiva y el turismo en su vertiente sol-playa, los dos pilares básicos de la actual economía almeriense, provoca una profunda transformación en este espacio, convirtiéndolo en un área emergente y densamente poblada.

Ello ha producido una notable desestructuración en la organización territorial de la provincia, generándose dos ámbitos radicalmente opuestos: un interior marginal caracterizado por la baja densidad de población y por sistemas productivos de escaso rendimiento y una orla costera cada vez más poblada y dinámica desde el punto de vista económico.

Junto a los desequilibrios espaciales, la nueva organización territorial ha introducido graves afecciones ambientales. De un amplio espectro de disfunciones, la degradación de la costa de acumulación constituye unos de los problemas más graves que padece el litoral almeriense.

La erosión litoral en la provincia de Almería, si bien obviamente no es un fenómeno nuevo, sí se ha intensificado notablemente en los últimos años, alcanzándose situaciones críticas con pérdida absoluta de espacios-playa, sistemas dunares y arenas costeros. Estas transformaciones, cuya manifestación más espectacular es el retroceso de la línea de costa, afectan de forma diversa a ciertas actividades, asentamientos e infraestructuras humanas. Se trata en definitiva de alteraciones significativas que han producido rápidas transformaciones en uno de los sistemas naturales más frágiles y sensibles a la acción del hombre: el litoral.

1. JUSTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Los cambios que se producen en la línea de costa han sido abordados desde diferentes campos de estudio. Numerosos investigadores han compartido inquietudes

por conocer los movimientos que el borde costero experimenta durante un periodo de tiempo determinado. Estas transformaciones se han analizado en amplitudes cronológicas generalmente extensas en relación a la escala de la vida humana. De este modo, las variaciones de nivel controladas por los movimientos tectónicos y eustáticos han constituido investigaciones más o menos frecuentes en la comunidad científica. En menor medida se han realizado estudios que atienden al modelado costero a corto plazo, a no ser que se tratara de geoformas litorales que por su dinamismo llamará la atención de los investigadores, en especial ingenieros y geomorfólogos.

En la actualidad, la rapidez con se están produciendo estos cambios de posición en el borde costero no sólo despiertan las inquietudes de los especialistas, sino que comienzan a alarmar y preocupar tanto a la comunidad científica como a la Administración e incluso a la propia ciudadanía. Las implicaciones que la erosión del litoral tiene sobre el territorio está generando la proliferación de estudios que expliquen este proceso, generalizado y veloz, en gran parte de la costa de nuestro país.

Con el trabajo que presentamos se intenta desvelar cuáles han sido las causas que han determinado la alteración del medio sedimentario litoral en la provincia de Almería, toda vez que esta degradación ha supuesto la aparición de graves procesos erosivos en un breve intervalo de tiempo. Los escasos estudios realizados hasta el momento coinciden en que la actuación del hombre sobre el litoral, junto a otros factores de carácter natural, son las claves que han determinado los procesos actuales de erosión. Teniendo como base de partida estas consideraciones, nuestra hipótesis de trabajo pretende demostrar que los efectos de la actividad del hombre sobre el medio sedimentario son esenciales para entender los actuales fenómenos erosivos y que los condicionantes de origen natural, aunque presentes, mantienen siempre un carácter secundario, por confusos y difíciles de medir.

En idéntico sentido, este trabajo intenta profundizar en el conocimiento de las actividades antrópicas que han afectado a estos depósitos sedimentarios, ya que si bien las causas estaban más o menos tipificadas, faltaban en nuestra opinión, análisis que valorasen y cuantificasen tanto el fenómeno como la magnitud de estas afecciones. Se desprenden así, los grandes objetivos que pretende cubrir esta investigación:

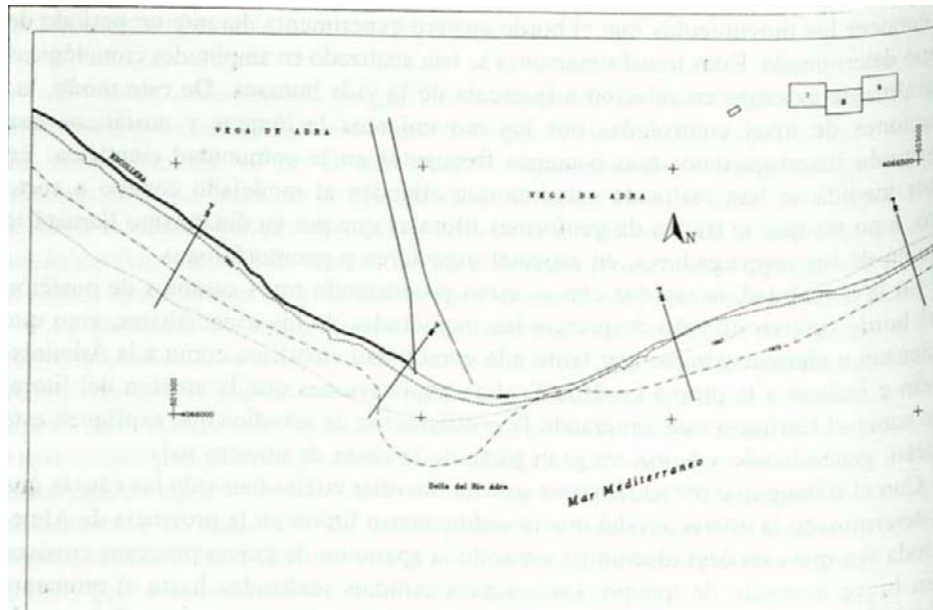
— Demostrar que la intervención del hombre no sólo ha influido, sino que resulta crucial para entender los actuales procesos erosivos que afectan al litoral de Almería.

— Establecida esta relación causa-efecto, analizar los motivos que han llevado al litoral a padecer los actuales fenómenos de erosión así como la magnitud alcanzada por los mismos.

— Estudiar cuáles son las repercusiones que el retroceso de la línea de costa tiene sobre determinados sectores económicos, infraestructuras y asentamientos humanos localizados en el borde costero.

2. ÁMBITO CRONOLÓGICO

En cuanto al ámbito cronológico, varios han sido los motivos que nos han llevado a establecer 1957 como el año de partida de la investigación. Por una parte, a finales



ANTROPICA EN LAS ACUMULACIONES SEDIMENTARAS -
DEL LITORAL ALMERIENSE

EVOLUCIÓN DEL DELTA DEL RÍO ADRA

CAUJONDA - PUERTO DE ALMERÍA

escala 1:10.000

1:10.000

PLANO N.º 1. Evolución reciente del delta del río Adra. La concurrencia de varios factores antrop^{icos} (construcción del puerto de Adra, presa de Benínar y extracciones de áridos en cauces y play^{as}) ha modificado el ambiente de depósito que ha caracterizado a esta estructura fluvio-marina desde su apa^{ri}ción a principios del siglo XX y como consecuencia del desvío que sufrió su cauce de desembocadura^{en} en 1912. Los procesos de erosión son especialmente intensos en las aristas del delta con retrocesos puntúa^l de la línea de costa superiores a los 200 m.

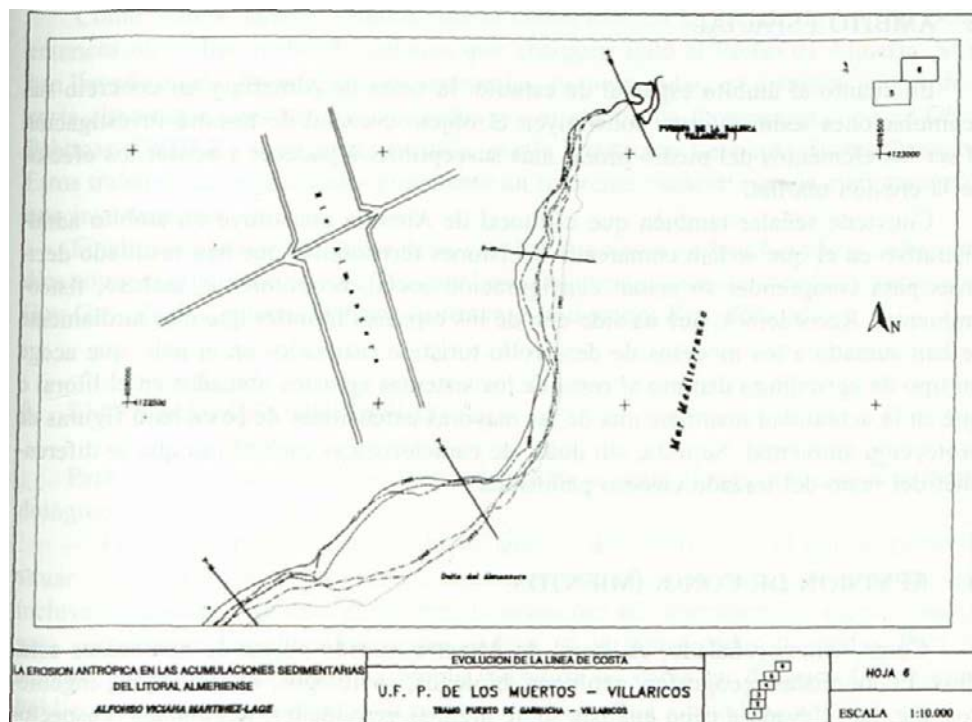
de los cincuenta y primeros años de los sesenta se realizan en la provincia de Aln^{da} las primeras intervenciones públicas orientadas a potenciar su desarrollo econó^{mico}. En 1956 se inicia, con la ayuda del Instituto Nacional de Colonización, la impl^{antación} ción de los primeros cultivos intensivos en el litoral. En 1963, se llevan a cabo primeras actuaciones para fomentar el turismo provincial. Ambas intervenciones con^{stituyen} tituyen las bases de partida que en los años siguientes consolidaran los nuevos m^{odelos}-^{os} los de producción.

El litoral, como marco territorial básico que acoge los cambios sociales y econó^{micos}, comienza un proceso de transformación sin precedentes que modificará P^{ro} completo su fisonomía tradicional y dará lugar a numerosas agresiones

ambientales.

entre ellas, las que afectarán a los depósitos sedimentarios costeros. La alteración estas formaciones sedimentarias favorecen los procesos de erosión. La línea de cos^{ta} comienza entonces a sufrir fuertes variaciones que intensifican la inestabilidad que y^{padecen} padecen algunos tramos y generalizan los fenómenos de intrusión marina en ampli^{os} sectores del litoral.

Cuadernos Geográficos. 28 (1998), 261-278



PLANO N.º 2. Procesos de erosión en el delta del río Almanzora. La construcción de la presa de Cuevas del Almanzora, encauzamientos y extracciones de áridos en el frente costero han desatado intensos procesos de erosión en la estructura deltaica de este colector. Cuando comienzan las obras de regulación de la cuenca, se produce una considerable reducción en los aportes continentales. Los derrubios fluviales quedan retenidos en el vaso del pantano originando una grave subalimentación sedimentaria en el litoral. El delta comienza a retroceder y adquiere una forma atrofiada, evidenciando una preponderancia de las fuerzas litorales sobre las terrestres. Desde entonces, todo el perímetro deltaico no ha dejado de retroceder. Las mediciones efectuadas dan como resultado una pérdida por erosión de 106.876 nr y un retroceso de la línea de costa entre 1957-1996 de hasta 170 m. en el frontal de esta formación sedimentaria.

Por otra parte, en 1957 está fechada una de las cartografías de mayor detalle realizadas sobre el litoral de Almería. Basadas en el denominado "vuelo americano", en esta fecha se obtiene una colección de fotografías aéreas cuyas líneas de costa serán posteriormente restituídas. Ello dio lugar a una cartografía con un alto nivel de detalle sobre nuestro litoral. La coincidencia en el tiempo de ambos hechos nos ha llevado a escoger la línea de costa de 1957 como año de partida. Esto ha permitido tener una base cartográfica sobre la que superponer distintas líneas de orilla para conocer la evolución de los trazados costeros.

3. ÁMBITO ESPACIAL

En cuanto al ámbito espacial de estudio, la costa de Almería y en concreto sus acumulaciones sedimentarias constituyen el objeto esencial de nuestra investigación al ser los elementos del medio litoral más susceptibles a padecer y acusar los efectos de la erosión marina.

Conviene señalar también que el litoral de Almería constituye un ámbito administrativo en el que se han enmarcado decisiones territoriales que han resultado decisivas para comprender su actual configuración social, económica e, incluso, físico-ambiental. Recordemos, que ha sido uno de los espacios litorales que más tardíamente se han sumado a los modelos de desarrollo turístico realizados en el país, que acoge un tipo de agricultura distinto al resto de los sistemas agrarios ubicados en el litoral o que en la actualidad mantiene una de las mayores extensiones de costa bajo figuras de protección ambiental. Se trata, sin duda, de características específicas que lo diferencian del resto del trazado costero peninsular.

4. REVISIÓN DE CONOCIMIENTOS

Como hemos señalado, el litoral de Almería ha sido objeto de numerosos estudios. Economistas, geógrafos, geólogos, biólogos, sociólogos, historiadores, ingenieros, etc. han llevado a cabo análisis sobre algunas actividades, fenómenos o aspectos de nuestro litoral. Sin embargo, esta abundancia de trabajos se reduce extraordinariamente cuando se busca información relacionada con nuestro objeto de estudio. Los fenómenos de erosión que está experimentando la costa de Almería cuentan con un número muy limitado de investigaciones. Llama poderosamente la atención que la mayoría de estos trabajos son informes oficiales sin publicar. Por otra parte, debe señalarse que en el caso concreto del litoral de Almería este tema ha sido abordado casi exclusivamente desde el campo de la Ingeniería y, en menor medida, desde el ámbito de la Geología.

Los dos grandes estudios que profundizan en este tema son: el "*Plan Indicativo de Usos del Dominio Público Litoral*" realizado en 1976 por el Ministerio de Obras Públicas y el "*Estudio de la dinámica litoral en la costa peninsular mediterránea y onubense*" elaborado en 1979 por el Laboratorio de Puertos Ramón Iribarren. El primero constituye un minucioso inventario de los bienes del Dominio Público del litoral de Almería, en el que se analizan con detalle sus características físicas y socioeconómicas. Contiene, por otra parte, una relación de las playas provinciales en la que se valora el grado de estabilidad de estas geoformas. El segundo estudio, ofrece una completa visión de los procesos de erosión-acreción experimentados por la costa andaluza en las últimas décadas. Se trata de un informe técnico, no editado, que analiza los cambios de posición de la línea de orilla en un periodo de 30 años. A la vez, constituye un estudio pormenorizado de los aspectos físicos más relevantes de nuestro litoral. Su consulta ha sido imprescindible para la realización de nuestro trabajo ya que en buena parte supone la referencia más completa que existe sobre este tema.

Como vemos, ambos estudios fueron elaborados en la década de los 70. Desde entonces no se han realizado trabajos que abarquen todo el litoral de Almería. Sí se han llevado a cabo investigaciones sectoriales, no publicadas, en distintos puntos de la costa alménense tales son los realizados por el Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) y, en menor medida, por la Fundación Leonardo Torres Quevedo. Estos trabajos han significado igualmente un referente esencial para la elaboración de esta investigación.

Finalmente, desde el campo de la Geología también se han llevado a cabo estudios sobre el modelado costero. En esta línea de investigación destacan los trabajos de Goy Goy, Zazo Cerdeña, Dabrio, Hoffman, Maldonado, Rey, Polo, etc.

5. ESQUEMA METODOLÓGICO

Para conseguir los objetivos planteados se ha seguido el siguiente esquema metodológico:

— En la 1ª parte se ha realizado un análisis descriptivo con el que se pretende situar al litoral de Almería en su contexto territorial. A su vez, esta primera fase incluye un análisis evolutivo de las transformaciones socioeconómicas, aspecto básico para comprender las alteraciones que padece en la actualidad este medio. Para su elaboración se ha realizado una amplia recogida de datos en diversos Organismos Públicos, así como una minuciosa revisión bibliográfica y estadística.

— La 2ª parte analiza los aspectos físicos del litoral alménense, especialmente los correspondientes a su costa de acumulación. Para llevar a cabo este análisis se han delimitado distintas Unidades Fisiográficas o espacios costeros en los que existe una homogeneidad en su funcionamiento sedimentario. Aspectos tales como la dinámica litoral, transportes de sedimentos, fuentes de alimentación, fondos marinos, materiales, características y morfología del borde costero, han sido objeto de especial atención para llegar a una comprensión lo más ajustada posible de todas las variables que configuran este sistema e interactúan en estos segmentos de costa. Como novedad se ha tenido en cuenta una de las componentes básicas de la UF: la cuenca vertiente que en ella desemboca. Nuestro estudio abarca también estos espacios interiores dada la importancia que tienen para el funcionamiento en equilibrio de cada uno de los segmentos delimitados.

— La 3ª parte evalúa, las causas antrópicas que han alterado las acumulaciones sedimentarias. Este análisis se ha centrado en las distintas actuaciones humanas que han menoscabado estos depósitos o han interferido los mecanismos naturales que los regulan. Para ello, han sido seleccionadas todas las intervenciones antrópicas que bien desde el propio ámbito litoral o desde fuera de él, han tenido efectos sobre el medio sedimentario. Para su elaboración se ha llevado a cabo una amplia recopilación de información. Junto a la obligada revisión bibliográfica, han sido consultados numerosos documentos oficiales. Su número, ciertamente considerable, nos ha llevado a realizar una intensa labor de clasificación. Una vez ordenada, se ha seleccionado la información más relevante de acuerdo a los fines perseguidos, quedando plasmada en el trabajo en orden cronológico.

— La 4ª parte del trabajo intenta cuantificar y valorar los procesos de erosión habidos durante el periodo de estudio. Para ello, se ha confeccionado una cartografía a escala 1:5.000 que se presenta en un tomo aparte y en formato A3. Previa digitalización con medios informáticos de distintas líneas de costa (versión 12.0 de AUTOCAD), y una vez superpuestas y referenciadas mediante coordenadas UTM, se ha realizado un cálculo de las superficies de erosión y acumulación. Para verificar los cambios, los datos cartográficos han sido actualizados en aquellos puntos más conflictivos mediante campañas de campo, en la que hemos llevado a cabo mediciones directas de la línea de costa. Para ello, se ha recurrido a la topografía convencional, utilizando un distanciómetro WILD T-1000/DI-1000 y un prisma reflector (GPH1-A) de rayos infrarrojos. El cálculo se ha efectuado mediante radiación con la ayuda de un programa informático (TOPCAL). Todo ello ha permitido una apreciable aproximación a la evolución reciente de la línea de costa, así como un orden de magnitud de los efectos de la intrusión marina sobre la misma.

— En la 5ª y última parte del trabajo se valoran las repercusiones que este fenómeno tiene sobre el medio natural y socioeconómico del litoral almeriense. Igualmente, se evalúan los programas técnicos y jurídicos establecidos por la Administración para detener o paliar los procesos de erosión sedimentaria en nuestra provincia.

6. RESULTADOS

Consecuencia de este proceso de investigación, análisis y evaluación de resultados hemos llegado a las siguientes conclusiones:

Se demuestra que las acumulaciones sedimentarias del litoral de Almería han experimentado en las últimas décadas importantes transformaciones en su modelado. Estos cambios responden a una variada y compleja gama de causas entre las que destacan las actuaciones antrópicas realizadas tanto en el medio litoral como en las cuencas vertientes que en él desembocan.

En cuanto a la erosión litoral, cuyas manifestaciones más claras, son el debilitamiento de las acumulaciones sedimentarias y la intrusión marina, resulta de la concurrencia de varios factores que podemos resumir en 3 grandes grupos:

En primer lugar, la erosión litoral se produce por un déficit en la entrada de sedimentos al sistema, bien de carácter longitudinal es decir por interrupción de la deriva litoral o bien de carácter transversal por la alteración de las fuentes de aporte que alimentan este medio, especialmente aquellas actuaciones que modifican las tasas de aportación sedimentaria procedentes de las cuencas vertientes.

En segundo lugar, la erosión litoral es consecuencia de la alteración de los mecanismos y elementos que protegen al medio sedimentario en condiciones naturales: Por una parte, la modificación o anulación de los movimientos transversales de sedimentos y por otra la destrucción de playas, dunas, arenales costeros y praderas vegetales submarinas.

En tercer lugar, la erosión litoral es consecuencia de la descompensación en el nivel de equilibrio que mantienen los medios terrestre y marino. La elevación del

nivel medio del mar constituye, según diversos autores, un proceso generalizado a escala mundial. Este incremento en el nivel del mar ocasiona un lento, pero sostenido, retroceso de las costas de acumulación. La dificultad de demostrar este tipo de fenómenos en un periodo cronológico tan reducido como el adoptado en este trabajo, nos lleva a afirmar que, si bien el ascenso del nivel del mar está originando un retroceso de la línea de costa, esta regresión es de muy escasa significación en relación a los procesos erosivos detectados por otros fenómenos de origen antrópico, sin olvidar tampoco que estas fluctuaciones de nivel se deben en gran parte a acciones humanas.

Estos factores que han causado la regresión y desaparición de amplias superficies de playa son los mismos en todo el litoral de Almería, y siempre, salvo ciertos casos puntuales, están relacionados de forma directa e indirecta con intervenciones humanas. Entre las causas que más han favorecido los procesos de erosión están:

— En primer lugar, la inserción de estructuras y elementos en la línea de costa. Estas actuaciones alteran la deriva litoral y, por tanto, el transporte longitudinal de sedimentos, como sabemos, un proceso dinámico natural esencial para la regulación de las costas de acumulación. Entre las estructuras que más daños han ocasionado al litoral se encuentran las obras de abrigo del sistema portuario almeriense. En el litoral analizado existen 14 dársenas portuarias que inciden de manera muy diferente sobre la dinámica litoral. Los puertos que han resultado más perjudiciales han sido los de Adra, Garrucha, Almerimar, Carboneras y, en menor medida, Roquetas de Mar y San José. De todos ellos, el puerto de Adra, cuyos efectos sobre el medio litoral ha sido ampliamente estudiados, constituye una de las obras de ingeniería que más han dañado la costa almeriense. Desde su construcción, el efecto barrera ocasionado por esta estructura ha retenido un total de 2.000.000 de m³ de sedimentos, modificando profundamente el sistema de distribución en la unidad donde se asienta lo que ha producido erosiones de hasta 200 metros en los perfiles costeros más afectados.

Al igual que ocurre con los puertos, los espigones y diques también introducen modificaciones en el balance de sedimentos y graves distorsiones en la línea de costa. En el litoral almeriense existen numerosas estructuras transversales cuya construcción responden a distintas necesidades, especialmente las destinadas a procurar abrigo a determinadas instalaciones y aquellas otras utilizadas por la Ingeniería de Costas para realizar labores de regeneración y defensa. Entre las primeras destaca, por su incidencia en la dinámica litoral, el denominado "*espigón de la Térmica*", estructura de abrigo que ha mantenido en constante proceso de erosión a las playas de la ciudad de Almería.

Paradójicamente, y en idéntico sentido, ciertas técnicas de protección costera también han sido responsables de graves desequilibrios sedimentarios. Espigones y diques de regeneración como los construidos en Adra, Peña del Moro, Almerimar, Almería, Mojácar y Garrucha se han mostrado en poco tiempo sistemas de corrección completamente ineficaces. Lejos de solventar los problemas derivados de la regresión litoral, éstos se han intensificado extraordinariamente, confirmando el escaso éxito de las intervenciones. Sirva como ejemplo el recién construido espigón de Almerimar. Desde 1996 y, como pudimos comprobar mediante mediciones directas de la línea de costa, esta estructura ha ocasionado regresiones superiores a los 60 metros y pérdidas en la superficie de playa de más de 63.000 m² afectando en la actualidad al Paraje

Natural de Punta Entinas-Sabinar uno de los ecosistemas más interesantes del litoral almeriense.

— En segundo lugar, destacan aquellas intervenciones que han supuesto una destrucción directa de los medios de sedimentación litoral. De todas ellas, la más dramática por la magnitud alcanzada, ha sido el impacto ocasionado por las extracciones de arenas en el medio litoral para satisfacer a la agricultura intensiva almeriense. La generalización, a partir de los años sesenta, de los enarenados agrícolas motivó la extracción masiva de arenas en el litoral. Según las investigaciones realizadas, los volúmenes extraídos han sido espectaculares: 17,5 millones de m³ de arenas han salido del medio sedimentario costero y conforman en la actualidad los sustratos agrícolas del campo almeriense. De esta cantidad, el 53%, es decir, más de 9,2 millones de m³ han sido extraídos directamente de la playa, ocasionando daños irreparables en estas formaciones. También debe señalarse que las extracciones de arenas han supuesto la destrucción de geofomas litorales de alto valor ambiental. Cordones litorales, fondos marinos, arenales, pero sobre todo playas y sistemas dunares junto a sus biotopos han sido completamente aniquilados en los últimos 40 años.

— En tercer lugar, el litoral almeriense se ha visto sometido a un fuerte proceso urbanizador ligado esencialmente al desarrollo turístico que no ha respetado las mínimas distancias de seguridad frente a la línea de costa, como sabemos extraordinariamente variable y dependiente de frágiles procesos naturales. Junto a esta grave temeridad que ha ignorado las oscilaciones periódicas a las que están sujetas las playas, la urbanización en el litoral se ha realizado, en numerosos casos, ocupando y destruyendo amplios espacios playa, sistemas dunares y cordones litorales. De este modo, se han formalizado auténticas pantallas arquitectónicas en las que el denominador común ha sido el crecimiento lateral y en paralelo a la línea de costa. La interposición de estas barreras artificiales entre los sistemas de dunas y la propia playa, ha alterado uno de los mecanismos de defensa más curiosos e interesantes del medio sedimentario litoral: los intercambios transversales de sedimentos que ponen en contacto los depósitos-reserva del interior con la playa cuando se producen temporales marinos. Ello impide la formación de las características barras sumergidas que atenúan la energía del oleaje, potenciándose la erosión costera. El litoral almeriense se encuentra en la actualidad urbanizado en una longitud de 56 Km., lo que supone el 39,4% de su costa de acumulación.

Afecciones similares a las anteriormente señaladas se han generado por la agricultura intensiva. Los invernaderos, infraestructuras básicas del desarrollo agrícola provincial, actúan por su características y ubicación junto al mar, como obstáculos a los procesos de intercambio transversal de sedimentos, a la vez que ocupan grandes extensiones de espacio-playa, arenales costeros o sistemas dunares.

Por todo lo expuesto, se puede afirmar que en la costa de acumulación almeriense apenas quedan espacios en los que las transferencias transversales de sedimentos no hayan sido interferidas por la obstaculización de elementos humanos. Las mediciones efectuadas en nuestra investigación no pueden ser más reveladoras. De una longitud de 142,3 Km. de costa de acumulación actualmente estas transferencias sedimentarias quedan obstaculizadas en más de 103 Km., lo que supone el 72,4 % de esta extensión.

- En cuarto lugar, uno de los aspectos más ignorados a la hora de analizar los Procesos de erosión costera, ha sido la incidencia que tiene la degradación de las Praderas de fanerógamas marinas en la dinámica litoral y los procesos de sedimentación. La destrucción de esta vegetación submarina por actuaciones antrópicas (pesca de lastre, vertidos contaminantes e incluso regeneraciones de arenas), ha contribuido a incrementar los procesos de erosión debido a los efectos protectores que tienen estas formaciones para las costas de acumulación. A pesar de la falta de estudios que evalúen esta relación, se puede advertir fácilmente que las áreas donde la erosión es más intensa se corresponden con las zonas más degradadas de esta vegetación submarina.

— En quinto lugar, otro grupo de intervenciones antrópicas que han contribuido a la erosión costera son aquellas que a pesar de haberse realizado fuera del medio litoral han tenido una influencia directa sobre éste. Entre este grupo de factores **estaca**, la construcción de presas, en tanto que este tipo de actuaciones interrumpen el flujo de materiales que las cuencas fluviales vierten en el litoral. En consecuencia, produce una modificación en las tasas de aportación que reduce la disponibilidad de sedimentos en la unidad y produce graves procesos de erosión. Dos de los principales tributarios al litoral en estudio se encuentran obstaculizados por presas: los ríos Adra y Almanzora.

Desde que se construyó el pantano de Benínar, el río Adra ha reducido sus aportaciones en un 90-95%, pasando de valores próximos a los 100.000 m³ de sedimentos al año a los 5.000-10.000 m³ actuales. En cuanto al río Almanzora desde que se construyó el pantano de Cuevas ha disminuido sus aportaciones anuales en aproximadamente un 90%, lo que supone una reducción de 130.000 m³ de sedimentos, y una aportación actual del orden de los 10.000 m³/año.

Por su parte, las repoblaciones forestales, encauzamientos y métodos de laminación de aguas (cadenas, azudes y pequeñas presas de contención de sólidos) han contribuido igualmente a disminuir las aportaciones de sedimentos. Estas medidas, enormemente beneficiosas para la conservación del medio, así como por su incuestionable utilidad en la prevención de avenidas torrenciales, resultan, por el contrario, muy perjudiciales para el mantenimiento de las costas de acumulación, al desequilibrar el balance de sedimentos y reducir ostensiblemente los porcentajes anuales de sedimentación.

Finalmente, la extracción de áridos en los cauces fluviales constituye otra de las actividades humanas realizada fuera del medio litoral que mejor explican la actual regresión de la línea de costa. La retirada de estos áridos para su utilización en la construcción y la agricultura, es una actividad generalizada que se practica en la mayor parte de la red hidrográfica almeriense a través de sacas muy diseminadas espacialmente, que en ocasiones han sido indiscriminadas y de gran magnitud. En total, esta actividad ha movilizado más de 6.000.000 m³ entre 1957 y 1995, lo que ha supuesto una considerable reducción en las tasas anuales de aportación.

7. REPERCUSIONES TERRITORIALES DE LA EROSIÓN LITORAL

Todas las intervenciones humanas expuestas han conllevado un notable debilitamiento de las distintas formaciones sedimentarias que componen el litoral, menosc-

bo que ha potenciado la acción modeladora de uno de los agentes morfogenéticos por excelencia: el mar. Resultado de ello ha sido la regresión generalizada de la línea de costa. Este avance del mar está ocasionando afecciones en dos de los sectores productivos más representativos de la provincia de Almería: la agricultura intensiva y muy especialmente el turismo, que tiene en los espacios playa y el ámbito litoral el principal producto de su oferta y motivo de atracción para la demanda. En tal sentido, la erosión se traduce en una pérdida de playa, en una disminución de la superficie de explotación turística, que repercute tanto en el usuario a nivel de acogida como en los agentes económicos que comercializan este espacio.

También se están viendo afectados diversos enclaves de alto valor ecológico y cultural. Por un lado, humedales costeros y sistemas dunares son alterados e incluso eliminados por la intrusión marina, lo que comporta una seria degradación de las condiciones ambientales que caracterizan a este medio. Por otro lado, numerosos yacimientos arqueológicos están afectados en la actualidad por la regresión de la línea de costa, o lo serán en un futuro próximo si continúan los procesos de erosión.

En términos generales, mediante las mediciones que hemos llevado a cabo, se puede cuantificar que durante el periodo de estudio se han perdido un total de 2.819.000 m² de superficie de playa, es decir, 281,9 Ha. de costa de acumulación han desaparecido como consecuencia del avance del mar.

Por otra parte, ha quedado demostrado que existe una clara relación entre los sectores de costa donde se han observado los mayores procesos erosivos y el nivel de intervención humana. En este orden, debe subrayarse que las mayores pérdidas se han producido en aquellos segmentos del litoral más antropizados. Destaca, en primer lugar, la orla litoral del Poniente almeriense al presentar la inestabilidad más acusada y concentrar el 53% de las erosiones. En segundo lugar, se sitúa el segmento de costa Almería Capital-Cabo de Gata con un 23% de las erosiones. En tercer lugar, la Unidad Fisiográfica Punta de los Muertos-Villaricos presenta zonas muy afectadas por erosión, concentrando el 23% de las pérdidas de playa. Finalmente, los sectores donde las intervenciones humanas son menos patentes, o prácticamente inexistentes (Unidades Fisiográficas Cabo de Gata-Punta de los Muertos y Villaricos-Límite con la provincia de Murcia), la erosión litoral es menos acusada o casi inapreciable (1%).

Por último, es previsible que los procesos de erosión continúen en este litoral, puesto que las causas que los han provocado no han sido corregidas. Debe señalarse que los fenómenos de erosión litoral son recurrentes y que exigen una apremiante respuesta de la Administración para su minimización o erradicación. Hasta el momento los esfuerzos realizados han tenido resultados muy dispares según las zonas tratadas, si bien debe reconocerse que en conjunto no se han conseguido los objetivos deseados, todo ello a pesar de haber invertido 4.154 millones de pesetas, haber movilizad o en labores de regeneración más de 5.300.000 m³ de arenas y haber artificializado el medio con múltiples obras de defensa costera.

GRÁFICO 1. PROCEDENCIA DE LOS ÁRIDOS EXTRAÍDOS EN EL LITORAL DE ALMERÍA, PERIODO (1957-1996)

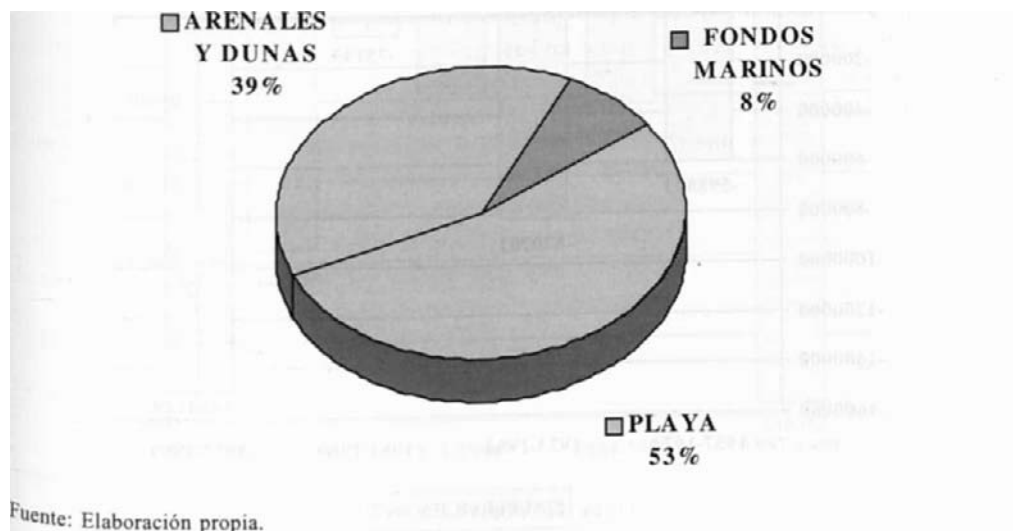
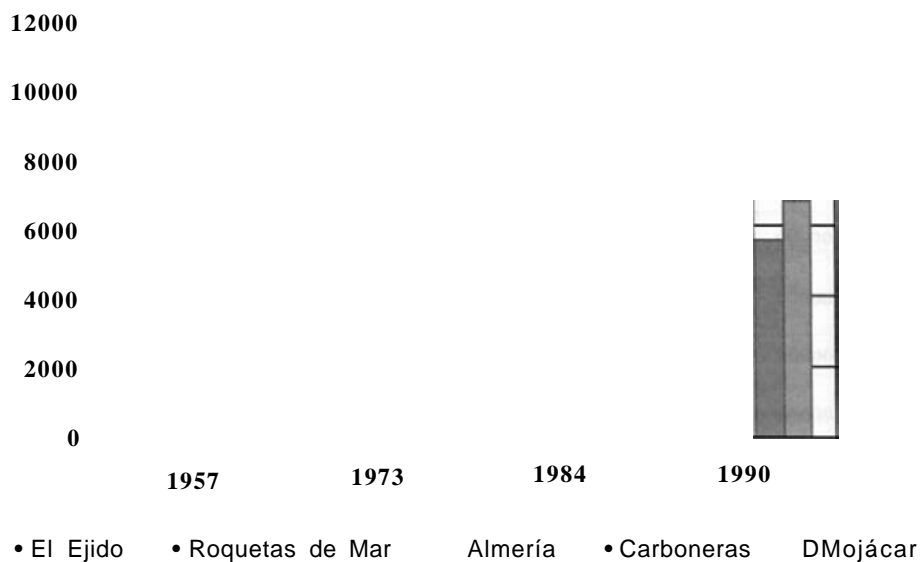
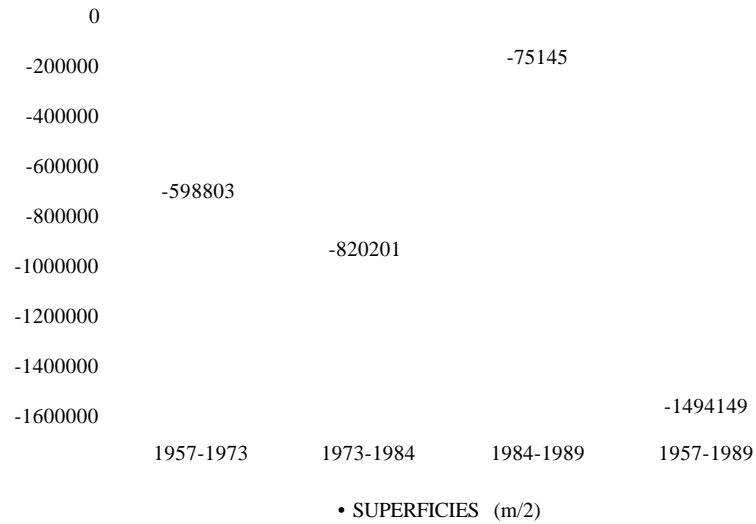


GRÁFICO 2 EVOLUCIÓN DE LA LONGITUD DE COSTA URBANIZADA EN ALMERÍA ENTRE 1957-1990 (Km.). POR MUNICIPIOS



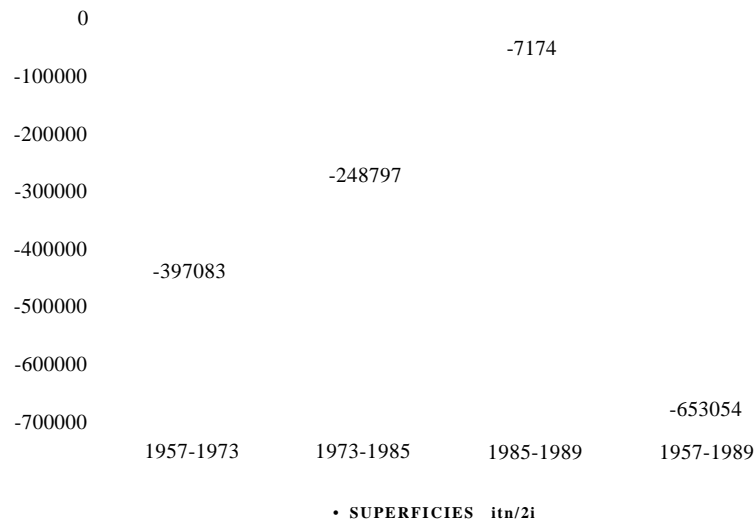
fuelle: Elaboración propia.

GRÁFICO 3. VARIACIONES EN SUPERFICIE DE LA LÍNEA DE COSTA.
UNIDAD FISIAGRÁFICA ADRA-PUERTO DE ALMERÍA



Fuente: Elaboración propia.

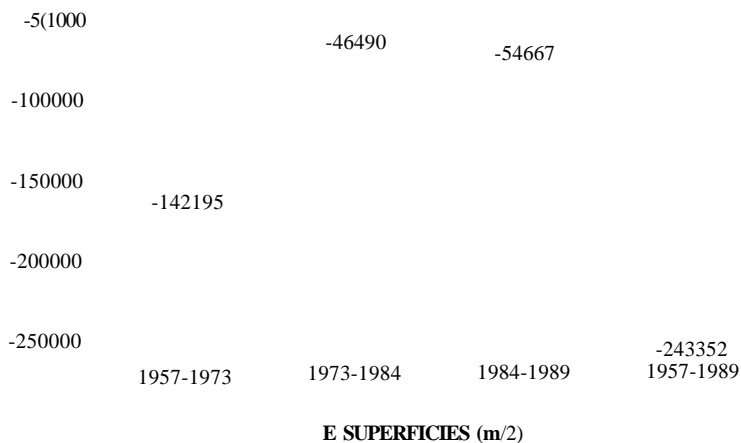
GRÁFICO 4. VARIACIONES EN SUPERFICIE DE LA LÍNEA DE COSTA.
UNIDAD FISIAGRÁFICA PUERTO DE ALMERÍA-CABO DE GATA.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadernos Geográficos. 28 (1998), 261-278

GRÁFICO 5. EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE PLAYA.
SUBUNIDAD PUNTA DE LOS MUERTOS-PUERTO DE GARRUCHA.



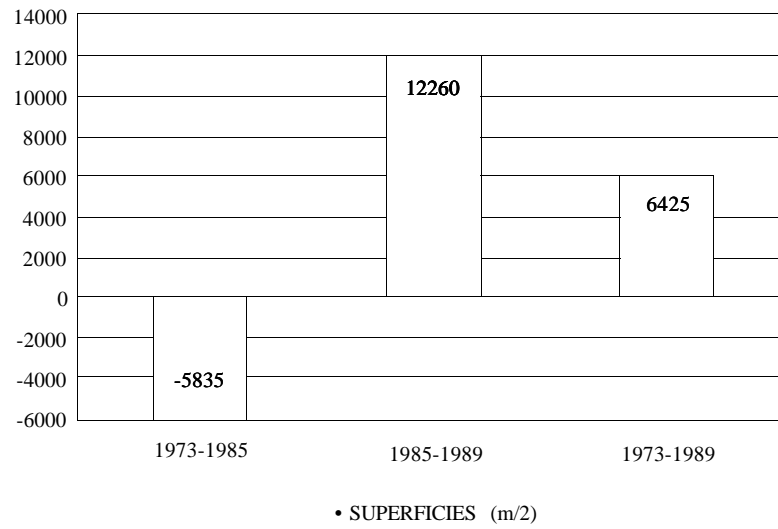
P.
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 6. EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE PLAYA.
SUBUNIDAD PUERTO DE GARRUCHA-VILLARICOS.



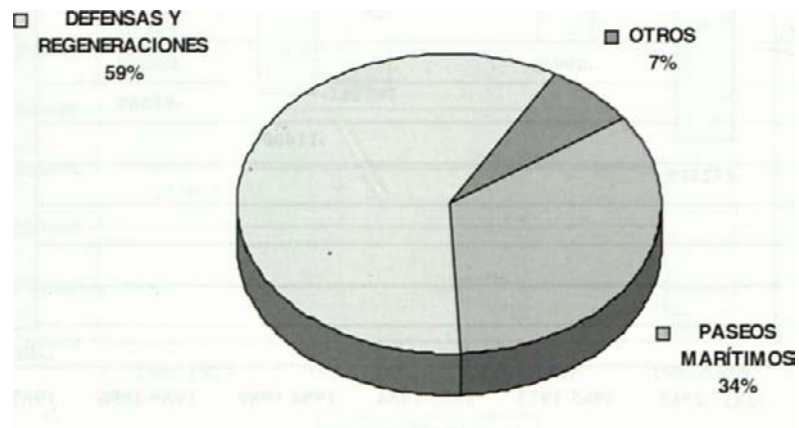
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 7. EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE PLAYA.
U.F VILLARICOS-LÍMITE CON LA PROVINCIA DE MURCIA.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 8. DISTRIBUCIÓN, SEGÚN DESTINO, DE LAS
INVERSIONES EN COSTAS DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA: (1982-1997).



Fuente: Elaboración propia.

Cuadernos Geográficos, 28 (1998), 261-278

BIBLIOGRAFÍA

- BRUNN, P. (1962): "Sea level rise as a cause of shore erosion". *Journal of Waterway and Harbor Division*, (A.S.C.E.), 1, 88: 116-130.
- CENTRO DE ESTUDIOS TERRITORIALES Y URBANOS (1990): "*Directrices regionales del litoral de Andalucía*". Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía, Sevilla.
- COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER (1984): "*Shore Protection Manual*". Department of the Army Corps of Engineers, U.S. Army.
- COPEIRO DEL VILLAR, E. (1980): "Sobre la progresiva ruina de nuestras costas arenosas". En *Revista de Obras Públicas*. n.º Abril de 1980, MOPU. Madrid: pp. 307-319.
- DABRIO, C. i. ZAZO, C. y GOY, i. L. (1993): "Litoral y riesgos geológicos". En *Problemática geoambiental y desarrollo*, (Tomo 1). V Reunión Nacional de la Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Ed. Roque Ortíz Silla. Murcia; pp. 93-114.
- DE LA PESA OLIS'AS, J. M., SÁNCHEZ PALOMAR, F. J. y RODRÍGUEZ BERZOSA, P. (1987): "Metodología para el estudio de la evolución histórica de la línea de costa". En *Revista de ingeniería Civil/87*; pp. 105-126.
- EVÉRJOLEZ AOÓS, F. y BERENGUER PÉREZ, J. M. (1987): "*Evaluación metodológica del impacto ambiental de un puerto deportivo*". Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Madrid.
- FUNDACIÓN LEONARDO TORRES QUEVEDO (1991): "*Diagnosis y análisis de soluciones a la regresión del delta del río Adra. Almería*". Dirección General de Puertos y Costas del M.O.P.T., Madrid. (Inédito).
- GARAU SACRISTA, C. (1981): "Hacia una valoración del papel que juegan los condicionantes de caudales sólidos en la estabilidad de una playa". En *Revista de Obras Públicas*, Mayo de 1981. MOPU, Madrid; pp. 343-360.
- HOFFMANN, G. (1987): "*Holozünstratigraphie und Küstenlinienverlagerung an der Andalusischen Mittelmeerküste*". Berichte aus Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen.
- JEUDY DE GRISSAC, A. (1984): "*Effects des herbiers a Posidoniu oceánica sur la dynamique marine et la sedimentologie littorale*". International Workshop Posidonia oceánica Beds. Gis Posidonie Publ., Fr. I; pp. 437-443.
- LABAJÓ, J. A. (1996): "Cambio climático". En *Documentación Social. Revista de Estudios Sociales y Sociología Aplicada*, Madrid.
- LABORATORIO DE PUERTOS "RAMÓN IRIBARREN", (1979): "*Estudio de la dinámica litoral en la costa peninsular mediterránea y onttbense. Provincias de Málaga. Granada y Almería*". Dirección General de Puertos y Costas. Subdirección General de Ordenación y Programación, MOPU, Madrid. (Inédito).
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (1976): "*Plan Indicativo de usos del Dominio Público Litoral*". D.G. de Puertos y Señales Marítimas. Jefatura Regional de Costas y Puertos del Sur.
- NONN, H. (1987): "*Geografía de los litorales*". Ed. Akal/Universitaria. Serie: Geografía. Madrid.
- ORTEGA ALBA, F. (1992): "*El litoral. Aproximación geográfica*". En "La Ordenación del Litoral" XVI Semana de Estudios Superiores de Urbanismo. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial, Granada: pp. 13-28.
- PARDO PASCUAL, J. E. (1991): "*La erosión antrópica en el litoral valenciano*". Ed. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Obres Publiques, Urbanisme i Transports. Valencia.
- RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, F. (1991): "*El impacto ambiental del turismo*". Actas del Simposio Hispano-francés sobre Desarrollo Regional y Crisis del Turismo en Andalucía, Junio/1991. Ed. I.E.A. de la Diputación Provincial de Almería y Casa de Velázquez, Almería, pp. 331-338
- ROS VICENT, J. (1993): "*El cambio climático y la subida del nivel del mar*". Ed. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Gabinete de Formación y Documentación. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- ROSELLÓ VERGER, V. M. (1981): "Aspectos geográficos y legales de la transformación del litoral mediterráneo". En *Acta del Coloquio Hispano-Francés sobre Espacios Litorales. Ed. Servicio de Publicaciones Agrarias*. Madrid, pp. 53-64.
- SUÁREZ BORES, P. (1974): "*Formas litorales estables y playas artificiales*". Curso Análisis, planeamiento y gestión del medio litoral. Colegio de Ingenieros de Caminos. Canales y Puertos, Madrid; pp. 217-242.

- VERA GARCÍA, M. (1992): *"Usos turísticos del litoral"*. En "La Ordenación del Litoral" XVI Congreso de Estudios Superiores de Urbanismo. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial Granada.
- VICIANA MARTÍNEZ-LAGE, A. (1996): *"Problemática litoral derivada de la regulación hidrológica Atanzora: El caso de la presa de Cuevas"*. En Paralelo 37º (en prensa).
- VICIANA MARTÍNEZ-LAGE, A. (1997): *"Las extracciones de áridos en el litoral de Almería"*. En Actas Jornadas sobre "El litoral de Almería: Caracterización, ordenación y gestión de un espacio geográfico". Ed. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación Provincial de Almería (en prensa).