

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Cambios en los sistemas dunares de la costa del municipio de Cullera”

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:

Carlos Bodí Ibert

Tutor/a:

Miguel Rodilla Alamá

Alejandro Martí Cortina

GANDIA, 2015

INDICE

0. RESUMEN.....	iii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
2. MATERIAL Y METODOS.....	3
2.1. Zona de estudio.....	3
2.2. Metodología.....	5
2.2.1. Paso 1: Digitalización.....	5
2.2.2. Paso 2: Georreferenciación de las imágenes.....	7
2.2.3. Paso 3: Edición del límite administrativo.....	8
2.2.4. Paso 4: Digitalizar las unidades de paisaje.....	8
3. RESULTADOS.....	10
3.1. Zona “norte del cabo”.....	10
3.1.1. Evolución de las unidades de paisaje en la zona “Norte del cabo”.....	11
3.2. Zona “cabo-Júcar”.....	12
3.2.1. Evolución de las unidades en la zona “cabo-Júcar”.....	14
3.3. Zona “Júcar-Estany”.....	14
3.3.1. Evolución de las unidades en la zona “Júcar-Estany”.....	16
3.4. Zona “Sur Estany”.....	17
3.4.1. Evolución de las unidades en la zona “Sur Estany”.....	18
4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	20
4.1. Cambios en las infraestructuras costeras.....	20
4.1.1. Infraestructuras hasta el año 1956.....	20
4.1.2. Infraestructuras desde el año 1956 hasta 1991.....	21
4.1.3. Infraestructuras desde el año 1991 hasta el 2010.....	22
4.2. Cambios de la geomorfología costera.....	23
4.3. Cambios de los usos en el litoral.....	30
4.3.1. Cambios de la urbanización en el litoral.....	30
4.3.2. Cambios de la agricultura en el litoral.....	32
4.4. Cambios en los sistemas Dunares.....	34
5. CONCLUSIONES.....	39
6. BIBLIOGRAFÍA.....	40

0. RESUMEN

Resumen

Este estudio analiza la evolución de la línea de costa en un sector del litoral valenciano, concretamente la línea de costa del término municipal de Cullera, caracterizado por una fuerte presión urbanística y turística, en el que se han producido importantes intervenciones durante el último siglo. El estudio abarca dos periodos de tiempo: uno entre 1956 y 1991, y el otro entre 1991 y 2010. Se ha llevado a cabo utilizando fotografías aéreas del vuelo americano (1956), fotografías aéreas pertenecientes al catálogo de la EPSG (1991) y fotografías del Instituto Geográfico Nacional (2010), mediante técnicas de tratamiento digital de imágenes y Sistemas de Información Geográfica. El trabajo realizado ha permitido observar los fenómenos de acumulación en las playas al norte de la desembocadura del Júcar y de regresión de la costa en las playas al sur de la desembocadura, observar los cambios en las unidades de paisaje del litoral, siendo la principal vertiente la sustitución de la zona de cultivos por zona urbana o dunar, así como ver la aparición de un cordón dunar en la zona al norte del cabo y su destrucción en el resto del municipio.

Palabras clave: playa, Sistema de Información Geográfica, litoral, agricultura y urbanización.

Abstract

This paper studies changes in a sector of the Gulf of Valencia, particularly the coastline of the municipality of Cullera, which suffers from very high demographic and tourist pressures, and where significant engineering works have been carried out during the last century. The study covers the period from 1956 to 1991 and from 1991 to 2010, and has been carried out using aerial photographs from using aerial photographs of the American flight (1956), aerial photographs belonging to the catalog of the EPSG (1991) and photographs from National Geographic Institute (2010), which have been analyzed by image processing and Geographical Information System techniques. The analysis has permitted identified the phenomena of accumulation on the beaches in the north of the mouth of Júcar and regression of the coast on the beaches in the south of the mouth, observing the changes in the coastal landscape units, whose main change is the substitution of the farming area by urban or dunar area, as well as see the appearance of dunes in the north of the cape and its destruction in the rest of the municipality.

Key words: beach, Geographic Information System, farming, coast, farming and urbanization.

1. INTRODUCCIÓN

Las áreas costeras son medios complejos donde la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera se reúnen (Sanjaume et al., 1996). El reconocimiento de los cambios en estas áreas es un factor clave para conocer la dinámica de evolución de la línea de costa (Pardo-Pascual et al., 2012).

La expansión urbana y turística experimentada en el litoral a partir de la década de los 60 ha tenido como consecuencia la proliferación de obras costeras, incluyendo urbanización, espigones, paseos, defensas, puertos deportivos y comerciales, etc. Que llegan a alterar el frágil equilibrio de los sistemas litorales, provocando cambios en los balances sedimentarios que modifican la geomorfología de la costa (Brocal et al., 2005). Así pues, los impactos provocados por la influencia humana durante el último siglo han crecido espectacularmente, causando problemas que se manifiestan en el medio ambiente, y que destruyen los valores ecológicos, sociales y económicos de playas y dunas. Desgraciadamente, las costas del Mediterráneo son un buen ejemplo de como la actividad humana puede interferir con la evolución del litoral (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2015).

Los mapas topográficos, las fotografías aéreas y, recientemente, las imágenes de satélite son usadas como indicadores para monitorizar la evolución de la línea de costa a lo largo del litoral (Ruiz et al., 2007). Durante las últimas décadas, el uso de nuevas tecnologías ha permitido abordar el análisis de la evolución costera utilizando técnicas de medición como el GPS-RTK, el LIDAR, etc (Pardo-Pascual et al., 2011). Sin embargo, el siguiente estudio se ha centrado en el estudio pormenorizado de las delimitaciones de la línea de costa y de los cambios ocurridos en el litoral en distintos momentos históricos registrados mediante fotografías aéreas de diferentes años (1956, 1991 y 2010).

Este método es ampliamente utilizado en la mayoría de los países desde hace varias décadas debido a su utilidad obvia, debiéndose tener en cuenta a la hora de extraer conclusiones las actuaciones humanas desde mediados de los 80 que son menos evidentes como el vertido controlado de arenas (Brocal et al., 2005). Por esto, se debe tener claro que, si se quisiera realizar un estudio a largo plazo de la evolución de la costa con todo detalle, sería necesario crear una base de datos lo suficientemente grande como para registrar las oscilaciones intra-anales y lo suficientemente larga, temporalmente hablando, para detectar la tendencia global de una manera fiable (Ruiz, et al., 2007).

Es, por tanto, fundamental registrar detalladamente los cambios en la línea de costa y el conjunto de actuaciones que se suceden a lo largo de todo el litoral que provocan dichos cambios. Asimismo, no se debe tener en cuenta exclusivamente las actuaciones locales, sino que existen factores de carácter regional que actúan a medio y largo plazo como la alteración del régimen hidrológico y fluvial de los ríos que constituyen la fuente principal de sedimento.

Para todo esto se requieren herramientas de análisis potentes que permitan contemplar todos los procesos que se desarrollan en el litoral, siendo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) los más adecuados para el almacenamiento de información geográfica y de análisis de lo que sucede en el territorio. En el caso de emplear una cartografía obtenida mediante fotografía aérea, como es este, es necesario de la digitalización y georreferenciación de los documentos para su incorporación en el SIG con el fin de que la posición de la costa en diferentes fechas sea comparable (Brocal et al., 2005).

1.1. Objetivos

- a) Evaluar la evolución de los usos del suelo y los aspectos ambientales asociados a ellos.
- b) Entender que ha pasado a los sistemas dunares de Cullera como consecuencia de la evolución de los usos del suelo y de la geomorfología de la costa.
- c) Reconocer una franja costera de la Comunidad Valencia que tiene gran complejidad geomorfológica del litoral como es el término de Cullera.
- d) Comprobar si la parte norte del municipio de Cullera se comporta igual que la zona al sur de la barrera natural que supone el cabo de Cullera.
- e) Evaluar los efectos de la construcción de estructuras de defensa y de la regeneración de playas.

2. MATERIAL Y METODOS

2.1. Zona de estudio

Este estudio se ha llevado a cabo en el término municipal de Cullera. Está ubicado a 38 km al sur de Valencia en la comarca de la Ribera Baixa, en la costa del Mediterráneo occidental. Se encuentra en una llanura que limita al norte con el pueblo de Sueca y el Mareny de Vilches, del mismo término municipal; al oeste se encuentra la población de Llaurí y la de Favara; al sur encontramos la de Tavernes de la Vallidigna; mientras que al este tenemos el mar Mediterráneo. Estos límites están representados en la **Figura 2.1**. Se trata de un municipio dedicado especialmente a la oferta turística que cuenta con una población de 24.121 habitantes, incrementándola hasta los 150.000 habitantes en temporada alta.

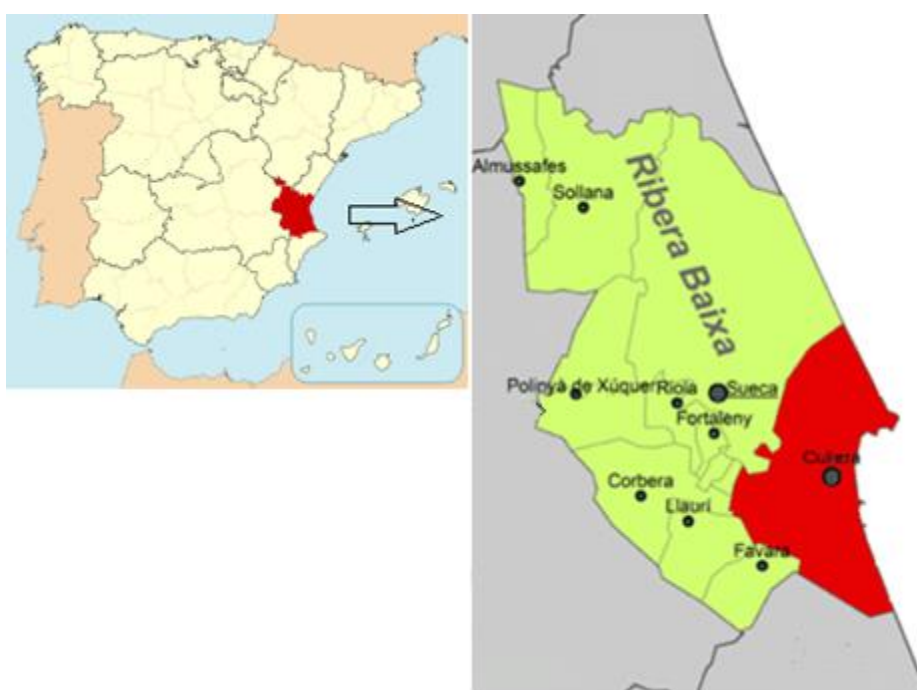


Figura 2.1. Localización de la zona de estudio.

A excepción de la zona acantilada que constituye el cabo de Cullera, predomina la costa baja y arenosa a lo largo del litoral de estudio. La anchura de las playas difiere sensiblemente entre el norte y el sur de la desembocadura del río, siendo más amplias desde esta división hacia el norte debido a factores naturales y también antrópicos (Brocal et al., 2005). El frente de costa abarca desde la playa del Mareny de Sant Llorenç hasta la playa del Brosquil, incluyendo de norte a sur: la playa del Dosel, la playa del Faro, la playa de los Olivos, la playa de Capblanc, la playa del Racó, la playa de San Antonio, la playa de la Escollera, la playa del Mareny y la playa del Estany (**Figura 2.2**).

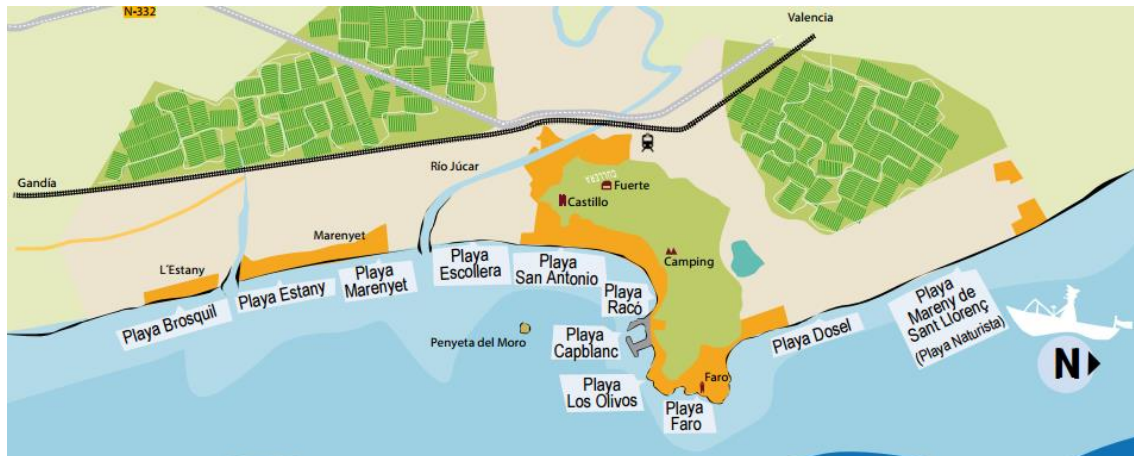


Figura 2.2. Denominación de las playas de Cullera. Imagen del departamento de turismo del Ayuntamiento de Cullera.

El suministro sedimentario que llega al litoral procede de los aportes fluviales de los ríos que predominan en este sector: el río Túria, que afecta desde la playa del Mareny de Sant Llorenç hasta el cabo de Cullera, aportando arena en temporales fuertes a las playas al sortear el cabo; y el Júcar, abarcando el resto de playas desde su desembocadura hacia el sur.

Desde la perspectiva morfosedimentaria, el espacio considerado se encuentra dentro de una dinámica sedimentaria que engloba todo el sector meridional del golfo de Valencia, que se extiende desde el puerto de Valencia hasta las costas de Dénia. Esta dinámica de transporte longitudinal de sedimentos se caracteriza, como sucede en el resto del golfo, por la existencia de una deriva litoral de norte a sur. Destacando que existe una clara distinción entre los sedimentos situados al norte y al sur de la desembocadura del río Júcar, como se ha probado en otros estudios realizados por Sanjaume (1985), demostrando que las playas situadas al norte están formada por arenas transportadas de esta deriva desde el río Túria mayoritariamente. Este hecho es crucial para entender la dinámica evolutiva dado que el cabo de Cullera funciona como barrera de sedimentos que provienen del norte mientras se mantienen oleajes tranquilos, lo que provoca una dinámica sedimentaria más compleja que en otras partes del golfo, donde en alguna de las playas de Cullera la dinámica sedimentaria N-S puede quedar invertida debido al efecto pantalla que ejerce el cabo, provocando que, en algunos momentos, se produzcan desplazamientos de materiales hacia el norte (Brocal et al., 2005).

2.2. Metodología

El estudio de la evolución dunar ha sido abordado desde dos aspectos: el primero fue la pérdida de la superficie de playa y la consiguiente desaparición de las zonas de dunas debido a las alteraciones geomorfológicas derivadas de los cambios en la dinámica litoral por la construcción de barreras artificiales a lo largo de la línea de costa del municipio de estudio. Por otra parte, el segundo fue el de observar los cambios en las unidades del paisaje que se dan en el litoral.

Estos aspectos del estudio fueron comprobados a los largo de dos períodos de tiempo: de 1956 a 1991 y de 1991 hasta 2010.

2.2.1. Paso 1: Digitalización

En primer lugar, se obtuvieron las fotografías aéreas del año 1956 del vuelo americano, a través de una instancia elevada al Ejército del Aire del Aeródromo de Cuatro Vientos en Madrid (**Figura 2.3 a 2.5**). Mientras que las fotografías aéreas de 1991 pertenecían al catálogo disponible en el Campus de la EPSG (ambos lotes de fotografías obtenidas en soporte papel). Finalmente, las fotografías del 2010 fueron descargadas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) perteneciente al Instituto Geográfico Nacional.

Mediante la instancia ya mencionada se dispuso de las siguientes fotografías aéreas de 1956 que abarcan a la zona norte, centro y sur del término de Cullera.



Figura 2.3. Zona norte de Cullera.



Figura 2.4. Zona centro de Cullera.

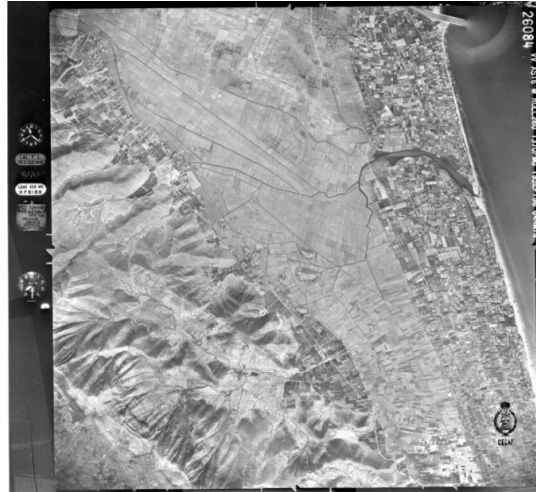


Figura 2.5. Zona sur de Cullera.

Cada imagen se puede identificar por su número de foto, teniendo una fecha y hora del vuelo, representados en la **Tabla 2.1**.

	Número de foto	Fecha	Hora
Norte	29980	20OCT56	12:25 AM
Centro	24336	15SEPT56	10:44 AM
Sur	26084	19SEPT56	11:21AM

Tabla 2.1. Información de las fotografías aéreas.

A continuación, a través de un escáner modelo EPSON GT-10000+ se digitalizaron las fotografías a una resolución de 1200 ppp.

Una vez digitalizadas las fotografías en formato papel, se procedió a modificarlas mediante software de edición fotográfica para mejorar los niveles de contraste y brillo con el objeto de mejorar la detección de zonas comunes durante la búsqueda de posibles puntos de control. Una vez mejorada la calidad de las imágenes escaneadas, se transformaron a formato de intercambio TIFF en escala de grises, apto para ser empleadas como base de digitalización en el SIG ArcGis.

2.2.2. Paso 2: Georreferenciación de las imágenes

Se cargaron las imágenes TIFF en el software y se procedió a realizar la georreferenciación de las fotografías del año 1956.

Por georreferenciación se entiende un proceso que consiste en asignar unas coordenadas geográficas a partir de una cartografía de referencia conocida. Este proceso se realiza buscando puntos comunes en ambas cartografías que se corresponden con infraestructuras, o usos del suelo, inalterables al transcurso del tiempo. Estos puntos son llamados puntos de control, y forman una nube de puntos en lo que interesa que la mayor parte de ellos se encuentren ubicados en la zona de estudio para mejorar la precisión en el proceso de reproyección.

De esta forma, se georreferenció la fotografía en función de las coordenadas de los puntos de control, tomando como dichos puntos esquinas de edificios que se mantuvieron, cruces de caminos, esquinas de campos, puentes, límites de parcelas de cultivo, etc., alterando así la posición, la orientación y la escala de la imagen consiguiendo que las imágenes se ajusten para tener formada la cartografía en una sola pieza (**Figura 2.6**).



Figura 2.6. Cartografía de Cullera en 1956.

2.2.3. Paso 3: Edición del límite administrativo

El límite administrativo de referencia que se utilizó como límite de estudio para los años 1956, 1991 y 2010 fue el límite del término municipal de Cullera actual. Para dicha delimitación, se procedió a su digitalización manualmente conforme al deslinde marítimo-terrestre como la línea de costa observada.

Para la edición manual de los límites del deslinde se realizó modificando el contorno del término municipal para cada año con la herramienta Reshape Feature Tool de ArcGis.

2.2.4. Paso 4: Digitalizar las unidades de paisaje

Se entiende por Unidad de Paisaje el área geográfica definida por un tipo de paisaje característico que posee una combinación de dos elementos: una fisiografía característica y una determinada cobertura vegetal. Por tanto, a la hora de digitalizar las unidades de paisaje del término de Cullera, se diferenciará entre las siguientes unidades:

- **Agricultura:** pendiente menor del 12%, siendo un suelo relativamente llano, con cobertura vegetal de cultivo agrícola de regadío.
- **Agua dulce:** corresponde al río Júcar y la desembocadura del Estany de Cullera (Estany Gran), antigua desembocadura del río Júcar.
- **Dunas:** se refiere a todas las formaciones naturales de acumulación de arena que mejor representan el dinamismo y la fragilidad del medio costero. Posee una cobertura de planta herbácea y arbustiva característica de la zona dunar.
- **Montaña:** corresponde a la elevación natural del terreno de la montaña de Cullera o Sierra de los Zorros, cubierta por vegetación arbustiva que no ha alcanzado el máximo efecto climácico debido al efecto incendio sobre incendio.
- **Playa:** corresponde al depósito de sedimentos no consolidados de arena de primera línea de litoral del municipio.
- **Urbanizado:** engloba las zonas que se han poblado, creando calles, servicios y construyendo viviendas.

Una vez especificados las unidades de paisaje se eligió desarrollar el estudio en una franja de 1000 metros, con objeto, entre otros, de poder observar mejor la evolución del pueblo de Cullera, y se diferenció estas unidades en dicha franja. A parte, para tener una mayor facilidad a la hora de manejar la información, se diferenció el término de Cullera en 4 zonas (**Figura 2.7**) para facilitar la elaboración y simplificación de los resultados, y, además, permitir mayor detalle de visión de cada zona, siendo en orden de norte a sur: Norte del Cabo, Cabo-Júcar, Júcar-Estany y Sur

Estany. De forma que se eligió las interrupciones de mayor orden de la costa de Cullera: el cabo de Cullera, que es un promontorio que llega al mar separando dos zonas de arena; la desembocadura del Júcar, que implica un aporte de agua permanente que después se antropizó y finalmente se construyó unas escolleras; y, por último, el Estany de Cullera, que es una interrupción por una laguna costera que finalmente se abrió permanentemente al mar mediante la construcción de escolleras.



Figura 2.7. Unidades de Cullera en 1956

3. RESULTADOS

3.1. Zona “norte del cabo”

a) Norte del cabo (1956)

En la zona al norte del cabo del año 1956 el uso claramente predominante es el de la agricultura, como se puede observar en la **Tabla 3.1**, con un total del 92,21% de la superficie de suelo dentro de la franja de 1000 metros. Se trata de una zona mayoritariamente agrícola que carece de grandes zonas urbanizadas. El 5,06% de la zona de playa implica una anchura media de 60 metros de arena a lo largo de esta zona, además, al comparar este porcentaje con el dunar (2,47%), se ve que la extensión de las dunas en esta zona es en relación bastante grande.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	3821175	92,21%
Dunas	102289	2,47%
Montaña	11040	0,27%
Playa	209670	5,06%
Total general	4144174	100,00%

Tabla 3.1. Valores de las unidades de paisaje en la zona “Norte del cabo”. 1956.

b) Norte del cabo (1991)

En el año 1991, la zona al norte del cabo (**Tabla 3.2**) sufre una pequeña disminución, aunque poco representativa, de la superficie de la agricultura. También puede verse una gran disminución de la superficie de playa, que pierde un 2'01% de la superficie total respecto a la que podía encontrarse en el año 1956, pasando a tener una anchura media de 35 metros, sin embargo, esto no afecta a la superficie dunar que incluso se incrementa hasta ocupar el 3,68%. Además de esto, se puede ver la aparición de las primeras zonas urbanizadas en esta zona.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	3754494	90,86%
Dunas	152062	3,68%
Montaña	10184	0,25%
Playa	126847	3,07%
Urbanizado	88780	2,15%
Total general	4132367	100,00%

Tabla 3.2. Valores de las unidades de paisaje en la zona “Norte del cabo”. 1991.

c) Norte del cabo (2010)

En la **Tabla 3.3**, representando la zona al norte del cabo del año 2010, se observa de nueva una disminución de la superficie considerada agrícola (aunque sigue siendo poco significativa). Los cambios más importantes con respecto al año 1991 son que, por una parte, se triplica la superficie de suelo urbanizado y, por otra, que crece tanto la superficie de playa como la de dunas. Además, mencionar que la superficie de dunas se duplica desde el año 1956 hasta el 2010.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	3540996	84,26%
Dunas	168043	4,00%
Montaña	10213	0,24%
Playa	195576	4,65%
Urbanizado	287667	6,85%
Total general	4202495	100,00%

Tabla 3.3. Valores de las unidades de paisaje en la zona “Norte del cabo”. 2010.

3.1.1. Evolución de las unidades de paisaje en la zona “Norte del cabo”

En las unidades de paisaje se comprueba cómo, durante los intervalos de tiempo considerados en estudio, la superficie de la unidad de paisaje agrícola sufre una paulatina disminución (**Figura 3.1**). Además, en la ampliación de la **Figura 3.2**, se observa el crecimiento exponencial de la zona urbanizada. Finalmente mencionar la gran pérdida de playa que hubo con su posterior recuperación sin que el periodo de pérdida afectara a la superficie dunar, que se ha ido incrementado con el tiempo hasta casi duplicar su superficie desde el año de inicio del estudio.

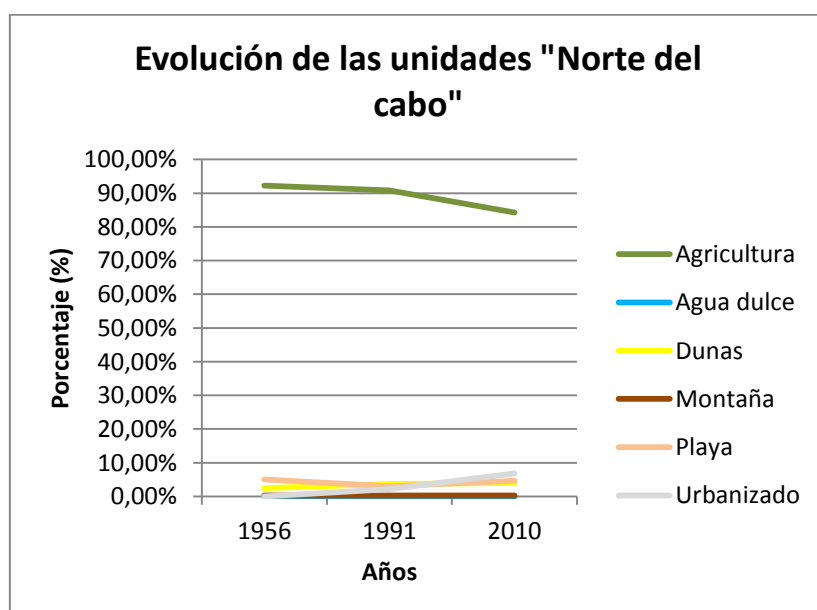


Figura 3.1. Evolución de las unidades de la zona “Norte del cabo”.

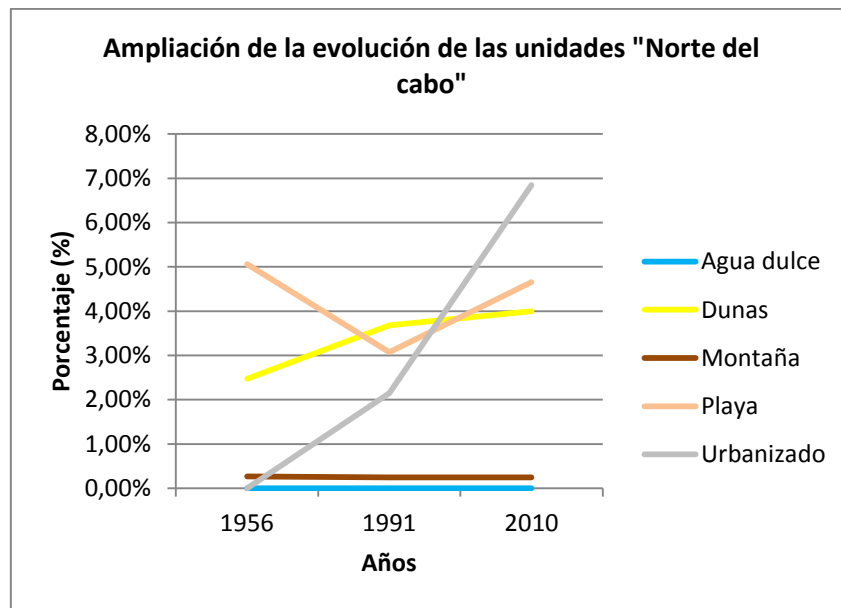


Figura 3.2. Ampliación de la evolución de las unidades de la zona “Norte del cabo”.

3.2. Zona “cabo-Júcar”

a) Cabo - Júcar (1956)

En el año 1956, en la zona comprendida entre en el cabo de Cullera y el río Júcar (**Tabla 3.4**), gran parte de la superficie está ocupada por zona montañosa recubierta por matorral y el otro gran grupo corresponde a la agricultura. En este año ya se presenta un pequeño porcentaje de zona urbanizada perteneciente al núcleo urbano de la zona de “San Antonio” de Cullera. También se aprecia que en esta zona la superficie de dunas es muy pequeña.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	1595984	32,31%
Agua dulce	45745	0,93%
Dunas	61981	1,25%
Montaña	2895693	58,61%
Playa	231167	4,68%
Urbanizado	109787	2,22%
Total general	4940357	100,00%

Tabla 3.4. Valores de las unidades en la zona “Cabo-Júcar”. 1956.

b) Cabo - Júcar (1991)

El cambio más notable a destacar en el año 1991 entre la zona del cabo y del río Júcar (**Tabla 3.5**) es el tremendo crecimiento de la zona urbanizada que se ha producido. Se pierde superficie agrícola y montañosa debido a este hecho. Además, destacar que el porcentaje de dunas disminuye a la mitad.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	877387	17,31%
Agua dulce	65480	1,29%
Dunas	34969	0,69%
Montaña	2568418	50,68%
Playa	288125	5,69%
Urbanizado	1233719	24,34%
Total general	5068098	100,00%

Tabla 3.5. Valores de las unidades en la zona "Cabo-Júcar". 1991.

c) Cabo - Júcar (2010)

Se puede observar en el año 2010, en la zona entre el cabo y el río Júcar (**Tabla 3.6**), la misma tendencia que encontramos entre el periodo del 56 al 91. De esta forma, se sigue perdiendo superficie de agricultura y de montaña y aumenta la superficie urbanizada. Por otra parte, hay más superficie de playa en este tramo, sin embargo, este incremento no aumenta la superficie dunar. Por último, la superficie de agua dulce pertenece a la masa de agua de la desembocadura del río Júcar, aunque no es relevante al estudio.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	609516	11,80%
Agua dulce	46176	0,89%
Dunas	34103	0,66%
Montaña	2208907	42,77%
Playa	398894	7,72%
Urbanizado	1866419	36,14%
Total general	5164015	100,00%

Tabla 3.6. Valores de las unidades en la zona "Cabo-Júcar". 2010.

3.2.1. Evolución de las unidades en la zona “cabo-Júcar”

Durante los 54 años del estudio en la zona entre el cabo de Cullera y el río Júcar es la que cambios más fuertes ha sufrido. Como se presenta en la **Figura 3.3**, existe una continua disminución de la superficie de montaña virgen y de agricultura. Acorde a esta disminución, este territorio es ocupado por superficie urbanizada, que crece alrededor de un 35 % desde el año 1956. También se producen cambios en la superficie de playa, que aumenta un 2%, y en la superficie dunar, que disminuye aunque no muy significativamente.

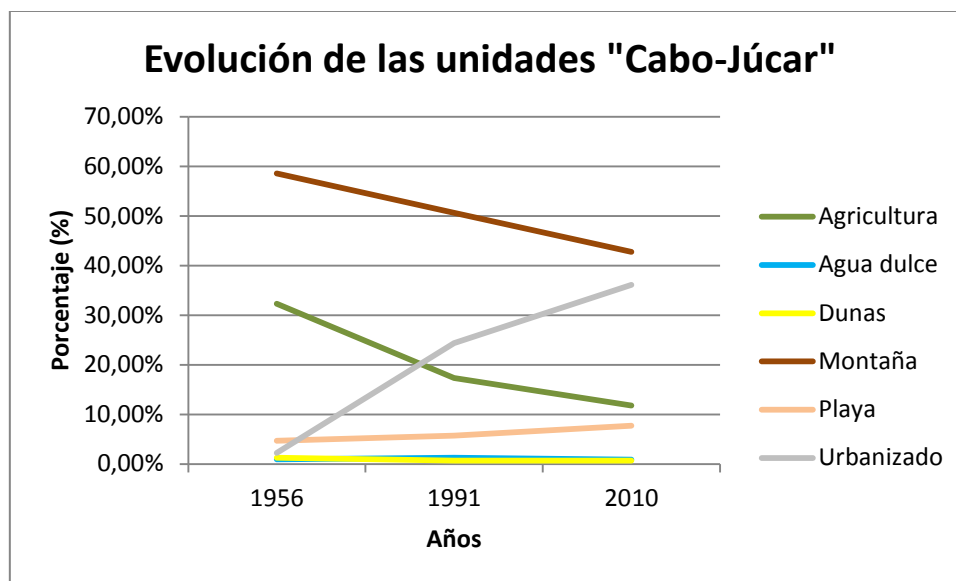


Figura 3.3. Evolución de las unidades de la zona “Cabo-Júcar”.

3.3. Zona “Júcar-Estany”

a) Júcar – Estany (1956)

En la zona comprendida entre el Júcar y el Estany en el año 1956 (**Tabla 3.7**) no se presentan zonas urbanizadas, utilizando la superficie en uso agrícola en la mayoría de la extensión. La zona de agua dulce que aparece en esta zona pertenece a la suma de la que encontramos en el río Júcar y a la que encontramos en el lago de la antigua desembocadura del Júcar. Además de todo esto, se observa una pequeña superficie de dunas en la zona, siendo la de menor extensión que encontraremos durante 1956 en cualquiera de las zonas en las que se ha dividido el término de Cullera.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	2541963	92,70%
Agua dulce	100267	3,66%
Dunas	17351	0,63%
Playa	82582	3,01%
Total general	2742163	100,00%

Tabla 3.7. Valores de las unidades en la zona “Júcar-Estany”. 1956.

b) Júcar – Estany (1991)

En el año 1991 ocurren varios cambios que se recogen en la **Tabla 3.8**. Así pues, se empieza a urbanizar el litoral, sustituyendo, de esta forma, la superficie agrícola. Otro cambio a destacar es la pequeña pérdida de superficie de playa, en comparación a la pérdida de superficie dunar, quedándose reducida a la mitad.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	2227292	83,80%
Agua dulce	120443	4,53%
Dunas	7110	0,27%
Playa	79512	2,99%
Urbanizado	223490	8,41%
Total general	2657847	100,00%

Tabla 3.8. Valores de las unidades en la zona “Júcar-Estany”. 1991.

c) Júcar – Estany (2010)

Los resultados del año 2010 recogidos en la **Tabla 3.9** muestran que se duplica la superficie urbanizada en un porcentaje proporcional a lo que se pierde de agricultura. Además, se recupera ligeramente tanto la superficie de playa como la de duna.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	2025183	75,36%
Agua dulce	120573	4,49%
Dunas	11649	0,43%
Playa	100357	3,73%
Urbanizado	429440	15,98%
Total general	2687202	100,00%

Tabla 3.9. Valores de las unidades en la zona “Júcar-Estany”. 2010.

3.3.1. Evolución de las unidades en la zona “Júcar-Estany”

En el periodo de tiempo en el que el estudio se desarrolla, en la zona comprendida entre el Júcar y el Estany se observa la misma tendencia de pérdida de unidad de paisaje de agricultura (Figura 3.4) que se observa en el resto de zonas en las que ha sido dividido el término de Cullera. Además, aparece un fuerte crecimiento de la urbanización próxima a la costa, un proceso común en la zona de litoral. En cuanto a los otros dos grupos relevantes encontramos que, por una parte, la superficie de playa aumenta muy poco, mientras que, por la otra, la superficie de duna sufrió un gran declive en el año 1991, pero posteriormente fue recuperada aunque sin llegar a igualar la superficie del año inicial de estudio, 1956 (Figura 3.5).

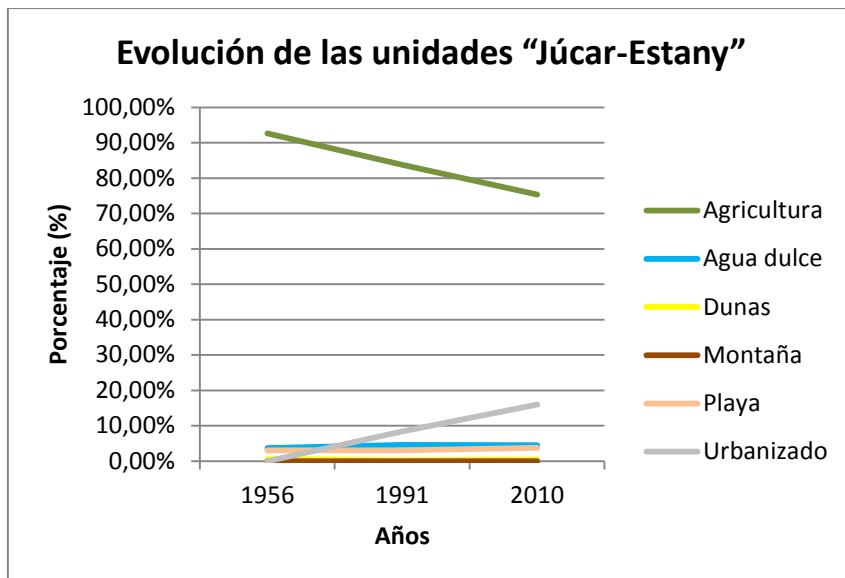


Figura 3.4. Evolución de las unidades de la zona “Júcar-Estany”.

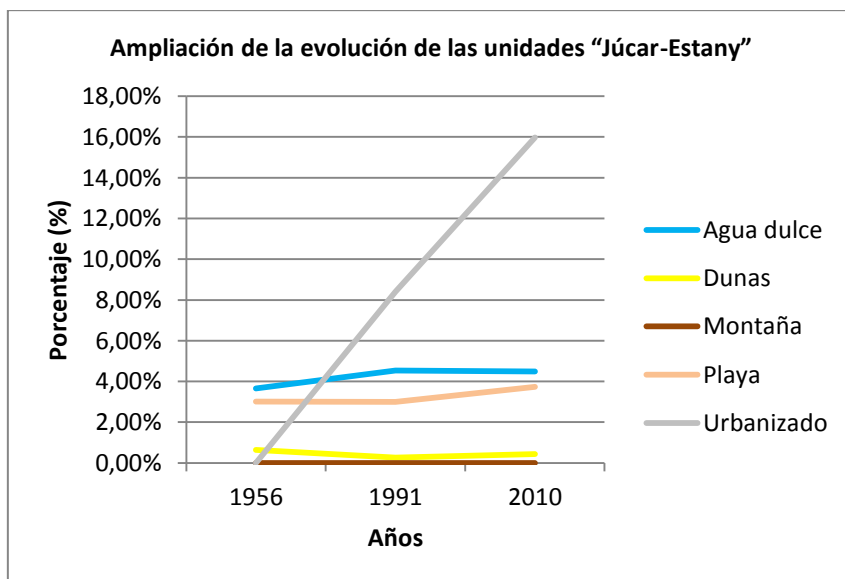


Figura 3.5. Ampliación de la evolución de las unidades de la zona “Júcar-Estany”.

3.4. Zona “Sur Estany”

a) Sur del Estany (1956)

En lo correspondiente a la zona al sur del Estany (**Tabla 3.10**), en el año 1956 se trata de una zona libre de urbanización donde más del 90% del suelo tiene uso agrícola. Al igual que en la zona anterior, aparece superficie de agua, siendo una parte de la antigua desembocadura del Júcar (lago del Estany). Además, los valores que encontramos en la zona del año 1956 sobre la superficie de playa y duna son similares a los resultados del mismo año de la zona Júcar-Estany, por lo que se aprecia la continuidad de la costa al mantenerse cerrado el lago con sedimentos.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	2715174	93,60%
Agua dulce	58710	2,02%
Dunas	22168	0,76%
Playa	104682	3,61%
Total general	2900734	100,00%

Tabla 3.10. Valores de las unidades en la zona “Sur Estany”. 1956.

b) Sur del Estany (1991)

Durante el transcurso de años entre los años 1956 y 1991 se aprecian varios cambios (**Tabla 3.11**). Aparece una zona urbanizada en la costa, aunque no de forma tan masiva como en las otras zonas del término. Con la aparición de esta urbanización apenas se disminuye zona de agricultura, sin embargo se disminuye un tercio de la superficie de playa, provocando que la superficie de duna se reduzca a más de la mitad de la superficie que encontramos en 1956.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	2642092	93,34%
Agua dulce	71001	2,51%
Dunas	8800	0,31%
Playa	67829	2,40%
Urbanizado	40889	1,44%
Total general	2830611	100,00%

Tabla 3.11. Valores de las unidades en la zona “Sur Estany”. 1991.

c) Sur del Estany (2010)

Actualmente (**Tabla 3.12**), en la zona al sur del Estany, la urbanización multiplica por cinco su superficie en los 19 años que separan los años 1991 y 2010. El resto de cambios, como la disminución de la zona de agricultura no son muy significativos. Sin embargo, se observa que la superficie de playa y de duna crece ligeramente.

Unidad de Paisaje	Superficie (m2)	Porcentaje
Agricultura	2505447	88,48%
Agua dulce	71032	2,51%
Dunas	11737	0,41%
Playa	84449	2,98%
Urbanizado	158936	5,61%
Total general	2831601	100,00%

Tabla 3.12. Valores de las unidades en la zona “Sur Estany”. 2010.

3.4.1. Evolución de las unidades en la zona “Sur Estany”

En la zona al sur del Estany, al igual que en el resto de zonas anteriores, se sigue la misma tendencia de gran crecimiento de zona urbanizada con la consiguiente pérdida de zona de agricultura (**Figura 3.6**). A parte de esto, conforme han pasado los años se ha perdido superficie tanto de playa como dunar, siendo especialmente dañino para este último grupo que se ha reducido a la mitad debido a la gran presión urbanizadora que se observa, llegando al pico de 158.936 m² en el 2010 (**Figura 3.7**).

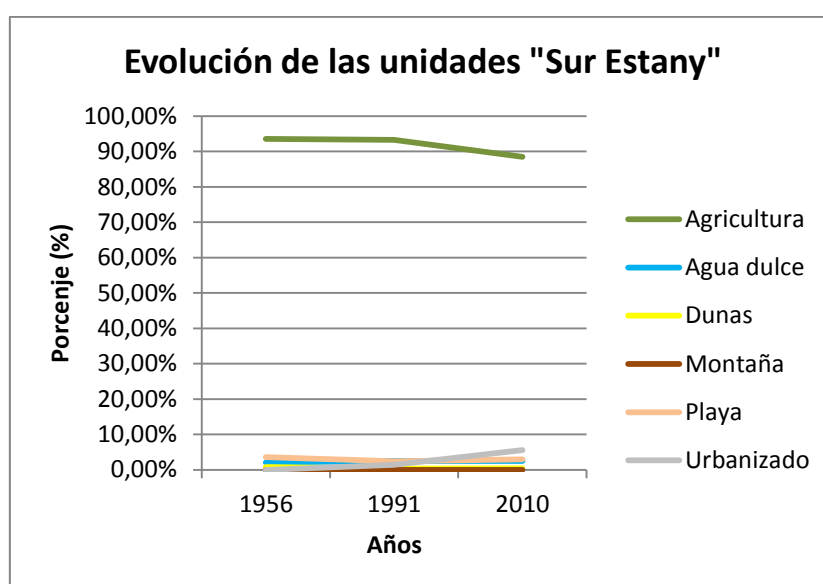


Figura 3.6 Evolución de las unidades de la zona “Sur Estany”.

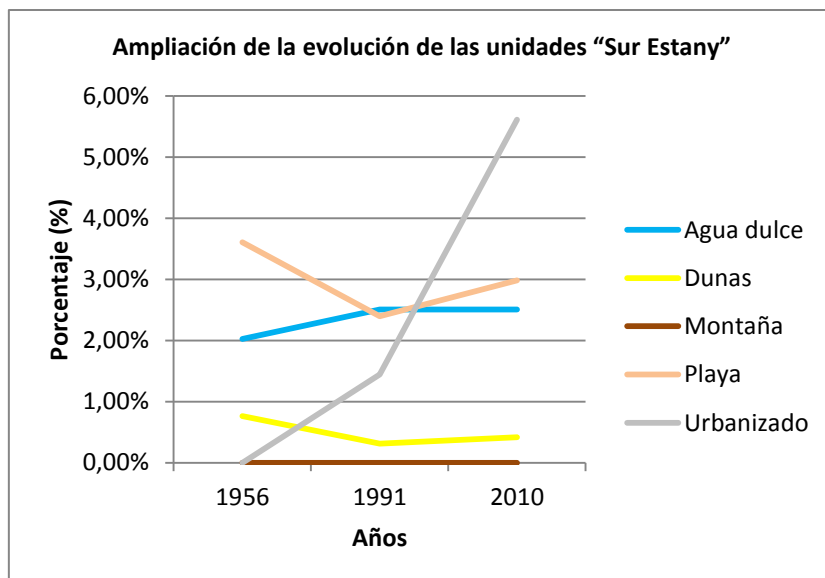


Figura 3.7. Ampliación de la evolución de las unidades de la zona “Sur Estany”.

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Cambios en las infraestructuras costeras

De todos los ámbitos naturales, las costas son lo que más frecuentemente presentan modificaciones en su forma y disposición debido a la acción de varios factores tanto naturales como humanos. Es obvio que la playa cambia a largo plazo de forma natural debido a las condiciones variantes de viento, de mar, de dinámica litoral o de aporte de sedimentos, ahora bien, también se debe tener en cuenta las alteraciones humanas a corto plazo, acciones que se han vuelto más fuertes en el último siglo (Sanjaume et al, 1996). Esto es sencillo gracias al uso de documentos cartográficos y fotográficos que muestran las variaciones de la costa en distintas fechas de las últimas décadas.

4.1.1. Infraestructuras hasta el año 1956



Figura 4.1. Fotografías aéreas de las zonas que presentan cambio en la costa. 1956.

En las fotografías aéreas del año 1956 (**Figura 4.1**) se apreció la escasez de estructuras artificiales a lo largo de la costa a excepción de los dos espigones del mismo tamaño en la desembocadura del Júcar, obras que se realizaron entre 1947 y 1956 con el fin de encauzar la salida del río al mar y evitar su cierre por acumulación de arena.

Otro rasgo que se destacó fue la falta de capacidad de desagüe al mar en la salida del Estany Gran (una laguna que consiste en una superficie muy estrecha y alargada que recoge las aguas de surgencias cársticas y de diversas acequias de drenaje) debido al aporte continuo de sedimentos que cerraba la salida de agua al mar, cuando el nivel de agua era bajo, mediante un cordón de dunas hasta la década de los 70 (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2003). Por contra, cuando el nivel de agua subía y amenazaba con inundar alguna zona el cordón se rompía para facilitar la salida del agua, siendo esto controlado por los agricultores que hacían una apertura para bajar el nivel freático hasta los límites en que no fuera peligroso (esta información es obtenida de forma verbal de la comunidad de pescadores del Estany).

4.1.2. Infraestructuras desde el año 1956 hasta 1991



Figura 4.2. Fotografías aéreas de las zonas que presentan cambio en la costa. 1991.

Se observó que entre el periodo de tiempo entre el año 1956 al 1991 se construyó un espigón en el cabo de Cullera, concretamente entre la playa del Racó y la de Cap Blanc. A parte, aprovechando este espigón ya nombrado, a finales de 1978 en la playa de los Olivos, se construyó el principio de los diques (un espigón en L) del puerto deportivo (**Figura 4.2.1**), posteriormente eliminado en noviembre de 1992 cuando se inician una serie de actuaciones para poder recuperar la costa original debido a que la crisis económica provoca el fracaso urbanizador en la zona entorno a Cap Blanc y, a la vez, el fracaso del puerto deportivo.



Figura 4.2.1. Proyecto de construcción del puerto deportivo.

Además de esto, en la desembocadura del Júcar se alargó el espigón situado al norte de la desembocadura en los años 80. Estas estructuras afectaron a la geomorfología situada más al sur, por lo que se construyeron espigones paralelos a la línea de costa en la playa del Estany con el fin de retener la mayor cantidad de arena posible para combatir la erosión acelerada que se estaba sufriendo (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2003), generando, contrariamente, un mayor problema erosivo.

Es en este periodo donde se vio el mayor cambio geomorfológico del litoral, acrecentándolo en especial por la construcción del paseo marítimo a lo largo de la costa con el fin de fomentar el turismo de la década de los 60. A parte de esto, se construyó una canalización de la desembocadura del Estany para facilitar el desagüe de agua, lo que paralizó la tendencia migratoria de sedimentos que existía hacia el sur hasta el 1956.

4.1.3. Infraestructuras desde el año 1991 hasta el 2010

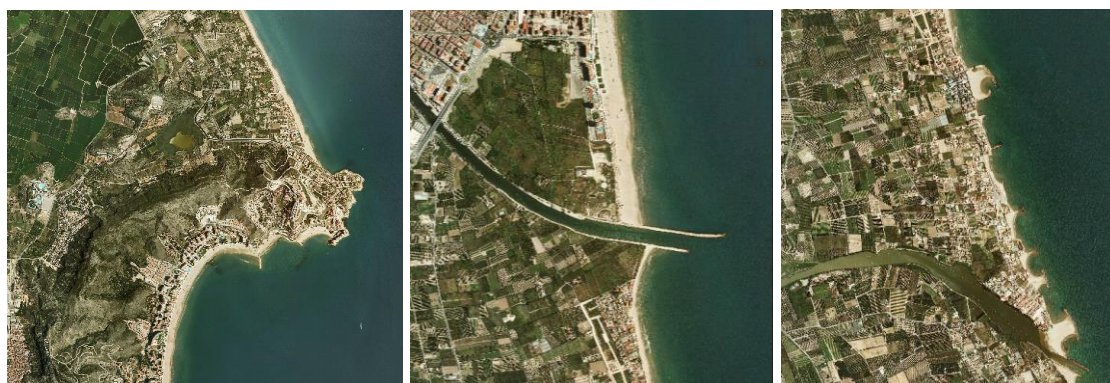


Figura 4.3. Fotografías aéreas de las zonas que presentan cambio en la costa. 2010.

En cuanto al periodo de 19 años posteriores, apenas hay modificaciones en las infraestructuras que produzcan alteraciones geomorfológicas en el litoral, en todo caso se eliminan o se alteran algunos espigones a lo largo de la costa.

Por una parte, como ya se ha nombrado, en 1992 se retiró los diques del puerto deportivo de Cap Blanc ya que el fracaso de la empresa constructora ocasiona el abandono del espacio y el espigón supone una barrera para la circulación del oleaje que provoca erosión en la playa del Racó. La ausencia de arena motivó la actuación de las autoridades ya que suponía un inconveniente para el turismo, siendo la motivación económica el motor para corregir esta actuación antrópica.

Por la otra, se mantuvieron los espigones y escolleras en la playa del Estany, generando grandes zonas de acumulación de arena puntuales, mientras que en otras zonas las viviendas son protegidas por estos cúmulos de piedras que ejercen de barrera contra los temporales debido a la gran erosión (**Figura 4.3.1**).

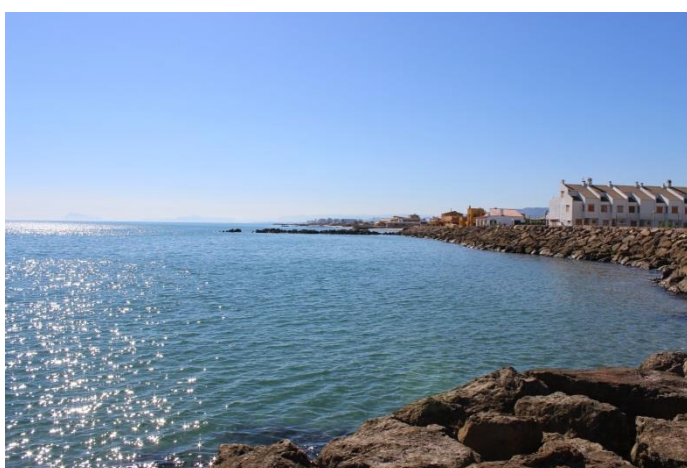


Figura 4.3.1. Costa en la zona de la playa del Estany.

4.2. Cambios de la geomorfología costera

Durante las últimas décadas, la erosión del litoral ha aumentado en muchos lugares como consecuencia de la actividad humana. La erosión acelerada, la desaparición de playas y dunas, la mayor frecuencia de inundaciones, la degradación de los ecosistemas, etc., son un síntoma de una incapacidad de proporcionar una gestión competente de la tierra costera (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2005).

La evolución de este sector está distinguido, como ya hemos dicho con anterioridad, en dos periodos de tiempo comprendidos entre 1956-1991 y 1991-2010. En el primer lapso de tiempo (1956-1991) se contemplará la modificación de la geomorfología debido a la instalación de todos los espigones y escolleras junto con todo el proceso urbanizador por la actividad humana. Y una vez llegamos a la evolución del sector en el segundo periodo de tiempo (1991-2010) se ha de contemplar un desarrollo de la costa como consecuencia de las múltiples actuaciones humanas que podrían relacionarse con el mantenimiento de las estructuras como escolleras transversales y espigones, con la alteración o eliminación de algunos espigones y, por último, con las acciones como el vertido artificial de arenas, ya sea con materiales de otras playas o con arenas procedentes del machaqueo de material de cantera.

Se trata de una costa que presenta varias singularidades y tramos totalmente diferenciados, por lo que cada uno presentará una dinámica y evolución distinta que será expuesta a continuación. La tendencia observada en este estudio coincide con la misma que observaron Ricardo Brocal, María José López García y Josep E. Pardo Pascual en un análisis del año 2005 que abarcaba de 1956 a 1999 de la línea de costa en el sector Cullera-Tavernes, por lo que este apartado sobre la evolución geomorfológica de la costa va a estar apoyado por este análisis que realizaron con la diferencia de que, en esta ocasión, será abarcado todo el término de Cullera y además la duración del tiempo de estudio será mayor.

En primer lugar, en la zona situada al **norte del cabo (Figura 4.4)**, la playa está caracterizada por ser un frente litoral en recesión estable en algunas posiciones intermedias y en crecimiento en el extremo final más al sur gracias al apoyo del cabo de Cullera.



Figura 4.4. Zona norte del cabo. 2010.

- En el año 1956 el frente empieza con una superficie de 209.670 m² (5,06%)¹. Desde esta fecha hasta el año 1991 la playa entra en recesión llegando casi a la mitad de su superficie en el año inicial: 126.847 m² (3,07%), la diferencia entre ambos años se puede observar en la **Figura 1 del anexo A**. Esto se debe esencialmente a dos sucesos: el primero es al efecto abrigo que ejerce el puerto de Valencia comenzándose a construir en el año 1792, y sufriendo una fuerte ampliación a lo largo del siglo XX, provocando serios problemas de interrupción de la deriva litoral que generan erosión en la costa al norte que limita con el término municipal y progradación al sur, mediante el apoyo del cabo (Sanjaume et al, 1996); y el segundo a la reducción de aporte de sedimentos del río Turia por obras realizadas río arriba.
- Desde 1991 hasta el 2010 (**Figura 5 del anexo A**) la superficie de playa creció ligeramente, pero sin llegar a alcanzar los niveles iniciales, hasta los 195.576 m² (4,65%). Esto ocurrió debido a regeneraciones de la playa que se llevaron a cabo en la costa entre el término de Cullera y Valencia como consecuencia de la recesión por el abrigo que generaba el puerto de Valencia, y debido a

¹ A partir de este momento la superficie va a estar representada en porcentaje, además de en metros cuadrados. Este porcentaje se va a referir a la superficie total que tiene esta unidad de paisaje en la franja de 1000 metros en que se desarrolla el estudio.

regeneraciones dunares como la de El Saler que han sido recreadas artificialmente, o como en el Perellonet, de forma natural, que entre 1973 y 1989 consiguió acumular un volumen de arena de 56.580 m³, formando nuevos sumideros de arena (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2005). De forma que la deriva litoral de sedimentos apporto más arena a la playa del norte del cabo, acumulándose especialmente en la playa apoyada sobre este.

En segundo lugar, en la zona situada entre el **cabo del Cullera** y la **desembocadura del río Júcar (Figura 4.5)** la superficie de playa crece a lo largo de todo lapso de tiempo del estudio comprendido entre 1956 y 2010, tendencia que se desarrolla en este sector, y que ha quedado demostrada cuantitativamente y visualmente.



Figura 4.5. Zona del cabo a la desembocadura del Júcar. 2010.

- Entre 1956 y 1991 (**Figura 2 del anexo A**), los metros cuadrados de playa crecen desde la cifra inicial de 231.167 m² (4,68%) a una superficie de 288.125 m² (5,69%). Este crecimiento ocurre debido, por una parte, a la aparición de diques en el norte de esta zona en los años setenta con lo que iba a ser un puerto deportivo en Cap Blanc, que no llegó a terminarse, o a la aparición de espigones como el del Hotel Sicania que provocaron dos fenómenos: una gran acumulación de sedimentos en los primeros 500 metros de playa desde el cabo hacia el sur que corresponde con una playa con orientación E-W y un claro retroceso en una amplia zona de casi un kilómetro de distancia hasta que la playa recupera la dirección de costa fundamental. Por otra, la progradación también se asocia a la aparición de espigones en la desembocadura del río Júcar, al sur de esta zona, en los años cincuenta, con su posterior ampliación en los años ochenta, lo que provocó un efecto barrera de los sedimentos y generó una fuerte acreción en la anchura de la playa emergida que va de

menor a mayor conforme nos acercamos a los diques. Sin embargo, contrario al efecto beneficioso que tuvo esta última obra en las playas situadas hacia el norte, es conocido que en muchos lugares las estructuras de ingeniería de costa que se construyen con el fin de estabilizar el litoral generalmente acaban generando efectos erosivos a corto plazo (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2005) como se verá más adelante en las zonas al sur del término de Cullera por debajo de la desembocadura.

- En el siguiente periodo, la superficie de costa aumento hasta llegar a 398.894 m² (7,72%) en el 2010 (**Figura 6 del anexo A**) debido a varias acciones que acontecieron durante estos 19 años: se modificaron los diques y se realizó el vertido de arenas con el objetivo de mejorar el aspecto de una costa tan atractiva para el turismo y así recuperar la línea de límite marítimo-terrestre original anterior a la construcción de estructuras litorales. Así pues, se desmantelaron en 1992 los diques del puerto deportivo de Cap Blanc y en el mismo año se restauró el espigón del Hotel Sicania. Además, se realizó un recrecimiento artificial en la zona de la playa de los olivos mediante el aporte de arenas de la misma playa. En noviembre de 1992 en la playa del Racó, (localizada en la curvatura antes de que el litoral recupere la dirección N-S) se vertieron 18.000 m³ de arenas procedentes de Cap Blanc en el extremo norte de esta playa con el fin de que el propio oleaje siguiera la dinámica de forma natural. Sin embargo, en el año 1994 todavía no se había logrado el equilibrio que se buscaba sino que, por el contrario, en la playa de Cap Blanc se advertía una deformación y, además, en la zona sur (hasta los últimos años estable) la playa se estaba erosionando. Para solucionar esto en 1994 se depositaron 40.000 m³ de arena a lo largo de toda la playa del Racó con materiales de las dos playas previas a esta (Cap Blanc y Olivos). Por último, la intervención final en esta zona data del año 1995 cuando, debido a un temporal, se tuvo que intervenir nuevamente la zona de la playa del Racó, donde se reconstruyó el paseo marítimo y se depositaron 20.000 m³ de arena de playas cercanas. En cuanto a la acumulación que se acometía en la playa de Sant Antoni, que se encuentra apoyada sobre los espigones del río Júcar, ha continuado aunque de forma menos importante y sin apreciarse una gran tendencia creciente conforme nos acercamos al obstáculo, tendencia que se ha controlado debido a las extracciones de arena para alimenta la zona más al sur durante los últimos años.

En tercer lugar, en la zona de la **desembocadura del Júcar** hasta el **Estany** (**Figura 4.6**) la superficie de playa aumenta ligeramente tanto en el espacio de tiempo de 1956 a 1991 (**Figura 3 del anexo A**) como en el de 1991 a 2010 (**Figura 7 del anexo A**). Desde el año 1956 la superficie de playa aumenta de 82.582 m² (3,01%) a 100.357 m² (3,73%) en el 2010. Sin embargo, estos datos se refieren a superficie de arena que encontramos en este tramo y no a que sea un aumento de la anchura de la playa hacia el mar de forma continua en toda la costa, ya que, si nos fijamos especialmente en la Figura 3 del anexo A, esta continuidad que encontrábamos en 1956 ha sido sustituida por algunos tramos sin arena y otros tramos de playa soportada por los numerosos espigones que se construyeron durante el transcurso hasta 1991.



Figura 4.6. Zona de la desembocadura del Júcar al Estany. 2010.

Antes de comenzar con los efectos locales desde el río Júcar hacia el sur, también se tiene que valorar efectos más globales que también ocasionan la disminución de aportes como es la regularización de los ríos mediante embalses que retienen sedimentos. Esto ha tenido especial importancia en el río Júcar debido a que durante los años noventa se fueron construyendo presas en la cuenca baja que limitan el aporte de sedimentos fluviales de la principal fuente de suministro. Además de estas modificaciones, aunque no menos importantes, también se debe tener en cuenta urbanización y antropización (cambios de usos del suelo, etc) de las laderas montañosas que suministran sedimentos a los ríos y barrancos que desembocan en el mar, y que ha cambiado el régimen y volumen de sedimentos aportados por estas vías al sistema costero (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2015).

- Una vez conocido lo anterior, si nos centramos en los efectos locales del periodo de estudio de 1956 a 1991, en el año 1956 sí que existía esta continuidad de la costa como ya hemos dicho, pero una vez observamos la imagen correspondiente al año 1991 de la **Figura 3 del anexo A** esta continuidad ya no existe, siendo sustituida por una costa con numerosos espigones transversales a la costa y escolleras longitudinales con el fin de retener la arena y con una fuerte presión urbanística. Esta zona,

correspondiente a la playa del Estany, está caracterizada por estar sometida a una fuerte erosión con un retroceso de toda la costa de forma generalizada, a excepción de los pequeños avances debido a la acción de los nombrados espigones (que suponen un efecto de acreción local asociado a la protección de estas obras en dichos puntos) construidos en la década de los setenta por parte de particulares y de la administración (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2003). Debido a este efecto de acumulación local, en los datos extraídos se observa que la superficie de playa crece en este periodo, sin embargo se trata de una zona castigada por un continuo proceso erosivo que no consigue mantener la continuidad de la costa a excepción de las zonas protegidas donde se acumulan los sedimentos al detenerse el transporte litoral.

- Según avanzamos en el tiempo, en el periodo de 1991 a 2010, a diferencia de la gran cantidad de cambios que han sucedido en el lapso anterior, esta ha sido una zona que ha permanecido sin cambios importantes en especial en la playa del Estany debido a la estabilización mediante escolleras. En los resultados se obtiene que esta zona crece en una superficie de 20.000 m² debido a que junto a algunos espigones (como los que tienen forma de T) se produjo una acumulación significativa de avances puntuales de la costa de alrededor de los 20 m. En cuanto a la playa del Marenyet, la construcción de los espigones de la canalización del río Júcar es uno de los principales motivos para la erosión tan drástica que han experimentado las playas situadas al sur de la misma. (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2003), de forma que se observa una acumulación conforme nos acercamos al dique situado al sur de encauzamiento de la desembocadura del Júcar debido al efecto sombra y va perdiendo sedimentos hasta la playa del Estany. Además de esto, se sabe de un par de aportaciones de sedimentos conocidos gracias a noticias en El Levante: de forma que, por una parte, en 2008 la playa del Marenyet recibió una aportación de 48.300 metros cúbicos y en 2009 el Ministerio de Medio Ambiente realizó de nuevo otra aportación de 20.000 metros cúbicos de arena a la playa del Marenyet, un volumen de arena que se extrajo de las playas situadas al norte de la desembocadura del Júcar en las que ocurre la situación inversa. Sin embargo ese sistema de regeneración artificial de la costa apenas surte efecto ya que el mar engulle las actuaciones cuando se produce el primer temporal fuerte tras la alimentación.

Por último, en la zona al **sur del Estany (Figura 4.7)** si se compara el año inicial con el final se ha seguido una tendencia erosiva, sin embargo en este sector la evolución del litoral ha sufrido un efecto de vaivén durante todo el transcurso de tiempo:

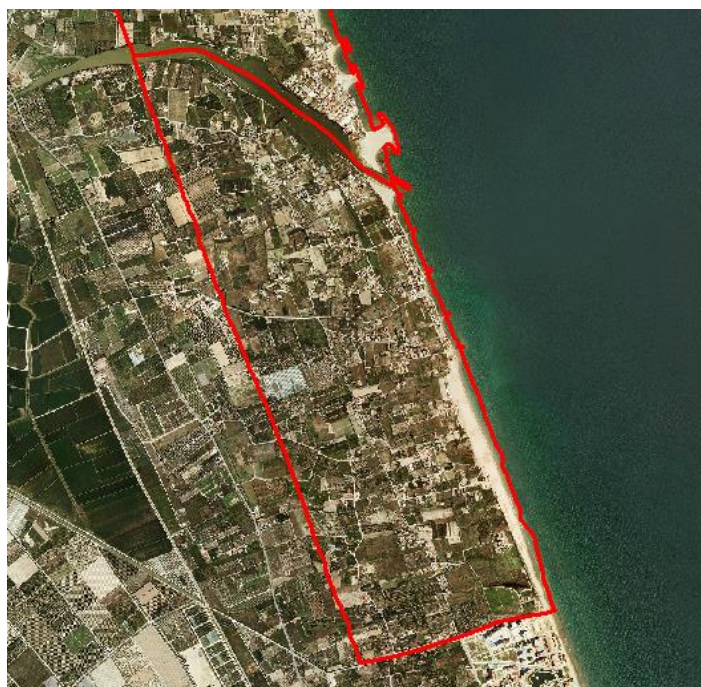


Figura 4.7. Zona al sur del Estany. 2010.

- En el primer periodo se perdió un tercio de superficie de playa, dominando una tendencia recesiva, desde 1956 hasta 1991 (**Figura 4 del anexo A**), de 104.682 m² (3,61%) de playa a 67.829 m² (2,40%), pérdida que fue acrecentada una vez se instalaron las escolleras y los espigones en la playa del Estany, que dificultaban el transporte litoral de sedimentos de norte a sur.
- Sin embargo, en el siguiente periodo (**Figura 8 del anexo A**) se recuperó un poco de superficie alcanzando los 84.449 m² (2,98%) en el 2010, esto fue posible gracias a varias intervenciones: en enero de 1992 se realizó un vertido en la mitad norte de la playa del Brosquil de 56.300 m³ de arena procedente de la zona de acumulación al norte de la desembocadura del Júcar en la playa de Sant Antoni, esta arena fue depositada construyendo una “duna” para que se integrara lentamente al sistema sedimentario litoral únicamente en caso de temporal; posteriormente, en octubre de 1993, se procedió de la misma forma donde se depositaron más de 50.000 m³ de arena procedente de la misma que la extracción anterior, y fue repartida a lo largo de 600 m de playa.

4.3. Cambios de los usos en el litoral

4.3.1. Cambios de la urbanización en el litoral

El principal producto turístico valenciano de sol y playa ha ido deteriorándose como consecuencia de la continua desviación hacia las actividades relacionadas con la construcción inmobiliaria, dejando en un segundo plano el tratamiento del entorno y la prestación de servicios. Desarrollándose el llamado “turismo residencial”, siendo una de las industrias más importantes de la Comunidad Valenciana a efectos de inversión, rentas y empleo (Obiol & Pitatch, 2011), donde el punto de vista económico es el motor que más ha movido la explotación de este tipo de turismo debido a que el litoral ha sido históricamente el emplazamiento preferido de gran número de actividades que compiten por el espacio tratando de obtener ventaja de su accesibilidad marítima, de sus recursos naturales, del clima benigno o del atractivo del paisaje (Carrero, 2006).

Así pues, se trata de una demanda motivada por el disfrute del clima y del mar mediante grandes centros de turismo de sol y playa, destinos vacacionales y de segunda residencia tanto para ciudadanos del país como extranjeros. Esta demanda, de procedencia geográfica dispar y de intereses socioeconómicos variados, se concentra en un crecimiento compulsivo de la oferta inmobiliario/turística que ya ocupa la gran mayoría de la costa valenciana (Vera & Baños, 2010).

Además de estas perturbaciones derivadas de la urbanización, cabe nombrar que no es el único agravante de la costa que viene de la mano humana. De forma que, durante las últimas décadas las acciones humanas como extracción de arena y grava de los ríos y playas (para uso en construcción y agrícola), la construcción de presas (que impiden que el suministro máximo de sedimentos lleguen al mar), la construcción de espigones y rompeolas y la destrucción de dunas litorales para construcción de infraestructuras han influido fuertemente en el equilibrio de la zona costera (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2005).

Volviendo al tema que nos atañe, en todo el término de Cullera se ha presentado la misma tendencia de expansión urbanizadora que se ha podido observar en cualquier zona de litoral, aumentando la superficie urbana de todo el municipio de 0,110 km² en 1956 (donde el desarrollo del turismo empieza a representar desde 1960 uno de los procesos geográficos más notables por lo que respecta a la afección territorial) a 1,587 km² en 1991, hasta alcanzar finalmente los 2,742 km² en 2010 (siendo en 1995 cuando el turismo se convierte en el mascarón de proa de la autonomía valenciana).

Por lo tanto, la diferencia de superficie es enorme si comparamos el primer año del estudio con el último, con una diferencia de 2,633 km². Haciéndose más notable en 1990, donde la costa comienza a litoralizarse y alrededor del 60% de la población mundial se concentra en los primeros 60 km de costa (Carrero, 2006). Para este crecimiento, la aparición de las actividades turísticas en la costa valenciana, en general, engulló primero parajes próximos al mar y fértiles tierras agrícolas (como también se desarrollará en el apartado que está a continuación), así como, en el caso concreto de Cullera, engullendo zona de montaña. Este crecimiento se puede observar de la **Figura 9 del anexo A** hasta la **Figura 16 del Anexo A**:

- La evolución del sector norte esta recogida en la **Figura 9** y en la **Figura 13**, abarcando desde 1956 hasta 2010, donde las grandes zonas urbanizadas ocupan especialmente la superficie que se encuentra enfrente de la playa apoyada sobre el cabo al ser la zona donde se encuentra la mayor anchura de arena, siendo así la de mayor interés turístico
- En la **Figura 10** y en la **Figura 14** se contempla el sector recogido entre el cabo de Cullera y la desembocadura del río Júcar. En esta zona es donde se encuentra el centro neurálgico del pueblo de Cullera, que ha sufrido una increíble expansión en la segunda mitad del siglo XX, concretamente desde el boom de la construcción. De forma que, así como en el año 1956 solo estaba urbanizado la zona del centro del pueblo y una pequeña parte de la zona de San Antonio, conforme avanzamos en el tiempo se fue urbanizando toda la costa con edificaciones de hasta 20 pisos de altura o en adosados produciendo una gran concentración espacial sobre un espacio mínimo. Incluso se fue urbanizando zona montañosa, donde en el periodo comprendido entre 1968 y 1975 se comienza a construir carreteras sustituyendo las curvas de nivel e iniciando un proceso urbanizador que fue detenido por la crisis económica en 1976, pero que continuó en el boom urbanístico de 1998, sustituyéndose 0,687 km² de esta por viviendas unifamiliares e independientes en las faldas de la montaña. A partir de 2009, la nueva crisis ha paralizado de nuevo las construcciones hasta el próximo periodo de crecimiento. De esta forma se ha alcanzado la totalidad de la continuidad de suelo urbano en esta franja comprendida entre el cabo y el río (**Figura 4.8**).



Figura 4.8. Frente del litoral en el pueblo de Cullera.

- Tanto en la **Figura 11** y en la **Figura 15** (zona entre la desembocadura y el Estany) como en la **Figura 12** y en la **Figura 16** (zona al sur del Estany) se produce el mismo fenómeno que ocurre en todo el litoral, donde en una zona carente de viviendas se empieza a urbanizar en los primeros metros de costa con el paso de los años, llegando en algunos puntos a estar las viviendas unifamiliares en contacto con el mar únicamente protegidas por cúmulos de piedras que se han tenido que instalar debido a los procesos de erosión.

En conclusión, es conveniente ralentizar y racionalizar el gran crecimiento de la oferta inmobiliaria y ajustarlo a la capacidad de acogida del territorio y de los recursos, ya que la explosión de la construcción de viviendas no es útil para el interés turístico general y no únicamente de sol y playa (Obiol & Pitatch, 2011). Semejante explosión no hace más que generar efectos secundarios que se han experimentado en las últimas décadas de antropización marcada, como es la tendencia ligeramente erosiva, incluso en zonas que tradicionalmente han sido sectores de acumulación y estabilidad, siendo un ejemplo claro de ello la zona de la playa del Marenyet y del Brosquil. Efectos debidos, en general, a la tendencia ya nombrada de modificación por la mano del hombre que conlleva a cambios en los cauces y a cambios de usos del suelo (entre otros) de las laderas montañosas que suministran sedimentos a los ríos y barrancos que desembocan en la costa, y que han hecho cambiar el régimen y volumen de sedimentos aportados por estas vías al sistema costero (Sanjaume & Pardo Pascual, 2015).

4.3.2. Cambios de la agricultura en el litoral

Históricamente, desde el Holoceno las actividades humanas comienzan a alterar el medio natural con las prácticas de agricultura de las culturas Neolíticas. Estas prácticas comienza a ser cada vez más aceleradas especialmente en los siglos VIII a XIII, sustituyendo zonas de bosque Mediterráneo para sustituirlos por tierras de cultivo con importantes consecuencias sobre el medio ambiente (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2005). Finalmente, es después de la revolución industrial cuando la influencia de la agricultura en los medios costeros se divide en dos tipos de prácticas: la alteración de los sistemas de aporte de sedimentos debido al arado o el riego con la disminución de la disponibilidad de sedimentos en los sistemas fluviales, en este caso concreto del río Turia y del río Júcar, y la extracción de arena directamente de las playa y dunas con el fin de satisfacer las necesidades de la agricultura y la ganadería (Sanjaume et al, 1996). Especialmente, el fin de la mayoría de las arenas extraídas de en la Comunidad Valencia han sido usadas para uso agrícola, práctica que se lleva realizando desde por lo menos la última parte del siglo XVIII hasta la década de 1970, a partir de cuándo es necesario obtener un permiso de la Administración, además de contar con más restricciones para llevar a cabo esta actividad (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2005).

Actualmente, según datos del INE, en la Comunidad Valenciana el regadío supone el 45% de las tierras de cultivo, generando el setenta por cien de la producción final agraria y el noventa por cien de las exportaciones agrarias. El territorio de la Comunidad Valenciana es de 2.326.000 ha, donde las tierras de cultivo ocupan 758.000 ha (33%). En la franja de costa en la que se centra el estudio el cultivo que tiene una gran importancia es, de esta forma, el de regadío. Siendo dicho cultivo, en números totales de toda la comunidad, de una extensión de 351.000 ha localizadas en dicha franja del litoral y en los valles de los ríos, y su distribución es 69.000 ha de cultivos herbáceos y 250.000 ha de leñosos.

Las principales producciones del regadío en la provincia de Valencia por orden de superficie son: naranja, mandarina, arroz y melocotonero. Los cítricos y las producciones hortícolas generan una fuerte actividad exportadora apoyada por una potente industria agroalimentaria, por lo que la agricultura valenciana está muy integrada en el mercado, sin embargo recibe pocas subvenciones de la Política Agrícola Común, lo que nos lleva a entender uno de los motivos de la tendencia que se desarrolla durante el periodo de tiempo del estudio en la que se ha ido perdiendo superficie agrícola.

Al contrario de lo que se observó en la urbanización, el uso agrícola ha ido en decadencia siendo mayor en unas zonas que en otras según la presencia humana dada sobre el litoral, disminuyendo, en general, la zona de uso agrícola de todo el municipio de 10,674 km² en 1956 a 9,501 km² en 1991, hasta finalmente los 8,681 km² en 2010. Siendo la diferencia de 1,993 km² desde el 56 a la actualidad.

La reducción ha sido ocasionada especialmente debido al retroceso de los campos por el abandono progresivo que ha experimentado la agricultura (a consecuencia de la poca subvención y por la disminución de la parcelación agrícola de pequeños labradores que eran compradas por las grandes explotaciones, perdiéndose cada vez más el uso de campos particulares), con la consecuente ganancia de zona dunar; y a la eliminación de estos para construcción, de acuerdo al “boom” en la década de los ochenta (entre 1981 y 1988) haciendo desaparecer campos de cultivo sustituyéndolo por viviendas (Giménez, 1992). Este decrecimiento y la sustitución por viviendas se puede observar de la **Figura 17 del anexo A** hasta la **Figura 24 del Anexo A**, donde la zona más afectada es la zona comprendida entre el cabo de Cullera y la desembocadura del Júcar donde en el año 1956 toda la costa estaba ocupada por campos que han sido eliminados.

Así pues, actualmente toda la zona de campos en el litoral ha pasado a ser zona urbana, produciéndose una intensa y progresiva ocupación urbanística de la restinga, hasta el punto que las edificaciones pueden seguirse casi sin interrupción a lo largo de todo el municipio de Cullera (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2003).

4.4. Cambios en los sistemas Dunares

Las dunas costeras constituyen, aproximadamente, tres cuartas partes de las costas del mundo, ocupando zonas de transición entre los ecosistemas terrestres y marinos. Para formarse necesitan de zonas con un gran suministro de material, que posean transporte litoral libre, intensos vientos marinos con dirección hacia el interior de la tierra, precipitaciones moderadas, escasa humedad atmosférica, playas de poca pendiente, zonas con amplio rango de marea y presencia de vegetación (Sanjaume & Gracia, 2011).

Estos medios no solo cuentan con una flora y una fauna especializadas, sino que también constituye uno de los paisajes más dinámicos en la tierra, ofreciendo servicios ecológicos únicos, como la filtración de grandes volúmenes de agua de mar, el reciclaje de nutrientes, el control de inundaciones y la protección contra tormentas (Malavasi et al., 2013). Cumpliendo especial función en este último servicio donde las dunas son parte integrante del ciclo dinámico del litoral con un intercambio constante entre los dos ecosistemas en los que está en transición, de forma que, cuando se generan tormentas de gran energía que erosionan la playa, la duna se socava y esta arena desprendida es arrastrada mar adentro hacia los bancos de arena que son los encargados de disipar la energía de las olas causando que rompan mar adentro. Por lo tanto, se puede decir que la defensa de la duna es eficiente y, además, la medida menos costosa contra la erosión de la costa. Sin embargo, la degradación y la pérdida de paisaje litoral es particularmente notable en las costas del Mediterráneo, por lo que las dunas son unos de los ecosistemas más amenazados, además de ser propensos a la pérdida de biodiversidad, perdiéndose la vegetación que atrapa y retiene la arena por lo que es más susceptible a la erosión eólica e hídrica (Gómez-Pina et al., 2002).

Las dunas valencianas han tenido una reducción espectacular en los últimos 60 años debido a las actividades humanas (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2005) como son el desarrollo turístico masivo, la construcción de carreteras y construcción, la minería, el pisoteo humano y por vehículos, la prácticas agrícolas, la prácticas forestales, la extracción de agua, las obras de ingeniería y el uso militar (Gómez-Pina et al., 2002).

Hasta la década cincuenta, las mayores modificaciones fueron causadas por los usos agrícolas, aunque se han vuelto menos importantes en los últimos años, sobre todo si se compara con el impacto de otras actividades. Los cambios debidos a los usos agrícolas eran: (1) La extracción de arena para mezclar con arcilla o abono orgánico para hacer el suelo más adecuado a la agricultura; (2) La destrucción de la duna para cultivar árboles y verduras (esta perturbación afectó principalmente a las crestas de dunas secundarias, dejando sin modificar el cordón dunar); (3) La estabilización de la duna de arena para evitar el transporte hacia el interior (en algunas zonas los agricultores estabilizaron el cordón dunar por medio de vallas para fomentar la acumulación vertical y detener el transporte de arena hacia el interior de las tierras de cultivo).

Esto implicaba que las dunas solo eran dañadas por las acciones de los agricultores al no existir otras fuentes que generaran perjuicios a estos ecosistemas por la falta de turismo de ocio, de urbanización o de grandes industrias. El ejemplo perfecto de esta década lo encontramos en las fotografías aéreas del año 1956:

- En la **Figura 25 del anexo A** (zona norte del cabo) se puede observar que en la fotografía referida al año 1956 no existe una continuidad dunar a lo largo del litoral a pesar de que si existe una continuidad de la superficie de playa (incluso siendo el año de los tres del estudio en el que más sedimentos hay acumulados formando la playa), cuando en una zona con un proceso natural esto es lo que debería ocurrir. La causa de esto es la gran presión de los cultivos, que llegan a primera línea de mar. La superficie de duna que está presente durante este año es de 102.289 m² (2,47%), una superficie que, como se verá más adelante, crecerá. Estas dunas son las que han conseguido adentrarse en los cultivos o bien son las dunas primarias que se han comentado con anterioridad, en las que solo se eliminaban las secundarias dejando el cordón sin modificar.
- En la zona cabo-Júcar (**Figura 26 del anexo A**) hay dos grandes acumulaciones de arena: por una parte, la que se ha ido almacenando debido a la protección del cabo de la deriva litoral, impidiendo que los sedimentos escapen a no ser que se produzcan temporales fuertes justo en la zona del cabo, generando los metros suficientes de playa para que se genere una gran duna, acrecentada además por el hecho de que al llegar la superficie de playa hasta la falda de la montaña no puede existir presión humana. Y por otra, la que se ha acumulado sobre el espigón norte de la desembocadura del río Júcar, generando una anchura de playa considerable, y un medio adecuado para la formación de este ecosistema tan vulnerable. Con la suma de estas dos superficies se alcanza una superficie total de 61.9801 m² (1,25%) en el año 1956.
Independientemente de estos dos casos, en el resto del municipio una vez la costa recupera la dirección N-S ocurre el mismo suceso que en la zona anterior, donde no se puede generar duna debido a la fuerte presión de los cultivos.
- Enfocando la vista finalmente en las zonas al sur del municipio en el año 1956: la comprendida entre el Júcar y el lago del Estany (**Figura 27 del Anexo A**) y la zona al sur del Estany (**Figura 28 del anexo A**), encontramos que en este año aún se mantiene la continuidad de la costa, que se perderá en los años posteriores por una fuerte acción erosiva, sin embargo las dunas no pueden hacerse presentes debido a los pocos metros de playa por la presión que realizan los agricultores. En todo este tramo, a pesar de comprender dos zonas, la superficie de duna es mucho menor que la que encontramos en los otros dos sectores en los que se ha dividido Cullera, con un superficie de 39.519 m² pertenecientes, mayormente, a las dunas que avanzan tierra adentro en los campos y, en especial, a la duna que se generaban en los sedimentos acumulados en la salida del Estany al no haber encauzamiento de la salida del

lago, dunas que eran continuamente rotas por la mano del agricultor para reducir el nivel de agua de este lago cerrado.

Desde las década de 1960, el impacto mayor y más reciente es debido al turismo y al desarrollo urbano. Aunque el impacto del desarrollo suele ser grave, es posible diferenciar tres diferentes niveles de impacto: (1) El nivel menos grave se encuentra cuando las dunas están situadas justo en frente de los edificios (aquí el cordón dunar ha sufrido fuertes cambios de la cubierta vegetal y los peatones han creado varias rutas a través de las dunas de la playa); (2) El nivel medio es la destrucción parcial del cordón dunar de la vivienda, dejando restos de dunas en muchos tipos de degradación; (3) El nivel más severo de impacto es donde las dunas han sido completamente destruidas por las carreteras, puertos deportivos o edificios (Sanjaume & Pardo-Pascual, 2005).

- Si nos centramos en la zona al norte del cabo en el 2010 (**Figura 29 del anexo A**) la superficie de duna casi se ha multiplicado por dos desde 1956 llegando hasta los 168.043 m² (4,00%). Lo que ocurrió fue que se estableció el Real Decreto 1302/1986, de 28 de junio, con el que se propone el proyecto de reparación del cordón dunar al norte del Cabo de Cullera por posible afección al lugar Natura 2000 (Parque Natural de La Albufera), con lo que entre 1956 y 1991 la superficie aumento hasta los 152.062 m² (3,68%). Las actuaciones de este proyecto incluyen la fijación previa de la arena mediante barreras permeables colocadas ortogonalmente (unos 7.700 m), la aportación de sedimentos en determinados tramos imitando la sección transversal natural de la duna, y la posterior revegetación mediante especies dunares autóctonas (en una superficie de unos 26.800 m²), siendo el volumen de arena necesario para la regeneración de unos 89.200 m³ que se obtendrá en su mayor parte de la playa de San Antonio, y en menor grado, de la recuperada de los terrenos interiores en la zona exterior del cordón dunar, donde el sedimento se ha ido acumulando por efecto de los temporales, ante el rebose del agua por encima de los tramos de cordón erosionado. De esta forma se consiguió un cordón dunar continuo a lo largo de esta zona (**Figura 4.9**).



Figura 4.9. Cordón dunar al norte del cabo. Imagen de tripadvisor.es.

- La zona que comprende el centro neurálgico de la ciudad de Cullera (zona cabo-Júcar) se puede ver en la **Figura 30 del anexo A**, donde se observa que, una vez se produjo el “boom” de la década de los ochenta, se urbanizó toda la costa y se construyó un paseo marítimo con fines turísticos, con lo que se impidió permanentemente la formación de dunas en toda la zona intermedia de este sector del municipio, anteriormente limitada por los cultivos. Así pues, las dunas siguen localizándose en los mismos puntos que en el año 1956, sin embargo cuando se eliminó en el 92 el dique del puerto deportivo la gran superficie de playa que estaba retenida en el cabo se perdió, con su consiguiente reducción del cordón dunar, produciendo una gran pérdida de zona dunar en este sector hasta los 34.969 m² (0,69) entre el periodo de 1956 y 1991, lo que supone la mitad de lo que había en el primer año de estudio. En los años posteriores se pierde un poco más debido al continuo efecto erosivo en la playa entre el Racó y Capblanc (**Figura 4.10**) y a que los edificios y el paseo marítimo pisaron sobre la duna que se había generado en la playa apoyada sobre el espigón de desembocadura (**Figura 4.11**), destruyéndola, disminuyendo de esta forma hasta los 34.103 m² (0,66%) en el 2010.



Figura 4.10. Cordón dunar en el cabo de Cullera.

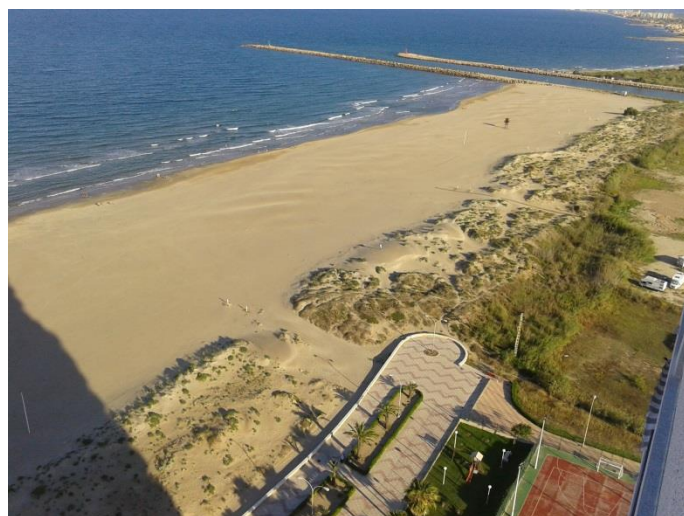


Figura 4.11. Cordón dunar apoyado sobre la desembocadura.

- En la **Figura 31 del anexo A** (zona Júcar-Estany) se observa el fuerte cambio que ocurre desde el 56, donde el litoral pasa de ser una línea continua de arena en la costa a quedar dominada por numerosos espigones, donde existen pequeñas zonas de playa gracias a la acción de estos. Estas modificaciones evitan cualquier posibilidad de duna en el 91 con lo que la superficie se reduce a más de la mitad: 7.110 m² (0,27%), limitándose la zona dunar a la formada en la playa de la desembocadura del Estany, ahora apoyada sobre un espigón construido para mantenerlo abierto. En los años posteriores, conforme crece la superficie de playa al quedar más arena acumulada por los espigones (especialmente en los de forma de T), se estabilizan las dunas en las áreas con más metros, aumentando la superficie en el 2010 hasta los 11.649 m² (0,43%).
- Vemos que ocurre el mismo proceso anterior entre 1956 y 1991 en la zona al sur del Estany (**Figura 32 del anexo A**), reduciéndose así la superficie a más de la mitad de la inicial, alcanzando los 8.800 m² (0,31%), lo que supone una reducción de más de la mitad de superficie de la duna inicial. Este hecho fue más grave debido a la retención de arena de los espigones en la costa del sector anterior. Finalmente se produce un pequeño incremento en el transcurso hasta el 2010 al ampliarse ligeramente la anchura de la playa, sobretudo en la zona más al sur del municipio, pero sin llegar a compensar ni la mitad de la pérdida en el periodo de años anteriores, ascendiendo hasta 11.737 m² (0,41%).

5. CONCLUSIONES

Los resultados presentados nos sugieren dos cuestiones que merecen ser discutidas. Por un lado, la tendencia evolutiva seguida en el sector costero del término de Cullera con la consideración de los complejos procesos naturales y humanos que están interactuando. Por otro lado, el estudio realizado muestra la potencialidad del empleo combinado de imágenes de satélite de alta resolución y de técnicas SIG que tiene para hacer un seguimiento que permita conocer el estado y dinámica del litoral.

Respecto a la primera cuestión, resulta evidente que la totalidad del sector estudiado ha tenido una dinámica fundamentalmente acumulativa de sedimentos, como prueba de ello está la torre vigía del Marenyet situada a 200 metros de la costa, pero que desde los años 50 del siglo XX dicha tendencia ha quedado truncada y ha cambiado por completo. Ahora predominan claros procesos erosivos directamente relacionados con las actuaciones humanas que han tenido suceso. La causa principal de los desequilibrios es la rigidización, canalización de la desembocadura del Júcar, construcción de sus espigones en la boca y construcción de diques en las playas del cabo. A partir de ese momento, se interrumpe el flujo sedimentario asociado a la deriva litoral, provocando una fuerte acumulación en las playas situadas al norte del río y una creciente regresión en las ubicadas al sur. Las obras posteriores, llevadas a cabo tanto por la Administración Pública como por particulares, han frenado los procesos erosivos en algunos lugares de modo puntual, pero han trasladado el problema más al sur. Estos procesos de interrupción de la deriva continental junto con la urbanización turística masiva entre 1960 y 1970, con la extracción de arena tradicional, con la construcción de carreteras, el pisoteo, la agricultura, etc. contribuyeron a la degradación física y ecológica de los sistemas dunares. Demostrando así la vulnerabilidad de estos paisajes costeros, perturbados y amenazados por los peligros acabados de nombrar, especialmente desde los últimos 50 años. Siendo ecosistemas totalmente desprotegidos hasta que la Ley de Costas de 1988 protege a todas las dunas costeras prohibiendo la duna de uso para arena de minería, el desarrollo y los cambios de uso, aunque todavía hay otras actividades negativas que no están reguladas específicamente en la Ley.

Respecto a la metodología usada en el análisis, los resultados alcanzados indican que el tratamiento digital de imágenes y los SIG son herramientas muy útiles para la evolución de los cambios costeros, ya que permiten cuantificar las superficies afectadas por las distintas actividades que se realizan en el litoral. Además, se ha demostrado que los SIG poseen gran versatilidad para variar la escala espacial y temporal de los análisis, permitiendo al gestor seleccionar el nivel de detalle requerido en cada análisis, cuya potencialidad y precisión dependerá de la cantidad y calidad de datos. Con lo que la creación de una base de datos completa, precisa y actualizada facilitaría la identificación de las estrategias más eficaces para la gestión sostenible con el fin de evitar que los altos costos económicos derivados de la pérdida de las dunas costeras y los servicios ecológicos asociados, permitiendo incluso simular escenarios de cambios futuros.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AUTORIDAD PORTUARIA DE VALENCIA (2015). Consulta realizada en: <http://www.valenciaport.com/> (Junio, 2015).
- BOE (2007). Consulta realiza en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-17066 (Agosto, 2015).
- BROCAL, R.; LÓPEZ GARCÍA, M.J. and PARDO PASCUAL, J.E. (2005): *Análisis de la evolución de la línea de costa en el litoral valenciano mediante SIG e imágenes de satélite*. Universidad de Valencia.
- CARRERO, M (2006): *Los riesgos de la urbanización del litoral*. Curso de verano “El medio rural y la difusión urbana”.
- EL MERCANTIL VALENCIANO (2010). *La erosión deja el Marenyet de Cullera con 32 metros menos de playa que en 1960*. Consulta realizada en: <http://www.levante-emv.com/comarcas/2010/12/23/erosion-deja-marenyet-cullera-32-metros-playa-1960/768130.html> (Abril, 2015).
- GENERALITAT VALENCIANA (CONSELLERIA DE TERRITORI Y HABITATGE, 2004): *Plan de acción territorial del litoral de la comunidad valenciana*. Estudio de impacto ambiental, pp: 59.
- GIMÉNEZ, C. (1992): *Trabajadores extranjeros en la agricultura valenciana*. Instituto Valenciano de Estudios e Investigaciones (IVEI). Magrebíes, agricultura y marginación en el litoral valenciano, pp: 177-190
- GÓMEZ-PINA, G.; MUÑOZ-PÉREZ, J.J.; RAMÍREZ, J.L. and LEY, C. (2002): *Sand dune management problems and techniques, Spain*.). *Journal of Coastal Research*, SI 36 (ICS 2002 Proceedings), pp: 325-332.
- MALAVASI, M.; SANTORO, R.; CUTINI, M.; ACOSTA, A.T.R. and CARRANZA, M.L. (2013): *What has happened to coastal dunes in the last half century? A multitemporal coastal landscape analysis in Central Italy*. *Landscape and Urban Planning*.
- OBIOL, E. and PITARCH, M.D. (2011): *El litoral turístico valenciano. Intereses y controversias en un territorio tensionado por el residencialismo*. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* N° 56, pp: 177-200.
- PARDO PASCUAL, J.E.; ALMONACID CABALLER, J.; RUIZ, L.A. and PALOMAR VÁZQUEZ, J. (2012): *Automatic extraction of shorelines from Landsat TM and ETM+ multi-temporal images with subpixel precision*. *Remote Sensing of Environment*. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse
- PARDO PASCUAL, J.E.; PALOMAR VAZQUEZ, J.M.; GARCÍA ASENJO VILLAMAYOR, L. and GARRIGUES TALENS, P. (2011): *Determinación de la tendencia evolutiva de un segmento de playa basándose en múltiples*

levantamientos tridimensionales. Actas de las VI Jornadas de Geomorfología Litoral, Tarragona 2011.

RUIZ, L.A.; PARDO, J.E.; ALMONACID, J and RODRÍGUEZ, B. (2007): *Coastline automated detection and multi-resolution evaluation using satellite images*. Department of Cartographic Engineering, Geodesy and Photogrammetry Polytechnic University of Valencia (Spain).

SANJAUME, E. (1985): **Las costas valencianas. Sedimentología y morfología**. Valencia, Universidad de Valencia, 505 pp.

SANJAUME, E and GRACIA, F.J. (2011): **Las dunas en España**. Sociedad Española de Geomorfología.

SANJAUME, E. and PARDO PASCUAL, J.E. (2005): Erosion by human impact on the Valencian coastline (E of Spain). **Journal of Coastal Research, SI 49** (Proceedings of the 2nd Meeting in Marine Sciences): 76 - 82.

SANJAUME, E. and PARDO PASCUAL, J.E. (2015): *Cambios de tendencias recientes en la evolución costera del golfo de Valencia: análisis espaciales y sedimentológicos*. Actas de las Jornadas Técnicas "Las nuevas técnicas de información geográfica al servicio de la gestión de zonas costeras: Análisis de la evolución de playas y dunas".

SANJAUME, E. and PARDO PASCUAL, J.E. (2003): *Características sedimentológicas y morfológicas de los espacios costeros de transición situados al sur de la desembocadura del Xúquer*.

SANJAUME, E.; ROSSELLÓ, V.M.; PARDO PASCUAL, J.E.; CARMONA, P.; SEGURA, F. and LÓPEZ GARCÍA, M.J. (1996): *Recent Coastal Changes in the Gulf of Valencia (Spain)*. Article in Zeitschrift Für Geomorphologie.

TURISMO DE CULLERA (2015). Consulta realizada en: <http://www.culleraturismo.com/> (Julio, 2015).

VERA, J. and BAÑOS, C. (2010): *Renovación y reestructuración de los destinos turísticos consolidados del litoral: las prácticas recreativas en la evolución del espacio turístico*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles Nº 56, pp: 185-206.