

FUNDACIÓN CIEDES



AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA

**ESTUDIOS LITORALES ASOCIADOS
AL NUEVO PLAN GENERAL DE MÁLAGA**

**REVISIÓN DEL LITORAL
AVANCE**

JUNIO - 2005



L. LÓPEZ PELÁEZ



HIDTMA



INDICE GENERAL

Lista de figuras

Memoria

Capítulo 1 - Introducción

Capítulo 2 – Sumario y Conclusiones

Capítulo 3 – Entorno y agentes actuantes

3.1 – Descripción de la costa

3.2 – Origen de los sedimentos costeros

3.3 – Clima marítimo exterior

Capítulo 4 – El Sistema Litoral

4.1 – Introducción

4.2 – Fuentes de sedimentos

4.3 – Sumideros de sedimentos

4.4 – Evolución de las playas y actuaciones costeras

4.5 – Descripción cualitativa de la dinámica litoral



Capítulo 1

Introducción

Objeto del estudio y metodología empleada

Antecedentes y objeto del estudio

Los intensos cambios experimentados por la costa del T.M. de Málaga durante los últimos años exigen un examen de las políticas relacionadas con la legislación, el uso, las actuaciones y la protección del litoral. Así, es necesaria la coordinación de todas las administraciones implicadas en la ordenación y gestión del litoral a las demandas, perspectivas sociales y contexto legal que enmarcan el futuro de la franja litoral de la ciudad.

El nuevo Plan General de Ordenación Urbana, en proceso de redacción, es una oportunidad única para reflejar en él las políticas y actuaciones que permitan dotar a la ciudad de mayores y mejores espacios públicos litorales, concertando estas necesidades con el mantenimiento y la mejora de las condiciones ambientales de la costa.

Dentro del contrato firmado por la Fundación CIEDES con la empresa HIDTMA para la redacción de los "*Estudios Litorales para el nuevo PGOU de Málaga*", se especifica la necesidad de llevar a cabo una revisión general del litoral de Málaga, destacando los aspectos relacionados con:

- El clima marítimo y la dinámica litoral
- La tasa de transporte de sedimentos por tramos homogéneos de costa
- La evolución reciente de las playas y su estado actual
- Los riesgos que amenazan el futuro de las playas, tanto los derivados de las nuevas infraestructuras previstas como los riesgos de origen natural (elevación del nivel medio del mar, temporales extraordinarios y otros).



En el presente documento se desarrolla un Informe Parcial relativo a los puntos anteriores, siendo su contenido específico el siguiente:

- Análisis del entorno litoral de la ciudad y los principales agentes actuantes
- Descripción morfológica de la costa
- Estudio del origen de los sedimentos costeros
- Análisis del Clima marítimo exterior
- Revisión del Sistema Litoral
- Descripción cualitativa de la dinámica litoral

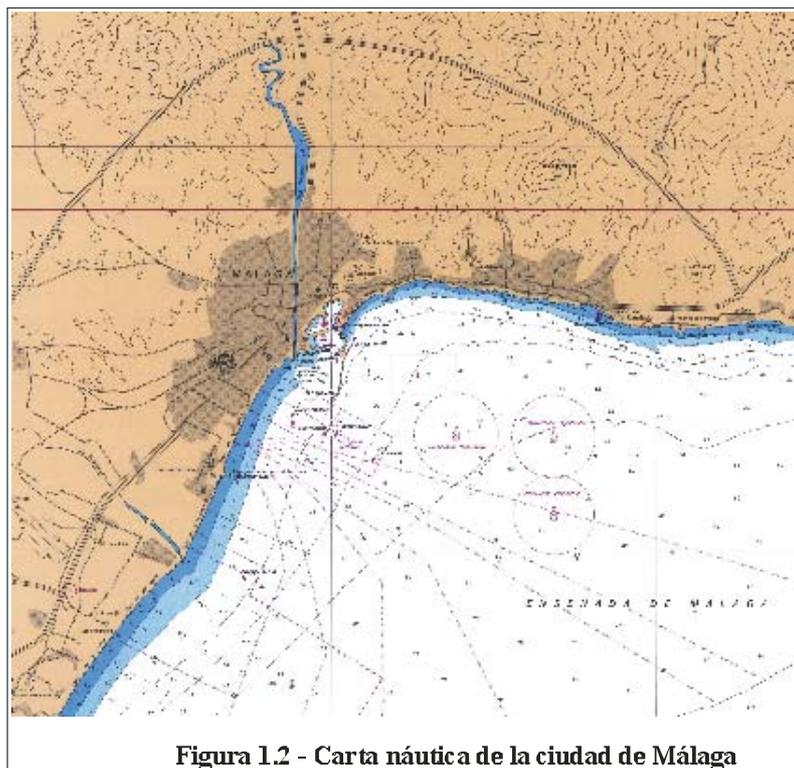


Figura 1.2 - Carta náutica de la ciudad de Málaga



Información utilizada

Se ha recopilado y analizado la información básica existente sobre la zona, incluyendo los siguientes aspectos:

- Cartografía básica.
- Información sobre el medio físico: cartas náuticas, fotografías históricas, batimetrías, información arqueológica, clima marítimo y otros.
- Cuencas fluviales.
- Información ambiental, incluyendo la bionomía de la zona y la delimitación de zonas protegidas.

Toda esta información existente ha servido como base para la elaboración de los distintos apartados incluidos en el estudio.

Desarrollo del informe

El presente Informe refleja los trabajos realizados hasta la fecha, siendo por ello sus conclusiones provisionales.

En el Capítulo 2 se presenta el sumario del trabajo realizado.

El Capítulo 3 analiza el entorno costero de la ciudad de Málaga y los agentes básicos que determinan su dinámica litoral.

El Capítulo 4 se centra en el estudio del Sistema Litoral y en la descripción de su dinámica sedimentaria.

La figura 1.1 presenta la situación de la zona de estudio.

En la figura 1.2 se muestra un detalle de la carta náutica en el entorno del Málaga, y en la figura 1.3 se representa el esquema geomorfológico costero.



Capítulo 2

Sumario y Conclusiones

Descripción del entorno litoral

La costa más oriental de la ciudad de Málaga está formada por una sucesión de pequeños tramos arenosos, separados por zonas de costa rocosa y abrupta y por obras artificiales (Puerto del Candado). Hacia poniente, las playas del Palo y Pedregalejo tuvieron que ser regeneradas en los años 80 como consecuencia del drástico descenso de los aportes sedimentarios de los arroyos Gálica y Jaboneros.

La playa de La Malagueta, desaparecida por la invasión de las vías urbanas, hubo de ser también regenerada a principios de los años 90, constituyendo hoy en día uno de los puntos de mayor atractivo de su litoral.

A poniente del puerto de Málaga las playas han sufrido también un proceso erosivo motivado por el descenso general de los aportes sedimentarios, por la ocupación urbana de las playas y por las sucesivas ampliaciones del puerto. En este sector, el espigón de la central térmica ha provocado la interrupción parcial del paso de arena desde la salida del río Guadalhorce hacia las playas de levante, lo que ha incrementado la tendencia erosiva de esta costa.

Evolución histórica de los aportes continentales

Muchas de las desembocaduras de los ríos situados en el entorno de Málaga reflejaban en la época medieval la existencia de pequeñas ensenadas, carentes de depósitos arenosos relevantes. Después de la Reconquista se inicia un proceso de plantación de vid, almendros e higueras en toda la provincia, que provocó la eliminación de la cubierta vegetal y la consiguiente erosión del suelo. Posteriores roturaciones acrecentaron este proceso erosivo a lo largo de los siglos XVII y XVIII, de forma que se produjo un relleno de las ensenadas costeras y un intenso crecimiento de las playas.

Esta tendencia secular ha sido rápidamente invertida durante las últimas décadas, dando lugar a un retroceso imparable de todas las playas de la provincia. El



motivo de esta drástica reducción de los aportes continentales a las playas no es otro que:

- La construcción de embalses y la regulación de los ríos
- La urbanización de grandes superficies del territorio, que disminuye la erosión del suelo.
- La canalización de los cauces y los diques fluviales para el control de avenidas, que limita la capacidad de arrastre sedimentario
- La concesiones otorgadas para la extracción de arena de los cauces con destino a la construcción.

En las últimas décadas se han retirado del ciclo sedimentario extensas superficies de terreno lindante con la costa malagueña, ya sea como consecuencia de movimientos de tierra que han afectado a colinas enteras, por la construcción de autopistas, embalses o urbanizaciones; otras partes de las cuencas han sido sepultadas mediante tubos o embovedados.

El Sistema Litoral

Las playas de Málaga reciben oleajes procedentes de levante y poniente, que producen fuertes oscilaciones en su posición de equilibrio. Puesto que los mayores temporales son los que provienen de levante, el transporte litoral tiene una tendencia general a dirigirse hacia poniente, especialmente en la mitad oriental de la ciudad. Este transporte general se invierte localmente a lo largo de la margen izquierda del río Guadalhorce hasta el puerto.

Las tasas de transporte son en general reducidas en todas las playas de la ciudad, dado que éstas se encuentran muy estabilizadas por obras tales como espigones, diques exentos o diques de abrigo portuarios. Así, en la costa oriental de la ciudad la tasa de transporte neto anual tiene un valor medio en torno a los 0-10.000 m³/año, muy similar al transporte en sentido levante que tiene lugar desde la salida del río Guadalhorce hacia el puerto. El valor del transporte litoral se incrementa mucho hacia poniente de la salida del río Guadalhorce, elevándose hasta cifras de 30-40.000 m³/año.



Capítulo 3

Entorno y agentes actuantes

Condiciones de la costa y clima marítimo

3.1. Descripción de la costa

La costa oriental de la provincia de Málaga, desde su linde con Granada, sigue una alineación general E-W, pasando por los términos municipales de Nerja, Torrox, Algarrobo, Vélez-Málaga, Rincón de la Victoria y Málaga.

Toda esta costa está formada por una sucesión de tramos arenosos, separados por zonas de costa rocosa y abrupta.

En el tramo oriental destacan los salientes de Nerja, la Punta de Torrox y la salida del río Vélez; es a poniente de esta desembocadura donde la costa adquiere una alineación sensiblemente recta.

Entre los términos municipales de Vélez-Málaga y Rincón de la Victoria reúnen una amplia formación sedimentaria de unos 16 km de longitud, que arranca desde la desembocadura del río Vélez y llega hasta El Cantal, formación rocosa que interrumpe esta unidad para dar paso al sector playero de la Cala del Moral. Esta playa fuere regenerada con arena submarina en los años 90, y dotada de un dique exento de protección.

A poniente de la Cala del Moral, el arroyo Totalán supone una fuente destacada de sedimentos continentales a la costa, con aportes torrenciales y esporádicos que hacen avanzar ocasionalmente su desembocadura varias decenas de metros hacia el mar. Continuando la costa se encuentran las playas del Hornillo, Araña, la Cueva y Peñón del Cuervo, todas ellas de reducida longitud, y que se encuentran engastadas entre los salientes rocosos y abruptos las rodean. A continuación, el pequeño Puerto Deportivo del Candado, que cuenta con 165 amarres, ha favorecido el crecimiento de una pequeña playa apoyada a levante, a la vez que proporciona cierta estabilidad lateral a la playa del Chanquete.



Las playas del Palo y Pedregalejo tuvieron que ser regeneradas en los años 80 como consecuencia del drástico descenso de los aportes sedimentarios de los arroyos Gálica y Jaboneros. Este descenso de aportes fue debido, entre otros motivos, al crecimiento urbano en el entorno de sus cuencas y a la construcción de diques de contención de las avenidas, que han acumulado un gran volumen de arena, cuyo destino natural eran las playas. Por otro lado, la intensa ocupación del dominio público constituye un grave problema para la ordenación definitiva de este sector del litoral malagueño.

A continuación de la playa de Pedregalejo, Los Baños del Carmen también ha sufrido las consecuencias de la urbanización de la costa, estando en la actualidad pendiente de la ejecución de un proyecto de regeneración por parte de la Dirección General de Costas. Por su parte, el frente urbano de La Malagueta fue regenerado exitosamente a comienzos de los años 90, creándose una amplia playa de 2.2 Km de longitud.

Las playas situadas a poniente del puerto de Málaga han sufrido también un proceso erosivo general, motivado por el descenso general de aportes sedimentarios de los ríos y arroyos. Además, en este sector, el espigón de la central térmica ha provocado la interrupción parcial del paso de arena desde la salida del río Guadalhorce hacia las playas de levante, lo que ha incrementado la tendencia erosiva de las playas. En la playa de San Andrés, inmediatamente a poniente del puerto, el proceso erosivo descrito se ha visto agravado por los efectos de la reciente ampliación del puerto, que ha provocado un basculamiento general de la unidad; este basculamiento no ha sido totalmente paliado por las obras de estabilización llevadas a cabo posteriormente en la playa.

Es posible que las recientes obras de canalización de la desembocadura del río Guadalhorce hayan provocado una disminución adicional de los aportes sedimentarios a la costa, y en particular a las playas de levante. Este efecto puede ser debido a que:

- las obras han dividido el caudal del río durante las avenidas, disminuyendo la tasa neta total de transporte
- la salida antigua supone un sumidero de los sedimentos en época de estiaje
- y sus márgenes de ha sido dotadas de diques transversales que retienen los aportes continentales de sedimento



3.2. Origen de los sedimentos costeros

Los cauces del tramo oriental de la ciudad se completan con una serie de arroyos que vierten directamente al mar, entre los que se destacan el de Totalán, el Gálica y el Jaboneros, éste último ya en el sector este de la ciudad de Málaga.

Los cauces de esta costa tienen un marcado carácter torrencial; por ello, la accidentada topografía de las sierras colindantes hace que los procesos erosivos actúen sobre grandes pendientes con una gran potencia, lo que motiva el que, en la costa, el material de las playas sea finalmente bastante heterogéneo.

La colmatación de los valles costeros malagueños se ha producido en épocas relativamente recientes, ya que muchos planos medievales reflejan todavía la existencia de pequeñas ensenadas dentro de las desembocaduras, principalmente de las situadas al sur de la ciudad de Málaga; este rápido relleno ha tenido, con seguridad, un origen fundamentalmente antrópico. Así, después de la Reconquista se inicia un proceso de reparto de la tierra, que da lugar a masivas deforestaciones para permitir la plantación de vid, cultivo que propició el auge de la provincia y pobló casi el 80% de sus montes, junto con almendros e higueras. Posteriormente, Carlos III impulsó la roturación de tierras como medio de lucha contra el bandolerismo, lo que acentuó la eliminación de la cubierta vegetal natural. Todo este proceso de transformación del territorio para la actividad agrícola ha permitido el relleno de la costa y el crecimiento de las playas, en una tendencia secular que ha sido rápidamente invertida durante las últimas décadas.

Variación histórica de los aportes

Los ríos y arroyos que desciende de las sierras cercanas al litoral oriental de Málaga (Montes de Málaga) tienen cauces muy cortos, de forma que sus aportes se producen de manera fundamental durante el invierno, y casi siempre de forma torrencial: la mayoría de estos ríos permanecen secos casi por completo durante la mayor parte del año. Este régimen torrencial hace que el volumen de sedimento aportado anualmente a la costa sea muy variable y de difícil estimación.

En las últimas décadas la aportación neta de sedimentos continentales a la costa ha disminuido de forma drástica, afectando gravemente al desarrollo natural de las playas. Este descenso del volumen de material se debe a varios factores, siendo los más relevantes los que se detallan a continuación:



- La construcción de embalses en los ríos, lo que disminuye la superficie de cuenca vertiente al mar.
- La urbanización de grandes superficies del territorio, lo que disminuye la erosión del suelo por la escorrentía.
- La canalización de ríos y arroyos y los diques para el control de avenidas, que limita la capacidad de arrastre sedimentario de los mismos.
- La concesiones otorgadas para la extracción de arena de los cauces con destino a la construcción.

En las últimas décadas se han retirado del ciclo sedimentario extensas superficies del litoral, ya sea mediante movimientos de tierra que han afectado a colinas enteras, por la construcción de autopistas, embalses o urbanizaciones; otras partes de las cuencas han sido sepultadas mediante tubos o embovedados. Asimismo, hasta la entrada en vigor de la actual Ley de Costas de 1988 se producían extracciones de arena en las mismas playas, lo que en algunas zonas ha supuesto una erosión muy destacada a lo largo de algunos años, especialmente aquellos en los que se procedió a urbanizar amplias zonas del litoral adyacente.

Como cifra estadística de referencia para un tipo de costa similar a la malagueña, se estima que cada kilómetro cuadrado de cuenca aporta anualmente a la costa 80 toneladas de arena, lo que equivale a un aporte natural efectivo de sedimentos de playa de $50 \text{ m}^3/\text{km}^2$ de cuenca. Estas tasas de aporte han sido comprobadas en varias cuencas de la provincia de Málaga, siendo el resultado de un orden de magnitud similar al indicado.

3.3. Clima marítimo exterior

Datos disponibles

Para la determinación del régimen direccional de oleaje en aguas profundas en el litoral malagueño se dispone de las siguientes fuentes de datos:

- Datos visuales, procedentes del Banco Mundial de Datos Meteorológicos, obtenidos a bordo de barcos en ruta.
- Datos instrumentales, procedentes de la boya instalada en el Puerto de Málaga.
- Resultados de salida del modelo WAM, elaborados por Puertos del Estado.



Según se ha comprobado en los estudios realizados mediante los resultados de este modelo, los datos proporcionados por los puntos de cálculo WANA son de una calidad muy elevada, principalmente en lo referente a oleajes medios. Además, la red de puntos WANA es muy tupida y, por tanto, la que suele proporcionar la mayor aproximación a todas las zonas de estudio de la costa española. Por ello, esta ha sido la fuente básica a partir de la que se ha calculado el régimen medio de oleaje de la zona de estudio.

El modelo WAM de generación de oleaje (WAMDI, 1988), en su versión 4 (Günther et al., 1991), integra la ecuación básica de transporte. Esta ecuación describe la evolución de un espectro bidimensional de energía de oleaje con respecto a la frecuencia y dirección sin hacer ninguna presunción inicial sobre la forma del espectro. La versión del modelo utilizada para el Atlántico es de aguas profundas, y por lo tanto no se tiene en cuenta ningún fenómeno producido por el fondo marino. Para el Mediterráneo se utiliza la versión de aguas someras y, por lo tanto, se tiene en cuenta la atenuación y refracción causadas por el fondo marino en los puntos de malla que pueden considerarse como aguas someras.

La información producida por el modelo para cada punto de malla es el espectro direccional de energía de oleaje, de donde se puede extraer gran cantidad de información, como por ejemplo los parámetros H_s , T_p , T_m , dirección media, componentes de mar de viento, de mar de fondo y otros. Los resultados del modelo presentan resultados no adecuados en algunas zonas de costa protegidas.

En la figura 3.1 se indica la situación del punto WANA2013013 a partir del cual se ha realizado el cálculo del régimen de oleaje en el entorno de Málaga.

Clima marítimo exterior

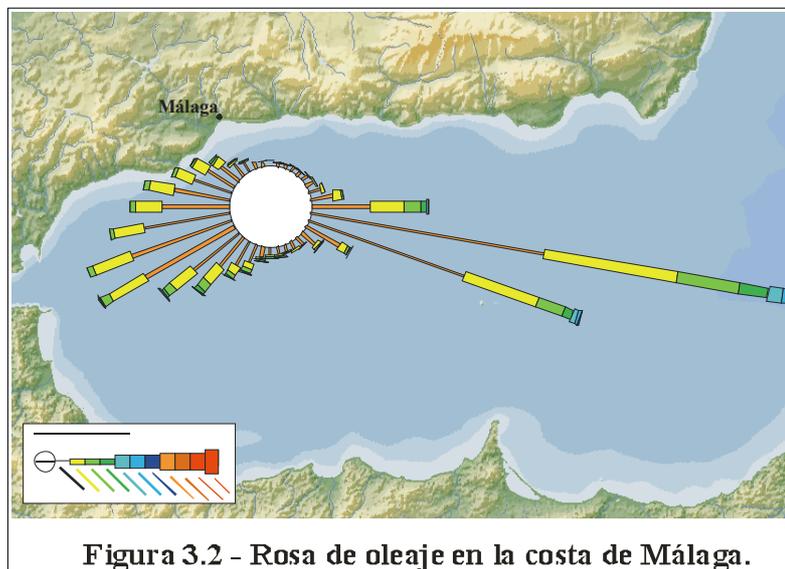
En la figura 3.2 se muestra la representación de la rosa exterior de oleaje en el punto WANA-2013013, correspondiente a los datos de oleaje del periodo enero 1996-diciembre 2004. En la figura 3.3 se representan los puntos WANA en coordenadas polares, mientras que la figura 3.4 muestra la gráfica H_s - T_p de los datos WANA anteriores.

Los oleajes principales que se producen en la zona provienen del este, siendo su frecuencia de presentación anual del orden del 11%. Estos temporales son los que producen también mayor altura de ola, habiéndose registrado alturas significantes máximas en la boya de Málaga de 3,90 m.



La costa de Granada y Málaga, que discurre con orientación este-oeste muy constante, provoca la refracción y giro paulatino de los temporales de levante, los cuales llegan a la costa de Vélez-Málaga muy atenuados y significativamente rolados hacia el sur.

Con menor frecuencia que los oleajes de levante se producen oleajes del sector ESE (5,8% de presentación anual) y SE (2,7%). Los oleajes procedentes del SSE y S tienen frecuencias de presentación muy reducidas (1,9% y 2,9% respectivamente).





Capítulo 4

El Sistema Litoral

Dinámica litoral y transporte de sedimentos en la playa

4.1. Introducción

En el presente apartado se examinan las condiciones de la dinámica litoral en el entorno de la costa de Málaga, con el objeto de determinar el sentido y la intensidad del transporte litoral de sedimentos que tiene lugar en sus playas.

El capítulo se inicia con una descripción de las fuentes y sumideros de sedimentos presentes en la costa, y prosigue con el análisis preliminar de las variaciones históricas que han tenido lugar en la posición de la línea de orilla en las diversas playas de la ciudad.

Partiendo de los datos existentes en otros estudios se ha deducido el esquema básico del transporte de sedimentos en la costa, lo que permite una descripción preliminar general del Sistema Litoral en el entorno de la ciudad.

4.2. Fuentes de sedimentos

Tal y como se ha señalado anteriormente (ver apartado 3.2), los sedimentos que forman las playas de la costa de Málaga proceden casi en exclusiva de los aportes continentales proporcionados por los ríos y arroyos que avenan las sierras cercanas de la Almijara y los Montes de Málaga.

Los arroyos existentes en la costa oriental de la ciudad, principalmente el Gálica y el Jaboneros, aportan ocasionalmente grandes volúmenes de sedimentos a la costa, pese a estar durante la mayor parte del año secos. Ambos arroyos disponían antiguamente de deltas de material grueso relativamente amplios (ver figura 4.2) que han sido paulatinamente ocupados por las actuaciones costeras.

En la costa occidental de la ciudad los ríos Guadalmedina y Guadalhorce constituyen los principales cauces del sector, estando sus cuencas intensamente encauzadas y reguladas.



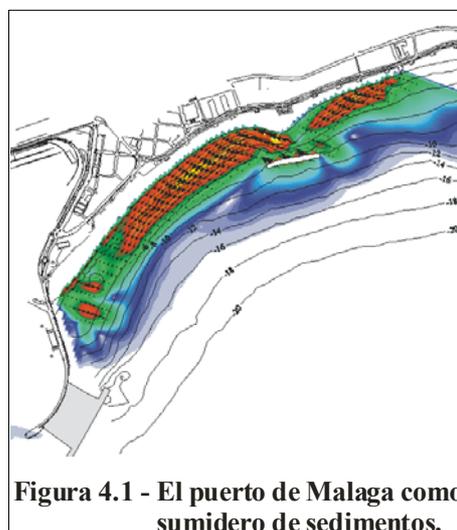
En la actualidad, tras las numerosas intervenciones efectuadas en las playas para su regeneración o estabilización, nos encontramos con que todas las playas a levante del puerto tienen ya un carácter marcadamente artificial, procediendo su arena en la mayoría de ellas de aportaciones realizadas a partir del dragado de bancos submarinos.

Por otro lado, se considera que los aportes de los ríos han disminuido sustancialmente a lo largo de las últimas décadas como consecuencia de factores diversos, entre los que se encuentran la regulación y la protección intensiva de los cauces, la urbanización de las zonas erosionables de las cuencas y la extracción masiva de sedimentos con destino a la construcción. Asimismo, las extracciones directas de arena en las playas han sido motivo frecuente de erosión y pérdida de superficie arenosa en la costa malagueña durante las pasadas décadas.

4.3. Sumideros de sedimentos

Se entiende como un sumidero de sedimentos todo obstáculo natural o artificial que propicia la acumulación de sedimentos, de forma que estos quedan aislados definitivamente del circuito sedimentario natural.

El puerto de Málaga actúa como el principal sumidero de sedimentos de esta costa, y lo hace en un doble sentido: por un lado, es el punto final al cual van a parar los sedimentos que provienen de levante, y que recorren la playa de La Malagueta hasta depositarse en las inmediaciones del dique de abrigo del puerto; por otro lado, las diversas ampliaciones del puerto han dado lugar a una tendencia al basculamiento de la playa de San Andrés hacia levante, buscando el abrigo de las obras portuarias, lo que convierte a este sector del puerto en otro sumidero de sedimentos adicional.



Además de este efecto, el progresivo crecimiento del puerto ha ido encerrando la desembocadura del río Guadalmedina en su interior, de forma que la integración de sus esporádicos aportes de arena al circuito sedimentario general es actualmente casi irrelevante.



4.4. Evolución de las playas y actuaciones costeras

Las actuaciones masivas en la costa de la ciudad comenzaron en la década de los 80, cuando se abordó la regeneración de las playas de El Palo y Pedregalejo mediante una serie de espigones y diques exentos, completados con una aportación de arena submarina. El motivo de la erosión de las playas estaba en el descenso de los aportes sedimentarios de los ríos Gálica y Jaboneros, debido a la intensa urbanización y regulación de sus cuencas, así como a la construcción de edificaciones sobre la misma playa. La regeneración sucesiva de ambas playas permitió estabilizar un tramo de costa de 2.2 Km de longitud y proteger de forma eficaz las construcciones ubicadas encima de la antigua playa.



Debido a los problemas de erosión acumulados en la costa, a principios de los años 90, muchas playas del litoral malagueño se encontraban en estado muy precario, tanto en la costa oriental como en la occidental de la ciudad. Además, durante el invierno de 1989-90 se sucedieron en esta costa diversos temporales, algunos de ellos de extraordinaria violencia, con viento superiores a 120 km/h y olas de hasta 8 m de



altura, además de lluvias muy intensas. Por este motivo, se dispusieron presupuestos extraordinarios para actuaciones de emergencia en la costa, las cuales se ejecutaron en los años 1990 y 1991. Estas actuaciones incluyeron la aportación de más de 7 millones de metros cúbicos de arena de préstamos submarinos a las playas y la construcción de diversos paseos marítimos en toda la provincia.

Como resultado de las obras de emergencia de 1990, en la ciudad de Málaga se efectuaron aportaciones masivas de arena a las playas del Peñón del Cuervo (93.000 m³ de aportación a lo largo de 400 m de playa), La Malagueta (1.7 millones de metros cúbicos de aportación a lo largo de 2.5 Km de playa) y Pedregalejo (214.000 m³ de aportación a lo largo de 2.8 Km de playa). Desde que se produjeron estas actuaciones, la estabilidad de todas las playas regeneradas ha sido muy notable. En particular, la regeneración de la playa de La Malagueta, invadida progresivamente por el crecimiento de la ciudad, ha permitido la transformación radical de toda la fachada litoral de este sector.

Durante las actuaciones de emergencia se reconstruyeron o completaron 5.5 Km de paseo en la ciudad, incluyendo el paseo de La Malagueta (2.5 Km), El Palo (1.8 Km), Guadalmar (0.5 Km) y Peñón del Cuervo (0.7 Km).

A poniente del puerto de Málaga se han producido transformaciones de las playas de menor relevancia que en el lado de levante de la ciudad, si exceptuamos la playa de San Andrés, a la que el reciente crecimiento del puerto ha afectado de forma singular. La playa ha sido estabilizada mediante un espigón de contención junto al puerto y ha sido alimentada con arena de aportación, aunque sus problemas de estabilidad todavía no están plenamente resueltos.

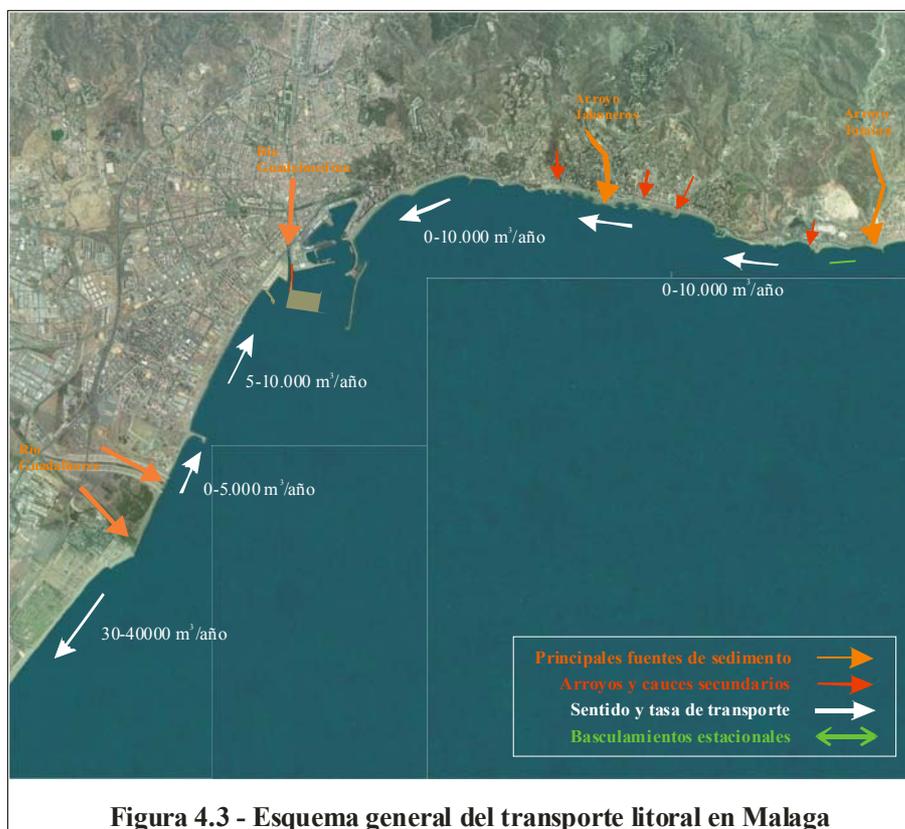
Las intervenciones en las playas a levante han sido relativamente menores, aunque el entorno de la desembocadura del río Guadalhorce se ha visto afectado por actuaciones como el espigón de la central térmica, que ha interrumpido el paso de sedimentos hacia levante, así como los espigones de la urbanización Guadalmar, que han provocado la erosión de las playas a poniente.



4.5. Descripción cualitativa de la Dinámica Litoral

Tal y como se ha mostrado en apartados anteriores, la costa de Málaga se ve sometida a oleajes procedentes de los sectores ESE y SW fundamentalmente, siendo los oleajes procedentes del sector sur poco intensos y frecuentes.

De esta forma, en el extremo occidental de la costa de Málaga los oleajes que predominan son los procedentes de levante, por lo que el transporte litoral neto anual se dirige hacia poniente, mientras que, hacia la costa de Granada, los oleajes procedentes de poniente van adquiriendo mayor relevancia, y generan un transporte litoral neto dirigido hacia levante. Sin embargo, la orientación de la costa determina en muchas zonas un sentido neto del transporte contrario a este esquema básico descrito.



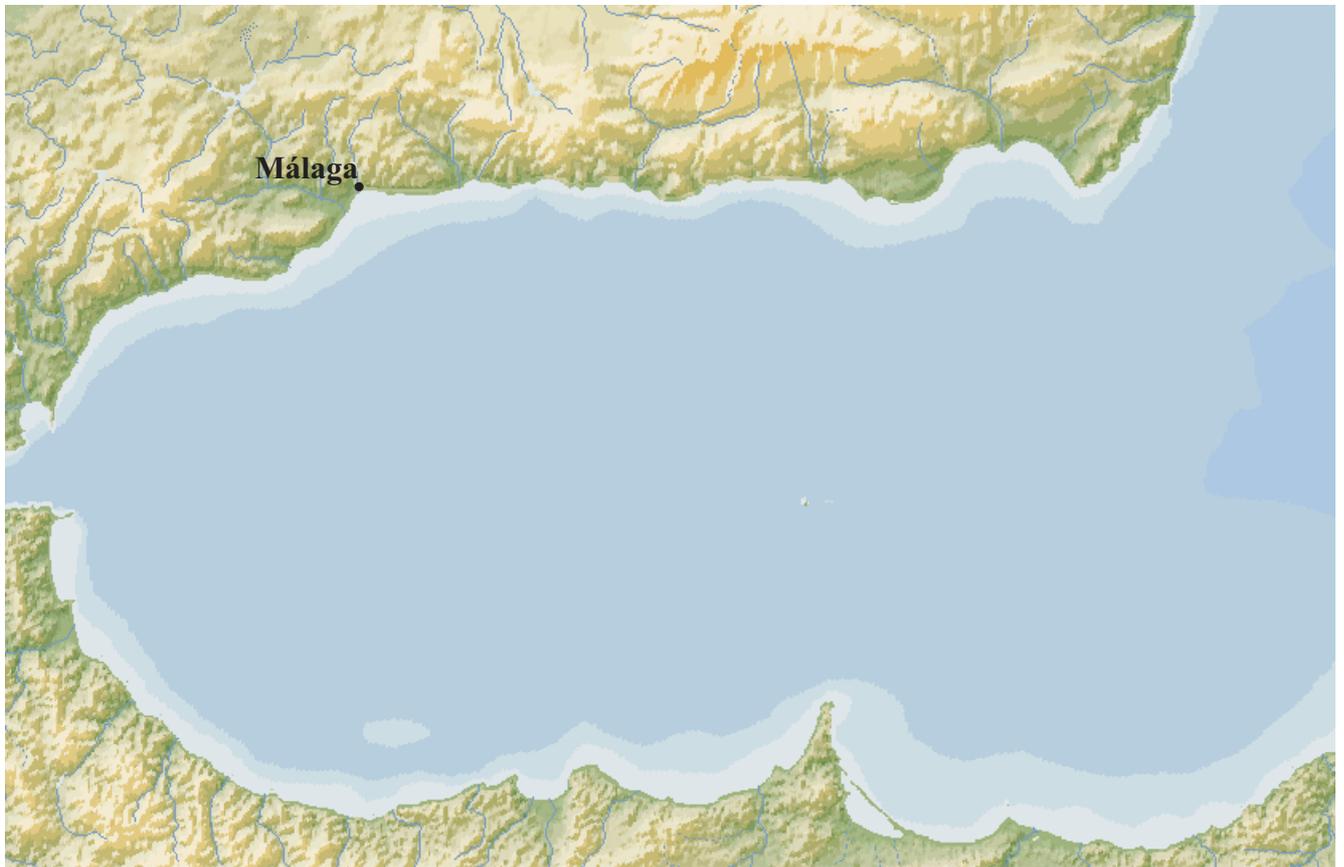


Para el entorno de la ciudad de Málaga, la figura 4.3 resume la orientación general del transporte litoral en las playas, indicando además las tasas de transporte conocidas en diversos puntos del litoral, gracias a estudios realizados anteriormente.

En la costa oriental de la ciudad el transporte litoral se dirige hacia poniente, desde el límite municipal hasta el mismo puerto. La tasa de transporte neto anual es muy variable, pero su media se sitúa en torno a los 0-10.000 m³/año, dependiendo mucho de los aportes estacionales de los ríos y arroyos. Este valor ha sido obtenido a partir de estudios en modelo matemático y mediante análisis de la evolución del relleno de la playa de La Malagueta.

A poniente del puerto y hasta la desembocadura del río Guadalhorce, el transporte litoral tiene una componente neta anual dirigida hacia levante, con un valor que oscila entre los 0-10.000 m³/año. La tasa de transporte ha aumentado en los últimos años a lo largo de la playa de San Andrés debido a la reciente ampliación del puerto, aunque las obras de estabilización llevadas a cabo han detenido este proceso.

En las playas de la margen derecha de la desembocadura del río Guadalhorce se produce un transporte litoral neto dirigido hacia poniente, cuyo valor se sitúa en torno a los 30-40.000 m³/año en las inmediaciones del río. Esta elevada tasa de transporte ha sido la causa de que los espigones de contención de la urbanización Guadalmar hayan provocado ese cambio abrupto en la línea de orilla.



Título:

Plano de situación de Málaga



*Monografía del litoral.
PGOU Málaga*

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 1.1



Título:

Carta nautica del entorno de Málaga



*Monografía del litoral.
PGOU Málaga*

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 1.2



Título:

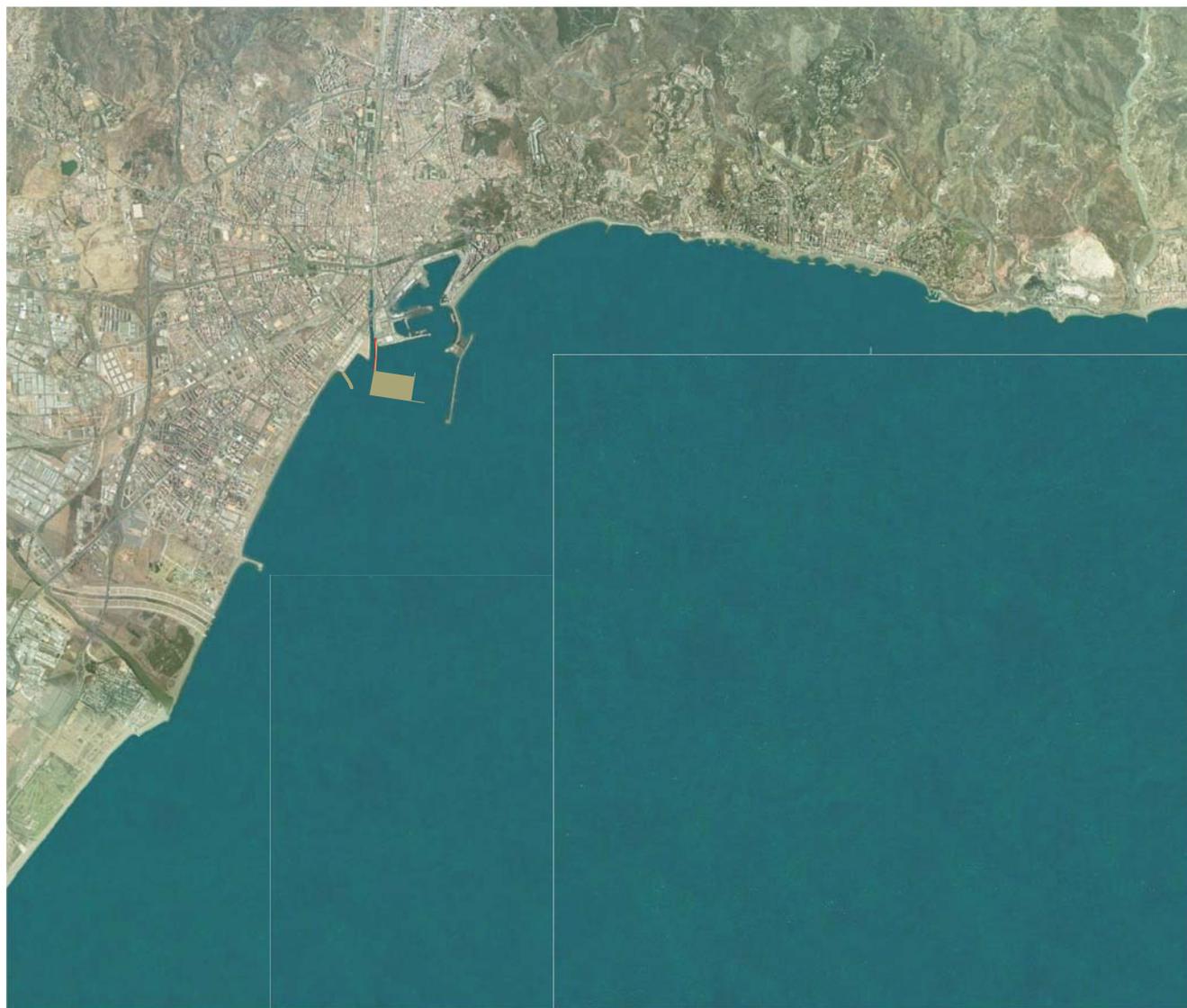
Geomorfología de la costa malagueña.



Monografía del litoral.
PGOU Málaga

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 1.3



Título:

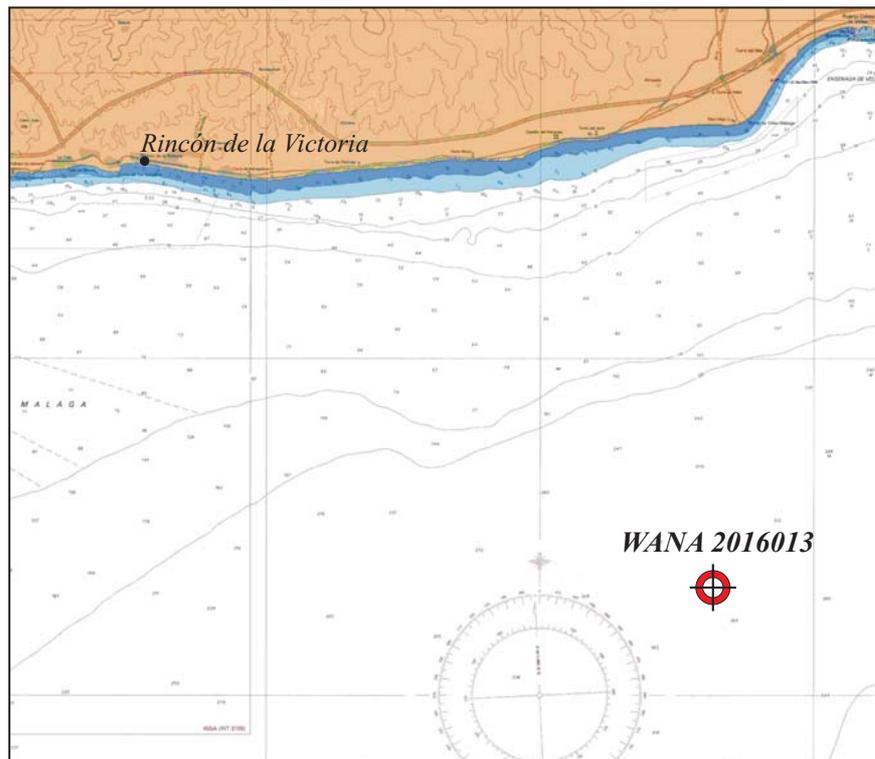
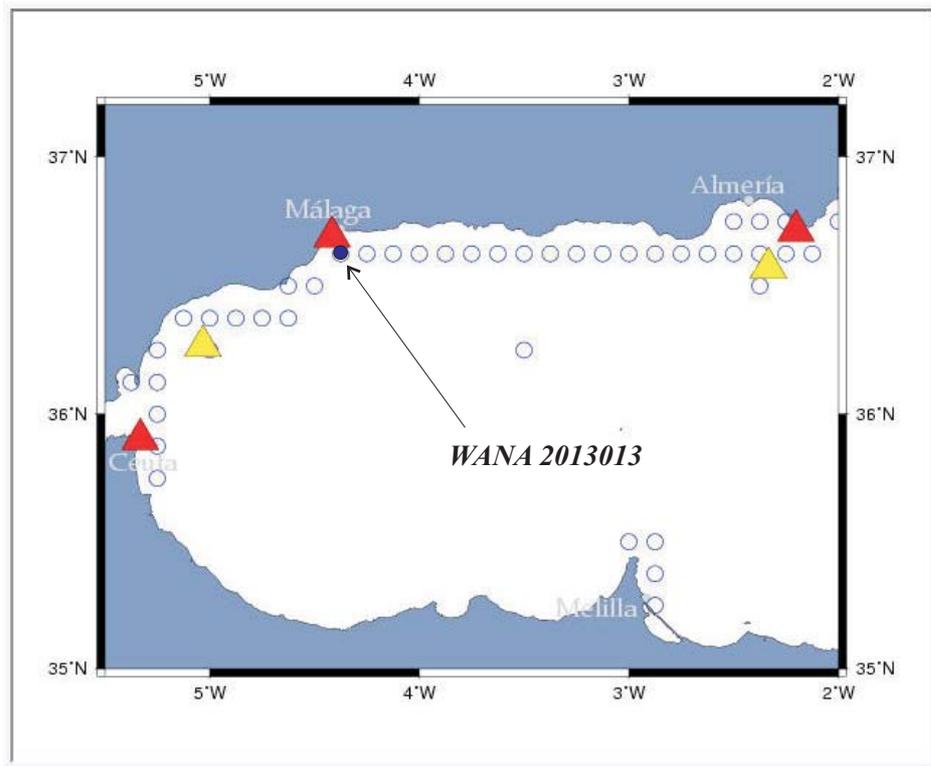
Fotografía aerea de la costa de la ciudad de Malaga



*Monografía del litoral.
PGOU Málaga*

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 1.4



Título:

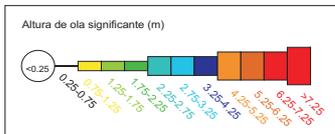
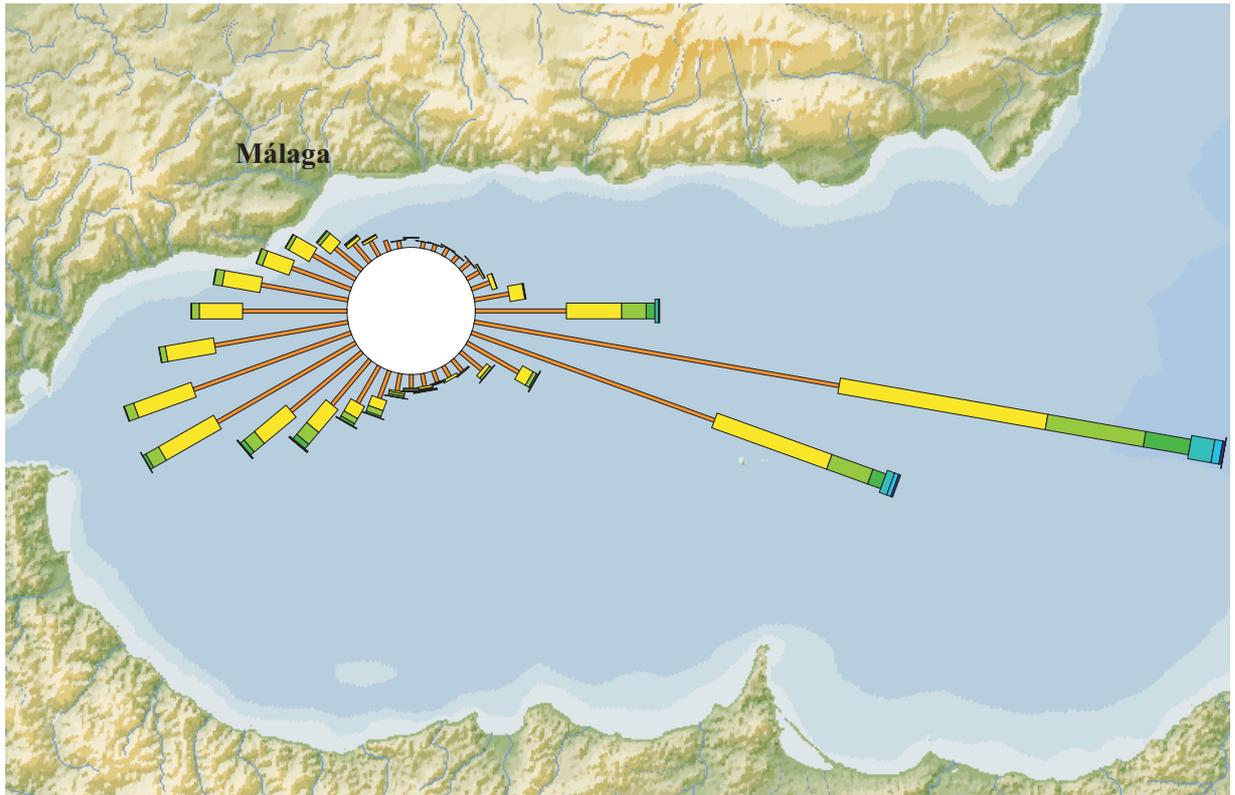
Datos WANA disponibles en el entorno de la costa de Málaga.

HIDTMA

Monografía del litoral.
PGOU Málaga

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 3.1



Título:

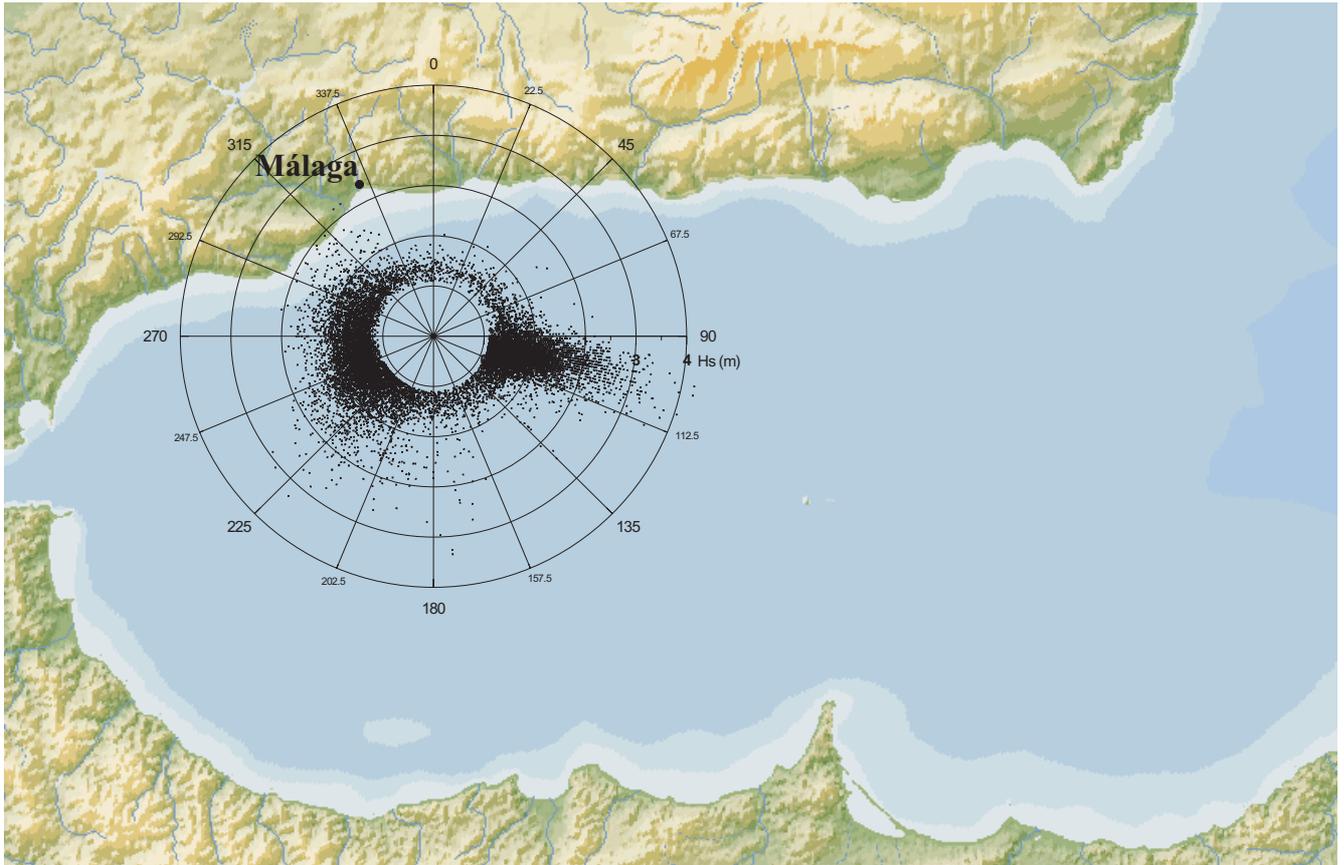
Rosa de oleaje exterior en la costa de Málaga.



Monografía del litoral.
PGOU Málaga

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 3.2



Título:

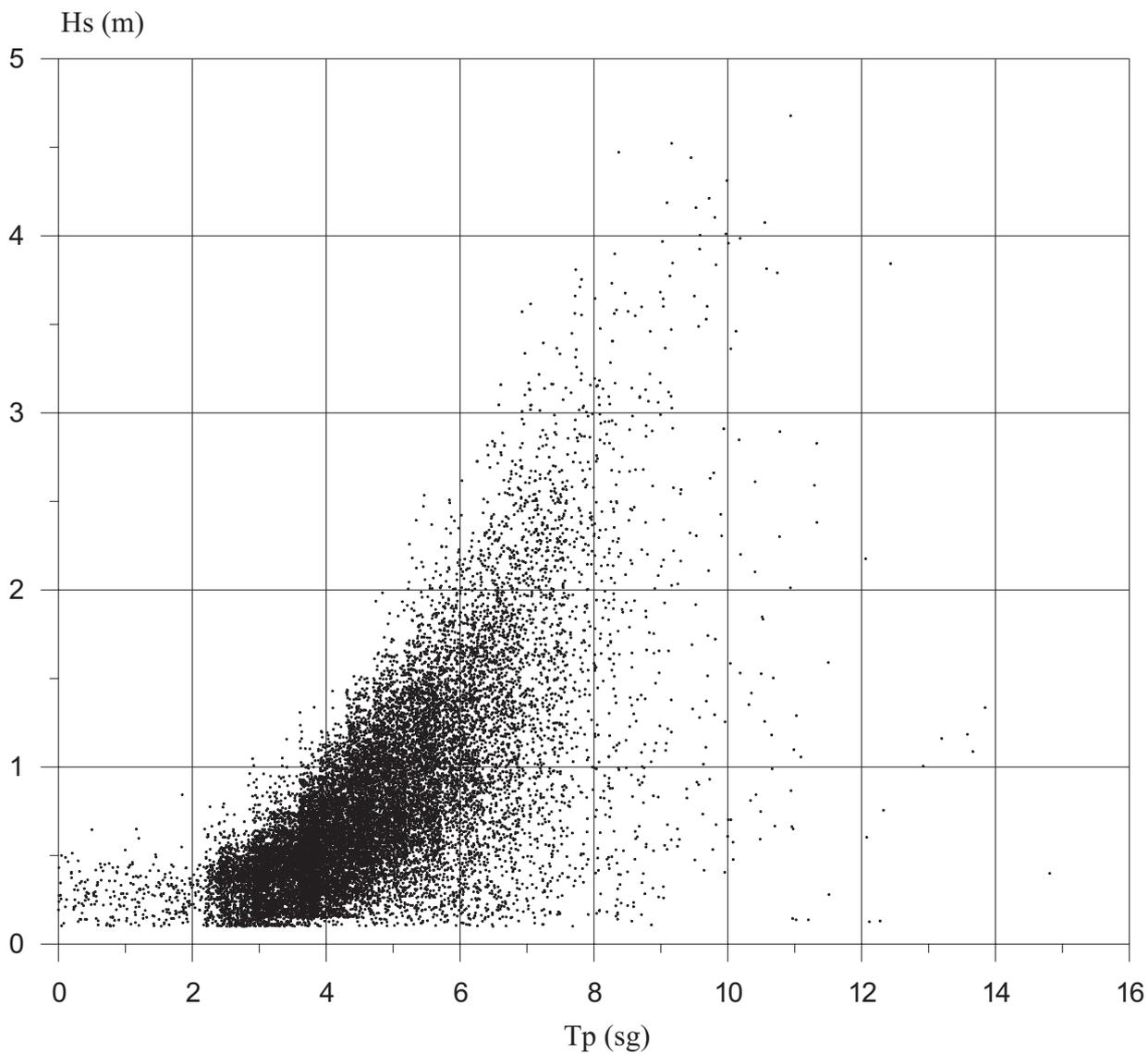
Representación angular de los puntos WANA frente a Málaga.



*Monografía del litoral.
PGOU Málaga*

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 3.3



Título:

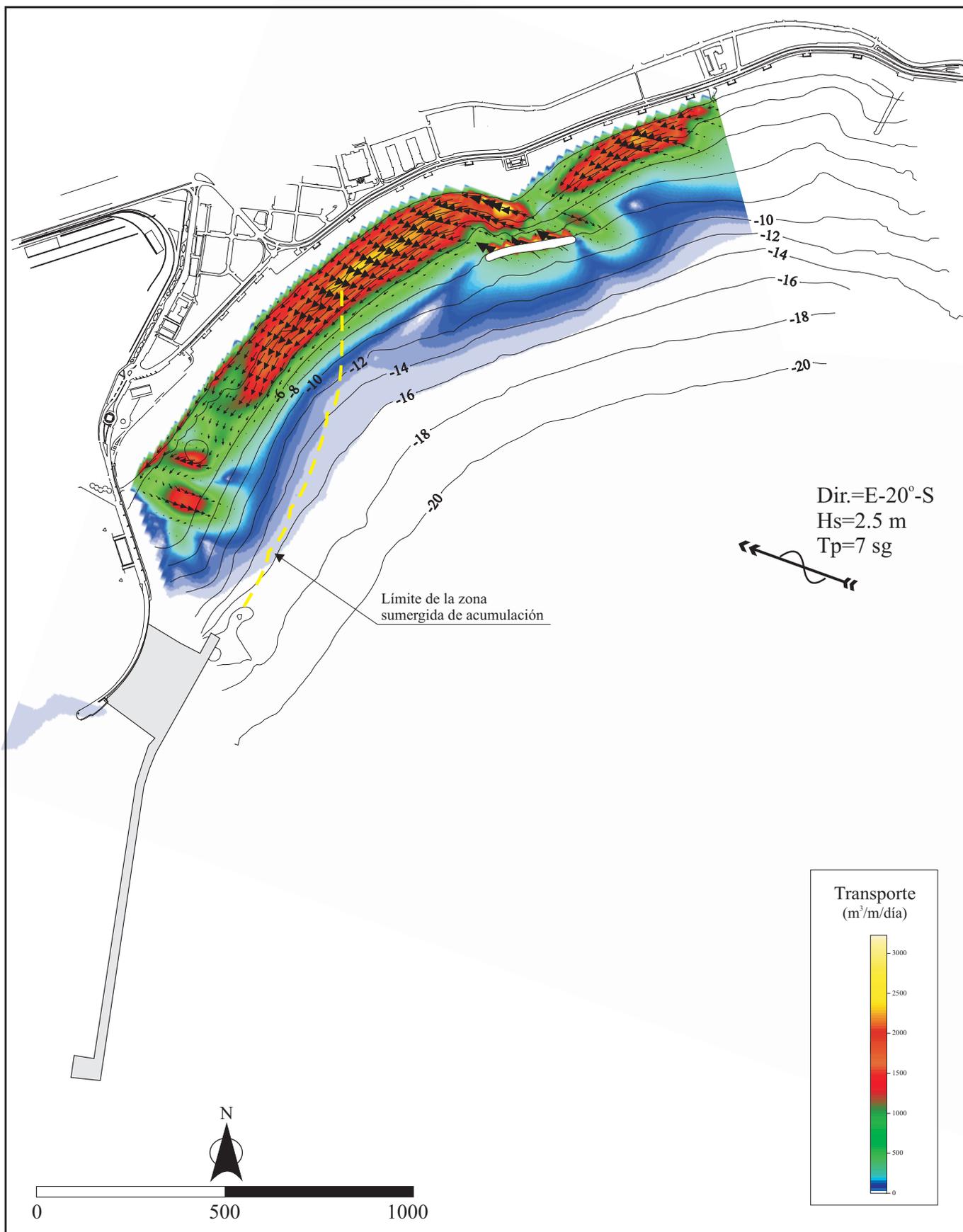
Relación Hs-Tp de los oleajes WANA.



*Monografía del litoral.
PGOU Málaga*

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 3.4



Título:

El puerto de Malaga como sumidero de sedimentos. simulacion del transporte litoral con un oleaje de levante.



Monografía del litoral.
PGOU Málaga

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 4.1

1956



1998



Título:

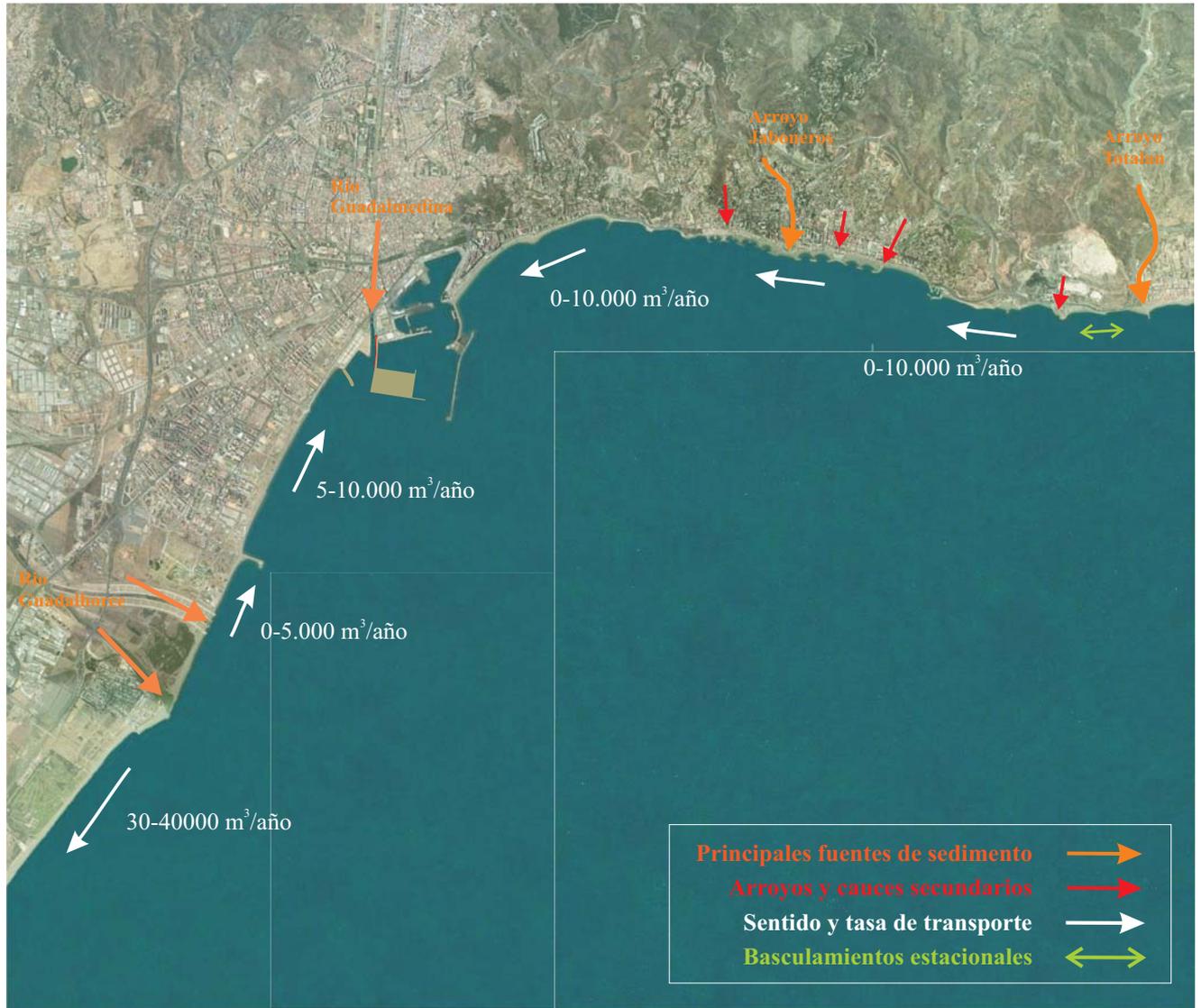
Las playas del Palo y Pedregalejo, antes y después de su regeneración



*Monografía del litoral.
PGOU Málaga*

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 4.2



Título:

Esquema general del transporte litoral en Malaga



Monografía del litoral.
PGOU Málaga

**FUNDACIÓN
CIEDES**

Figura 4.3