

ANEJO 1
SITUACIÓN ACTUAL



Índice

1. Introducción.....	2
2. Emplazamiento	3
3. Problemática.....	4
4. Inventario de playas	6
4.1. Playa de Corinto	6
4.2. Playa de Almardà	8
4.3. Playa de Canet d'en Berenguer	10
5. Conclusión	12
6. Bibliografía.....	13



1. Introducción.

El siguiente anejo define la zona en la que se va a desarrollar el estudio, la problemática que se ha detectado, los motivos que han llevado a esa situación y una caracterización de las playas afectadas.

Con todo esto podrá obtenerse un contexto de la situación en la que se encuentra la zona conociendo los problemas a abordar y características generales que describen el lugar.

2. Emplazamiento

Este estudio se va a desarrollar en el litoral levantino español, más concretamente en playas ubicadas en la provincia de Valencia. La zona de actuación se encuentra en los Términos Municipales de Sagunto y Canet de Berenguer los cuales pertenecen a la comarca de Camp de Morvedre.

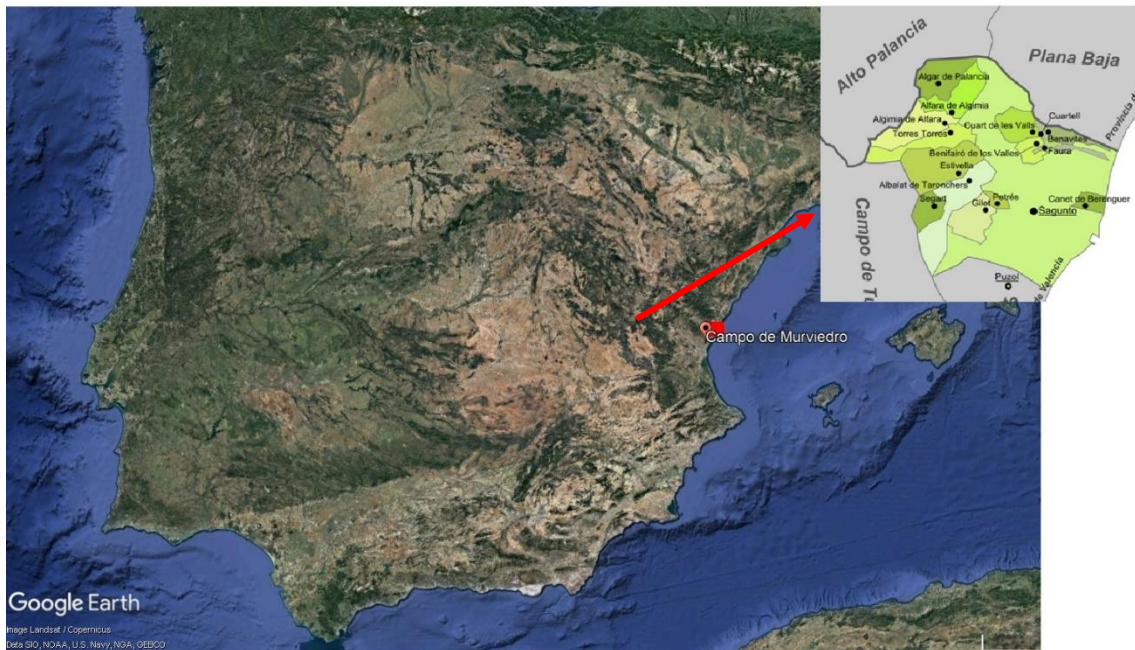


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

Sagunto es la capital de la comarca y el TM más grande con una superficie de 139 km² y una población de 70.128 habitantes, en este encontramos las playas de Corinto y la Almardà siendo la primera la ubicada más al norte de las dos justo debajo de la Gola de Queralt.

El TM de Canet de Berenguer se encuentra rodeado por Sagunto, tiene una población de 7.265 habitantes y una superficie de 3,84 km². A pesar de ser considerablemente menor en comparación con otros municipios de la comarca es el más poblado por detrás de Sagunto, además, Canet de Berenguer tiene una gran importancia en la comarca ya que su playa tiene un gran reconocimiento a nivel turístico y ambiental. La playa de Canet de Berenguer es la siguiente a la playa de Almardà y llega hasta el puerto deportivo del propio municipio.

La zona de actuación se encuentra delimitada al norte por la Gola de Queralt y al Sur por el puerto de Siles abarcando una superficie total de 395.512,83m². Las playas existentes en este tramo de costa empezando de Norte a Sur son, la playa de Corinto, la de Almardà y la playa de Canet de Berenguer.

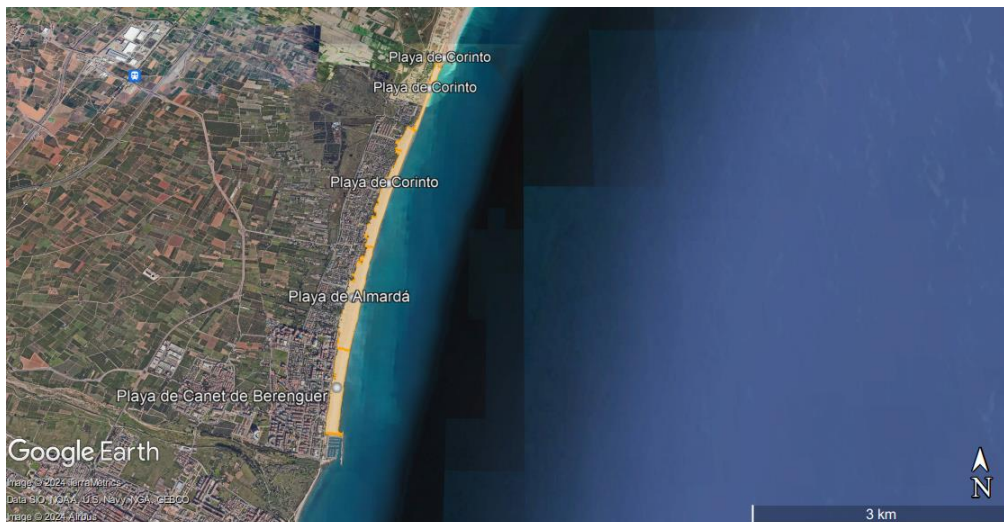


Figura 2. Emplazamiento de la zona de estudio

A lo largo de la zona de actuación las únicas obras de protección que se encuentran son la desembocadura de la Gola de Queralt, a partir de la cual da comienzo la playa de Corinto, un espigón longitudinal al comienzo del tramo que sirve de muro frente a la erosión de la costa para proteger una zona urbanizada a los pies de la Gola de Queralt y la desembocadura de la Gola de Quartell que se encuentra 1,2 Km del inicio del tramo, estos no suelen transportar grandes cantidades de agua pero tienen un papel importante a la hora de evacuar avenidas.

3. Problemática

La zona de actuación inicialmente era un tramo de costa continuo, las playas se alimentaban gracias al intenso transporte de sedimento que se daba debido a la dirección del oleaje y a la orientación de la costa el cual iba de norte a sur, también existía un gran aporte de material de origen fluvial.



Figura 3. Comparación tramo de costa 1956(izquierda) - 2024 (derecha)

Con la construcción del puerto de Sagunto en la provincia de Valencia y los puertos de Castellón y Burriana en la provincia de Castellón, ya se establecieron barreras que impedían el transporte de sedimentos alterando así la dinámica litoral, generando erosión al sur de los puertos y una acumulación de sedimentos al norte.

Por otro lado, también se redujo en gran medida las aportaciones fluviales debido a la retención de sedimentos que generaron los embalses construidos en los principales ríos como el Palancia o el Mijares. A esto se le sumó una reducción de las escorrentías y la reducción del promedio anual de precipitaciones haciendo que el sedimento de origen fluvial se reduzca entre un 80% y un 90%.

A estas dos problemáticas cabe añadir la intensa urbanificación que se ha llevado a cabo sobre la línea costera y que ha supuesto la eliminación de parte del cordón dunar eliminando así el reservorio natural de sedimento de las playas frente a posibles temporales, facilitando la erosión de la costa y aumentando las probabilidades de inundación.

Todo esto ha supuesto que algunas zonas estén sometidas a un efecto erosivo que genera un retroceso en la línea de costa y que en aquellas zonas que se encuentren al norte de los obstáculos se generen acreciones de sedimento.

En un intento de solucionar la problemática se ejecutaron obras de rigidización mediante espigones en zonas concretas, estas actuaciones no sirvieron como una solución si no que trasladaron el problema erosivo de las costas de Castellón a la zona de estudio, al norte de la provincia de Valencia.

La erosión ha generado que la composición de parte de la playa cambie, pasando de estar formadas por arenas finas a ser gravas finas y gruesas las cuales fijan la línea de costa y ocultan el problema erosivo presente. Además, la acumulación de

sedimento en el norte del puerto de Siles es tal que se ha producido un by-pass natural donde el material que en un debería depositarse en la zona de actuación pasa al sur del puerto.

4. Inventario de playas

4.1. Playa de Corinto

La playa de corinto es la primera de la provincia de Valencia, comienza al sur de la Gola del Queralt y se extiende 2997,12 m desde esta, tiene una anchura media de 90,83m siendo la máxima 189,14m y la mínima 1,5m y su superficie total es de 28,81 Ha.

Se trata de una playa abierta de arenas gruesas de color dorado, con un sedimento de 0,26mm de diámetro nominal y un ajuste de Dean del 0,098. Presenta una pendiente media de 1,25%. Es importante comentar que la granulometría de esta playa se ha visto alterada por una invasión de gravas la cual ha afectado a toda la playa.

Como se ha mencionado previamente, existe una escollera que sirve de protección a una serie de residencias, por otro lado, esta playa se encuentra partida por la desembocadura de la Sèquia del Rei por lo que para su análisis en otros anejos se utilizará esta división para facilitar este, estudiando dos tramos por separado.



Figura 4. Croquis de contorno (MITECO 2007)

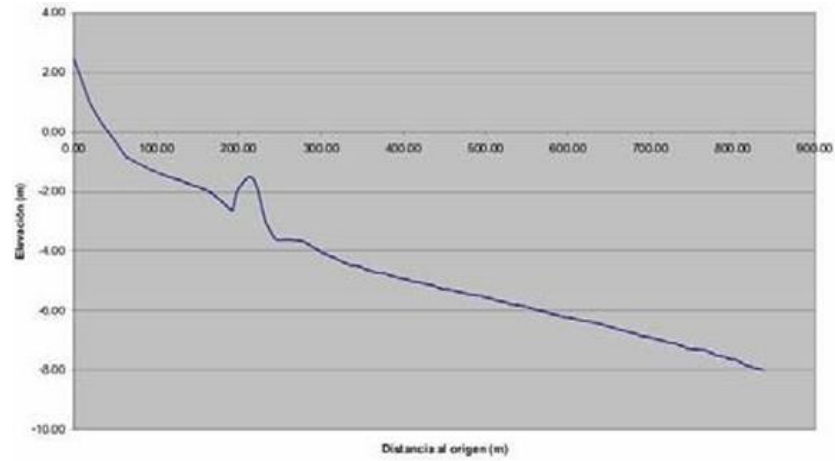


Figura 5. Perfil de la playa

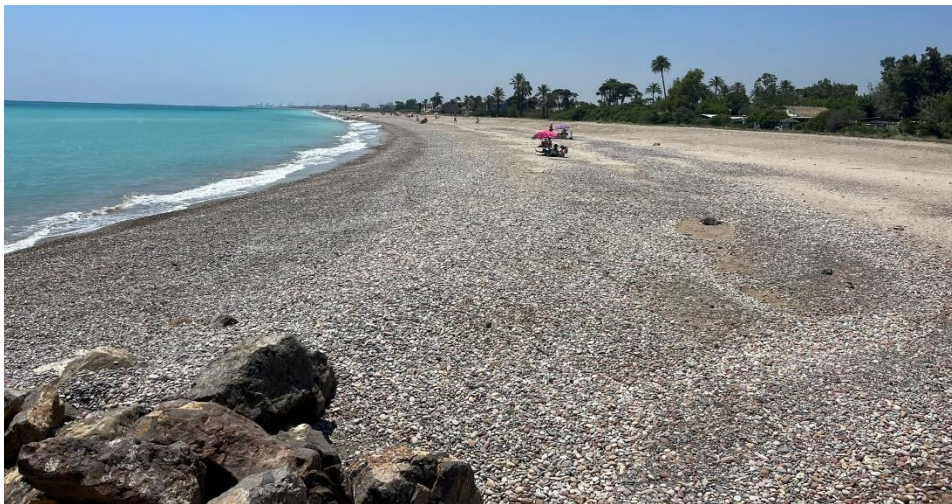


Figura 6. Playa de Corinto (12/07/2024). Fuente: elaboración propia

4.2. Playa de Almardà

La playa de Almardà se encuentra en el termino municipal de Sagunto. Tiene una longitud de 1377,06m y abarca una superficie de 23,73 Ha. La anchura media de la playa es de 155,67m, siendo la mínima 1,5m y la máxima 221,88m.

Se trata de un tipo de playa abierta formada por arenas medias de color dorado. El sedimento de esta playa cuenta con un diámetro nominal de 0,28mm y el resultado del ajuste de Dean es de 0,103. En cuanto al perfil tiene una pendiente media de 1,38%.

Al igual que la playa de Corinto esta también ha sufrido una variación en su granulometría estos últimos años por una invasión de grava en el tramo norte de la playa.

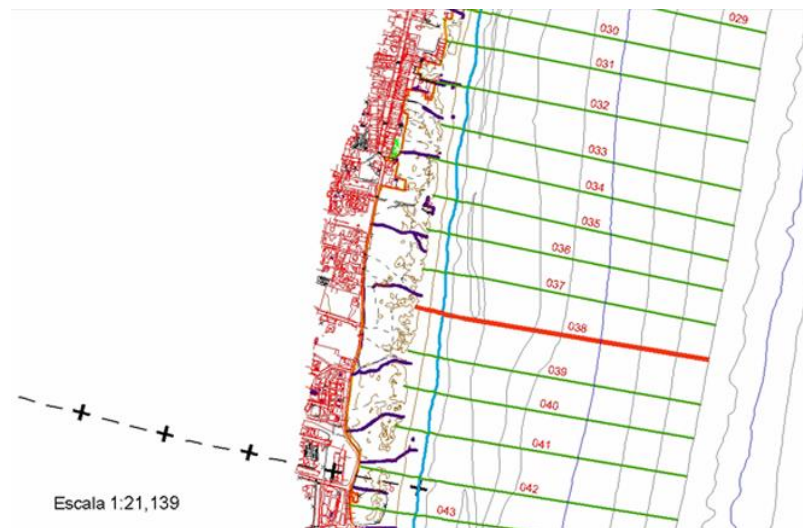


Figura 7. Croquis de contorno (MITECO 2007)

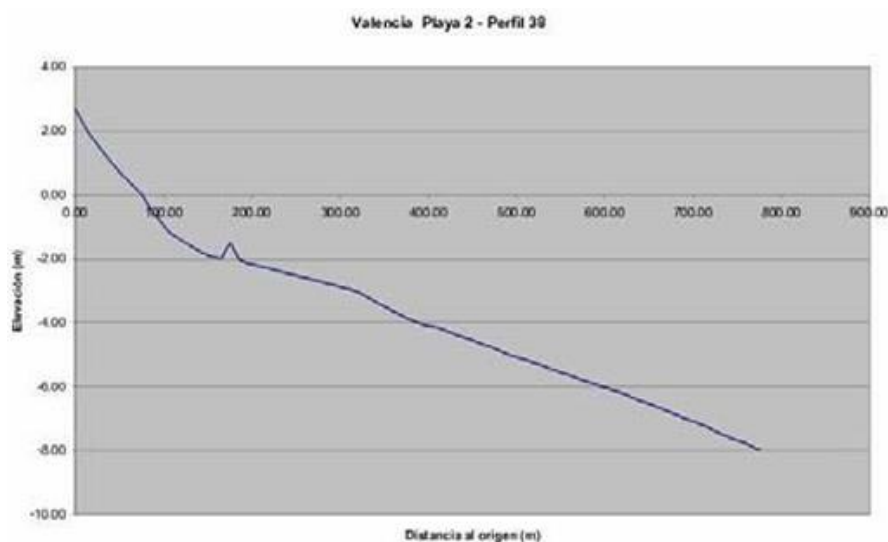


Figura 8. Perfil de playa (MITECO 2007)



Figura 9. Playa de Almardà (12/07/2024). Fuente: Elaboración propia

4.3. Playa de Canet d'en Berenguer

Ubicada en el término municipal de Canet d'en Berenguer, siendo la única existente en este, es la última playa de la zona de estudio y se encuentra limitada al sur por el puerto deportivo de Canet.

Esta playa cuenta con una longitud de 1036,58 m, su amplitud media es de 143,74m. Abarca una superficie de 15,35 Ha con una anchura máxima de 169,41 m y una anchura mínima de 6,53m.

Con una pendiente media de 1,43% su tipología de playa es apoyada, ya que se apoya en el puerto deportivo, está compuesta por arenas finas de color dorado. El ajuste de Dean de estas arenas es de 0,102 y su diámetro nominal de 0,2mm.



Figura 10. Croquis de contorno (MITECO 2007)

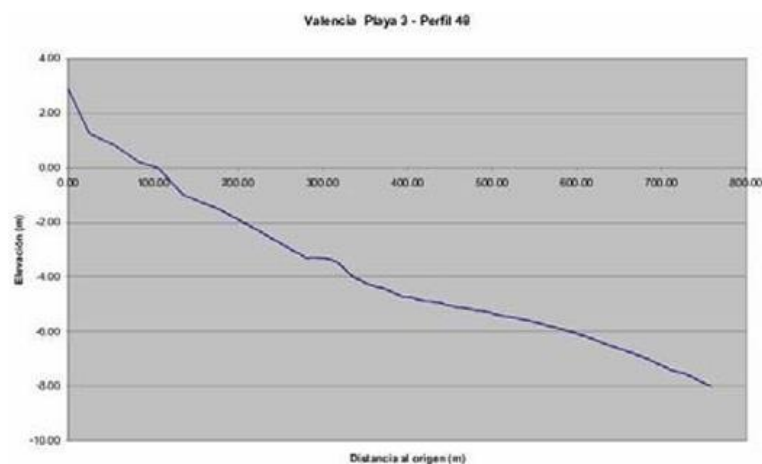


Figura 11. Perfil de la playa (MITECO 2007)



5. Conclusión

Una vez concluido el anejo se ha podido comprender la situación en la que se encuentra la costa y los motivos que la han llevado a esta.

Con esta información puede afrontarse el diseño de la solución siendo plenamente conscientes de aquello que hay que solventar, así como de los errores cometidos en actuaciones previas que han generado la problemática a la que nos enfrentamos.

6. Bibliografía

Google Earth Pro, 2024

MITECO, 2007. Ecocartografía de Valencia (WWW Document). URL
<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-valencia.html>

ICV, 2024. Visor Cartogràfic de la Generalitat (WWW Document). URL
<https://visor.gva.es/visor/>

ANEJO 2
DESLINDES Y PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL



Índice

1.	Introducción.....	2
2.	Limitaciones	3
2.1.	DPMT	3
2.2.	Zonas de servidumbre.....	4
3.	Deslinde zona de actuación	5
4.	Usos de suelo.....	7
5.	Conclusión	11
6.	Bibliografía.....	12



1. Introducción

En este anejo se definirá el deslinde de la zona de estudio, para esto habrá de guiarse por la Ley de Costas la cual define el Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) como la zona prioritaria a proteger estableciendo ciertas limitaciones a la propiedad.

2. Limitaciones

Según la Ley 2/2013 de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de costas, podemos distinguir las siguientes zonas:

2.1. DPMT

- La ribera del mar y de las rías, que incluye:
 - La zona marítimo-terrestre o espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcancen las olas en los mayores temporales conocidos, de acuerdo con los criterios técnicos que se establezcan reglamentariamente, o cuando lo supere, el de la línea de pleamar máxima viva equinoccial. Esta zona se extiende también por las márgenes de los ríos hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas.
Se consideran incluidas en estas zonas las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, las partes de los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar.
No obstante, no pasaran a formar parte del dominio público marítimo-terrestre aquellos terrenos que sean inundados artificial y controladamente, como consecuencia de obras o instalaciones realizadas al efecto, siempre que antes de la inundación no fuera de dominio público
 - Las playas o zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, estas últimas se incluirán hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa.
- El mar territorial y las aguas interiores, con su lecho y subsuelo, definidos y regulados por su legislación específica.
- Los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental, definidos y regulados por su legislación específica.

2.2. Zonas de servidumbre

- **Servidumbre de tránsito:** es una franja de terreno de 6m, medidos tierra adentro a partir del límite interior de la ribera del mar. Es ampliable a 20m en lugares de tránsito difícil y peligroso, esta zona debe quedar permanentemente libre al acceso y tránsito peatonal o vehículos de vigilancia o salvamento
- **Servidumbre de protección:** tiene una anchura de 100m ampliable a 200m, que se extiende a lo largo de toda la costa y se mide tierra adentro a partir del límite interior de la ribera del mar. También podrá reducirse 20m en los márgenes de los ríos hasta donde sean sensibles las mareas, siempre conforme a lo que reglamentariamente se disponga.
- **Servidumbre de acceso al mar:** recae sobre los terrenos colindantes o contiguos al Dominio Público Marítimo-Terrestre, en la longitud y anchura necesarios para asegurar el acceso y uso público de aquel. En las zonas urbanas y urbanizables los accesos de tráfico rodado deberán estar separados entre sí, como máximo, 500m y los peatonales 200m. Todos los accesos deberán estar señalizados y abiertos al uso público.
- **Zona de influencia:** Se determinará en los instrumentos correspondientes y abarca como mínimo 500m a partir del límite interior de la ribera del mar. Se establecen unas exigencias para la protección del dominio público, en tramos con playas y accesos de tráfico rodado se preverán reservas de suelo para aparcamientos, garantizando así el estacionamiento fuera de la zona de servidumbre de tránsito. De igual modo, en esta zona las construcciones habrán de adaptarse a lo establecido en la legislación urbana, se evitará la formación de pantallas arquitectónica o acumulación de volúmenes.

3. Deslinde zona de actuación

A continuación se mostrarán los límites establecidos por la ley de costas en la zona de estudio.

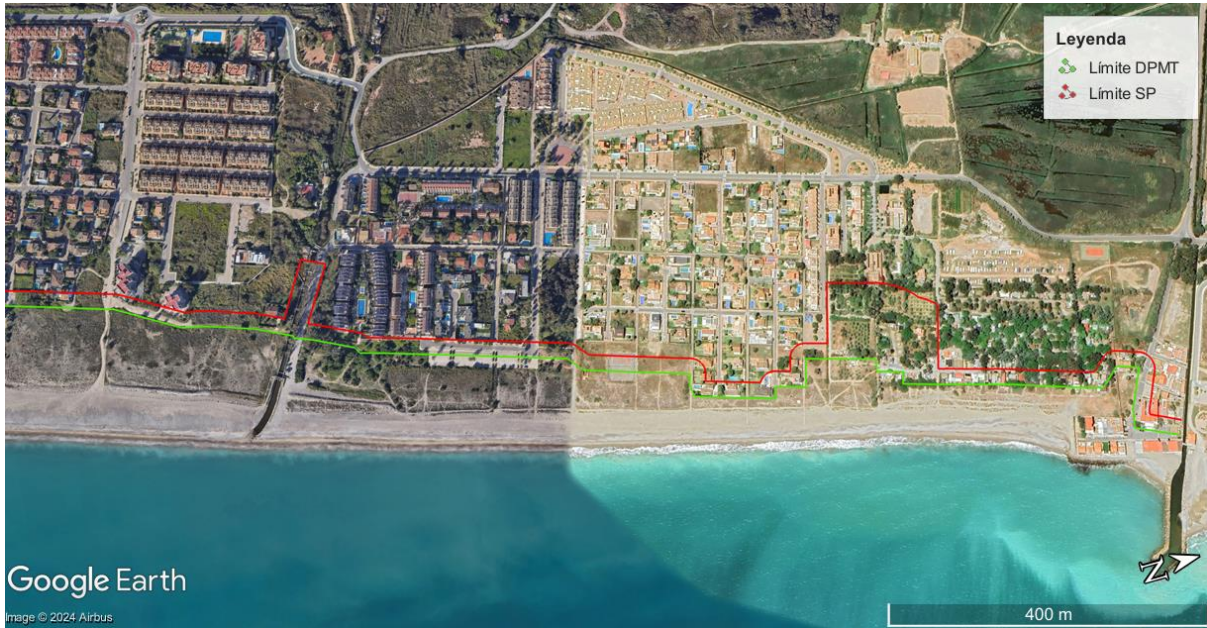


Figura 1. Deslinde de la playa de Corinto

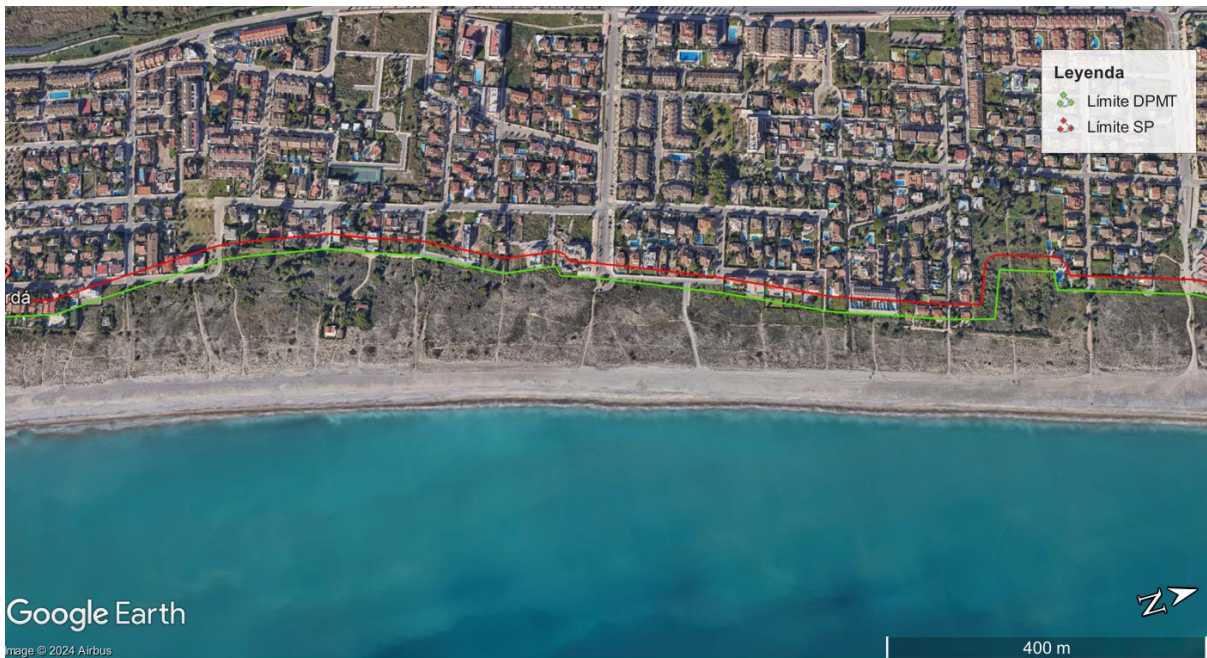


Figura 2. Deslinde de la playa de Corinto

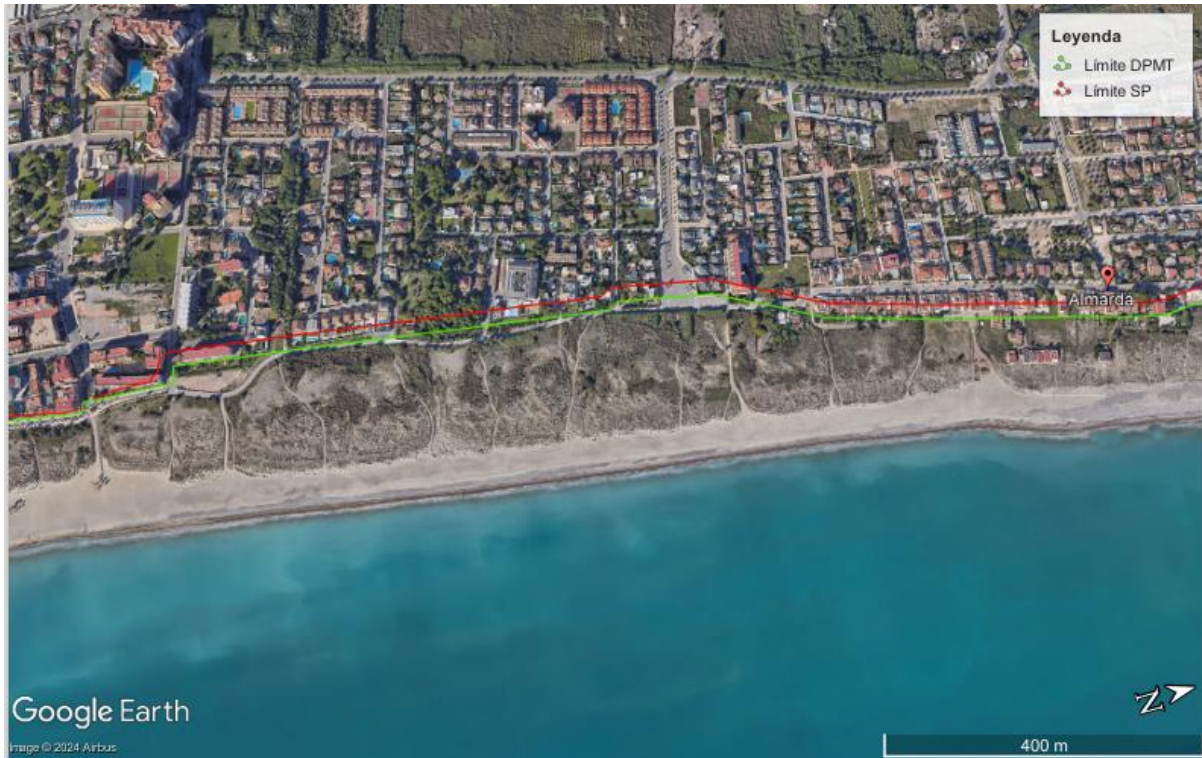


Figura 3. Deslinde de la playa de Almería

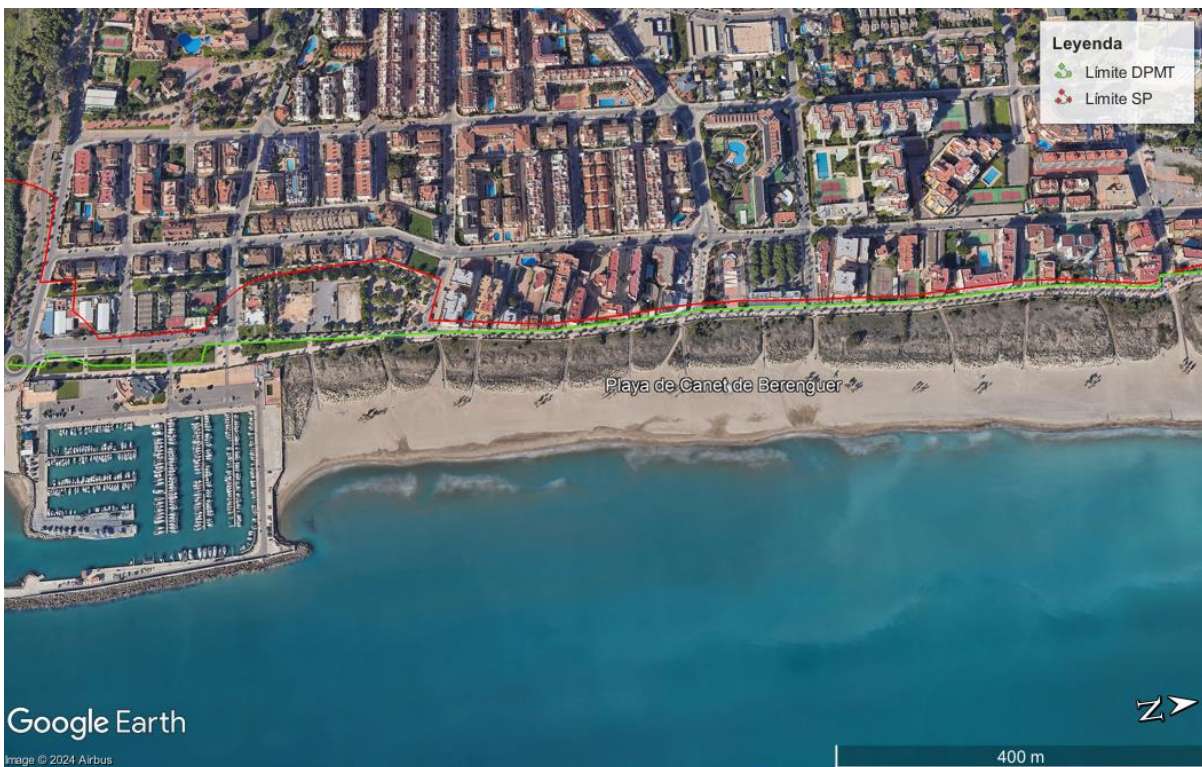


Figura 4. Deslinde de la playa de Canet de Berenguer

4. Usos de suelo

Para conocer la clasificación y la ocupación del suelo próxima a las playas del TM de Sagunto (Corinto y Almardà) se ha recurrido a la información que proporciona el Visor GVA con la cartografía de Ocupación de Suelo de la Comunidad Valenciana (COSCV) ya que los planos urbanísticos de la zona que ofrecía el ayuntamiento de Sagunto eran antiguos y no representaban la actualidad urbanística de la zona.

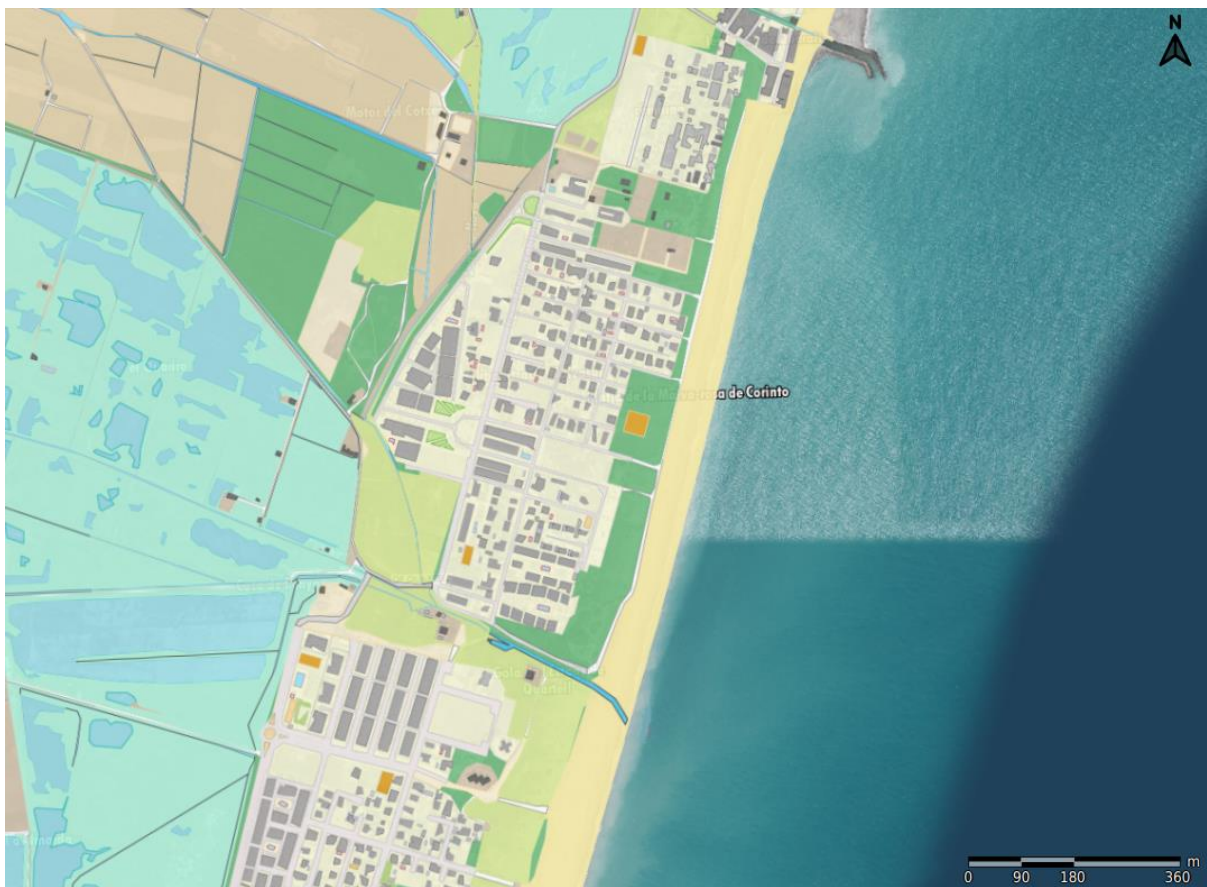


Figura 5. Cartografía usos de suelo playa de Corinto (Fuente: Visor GVA)

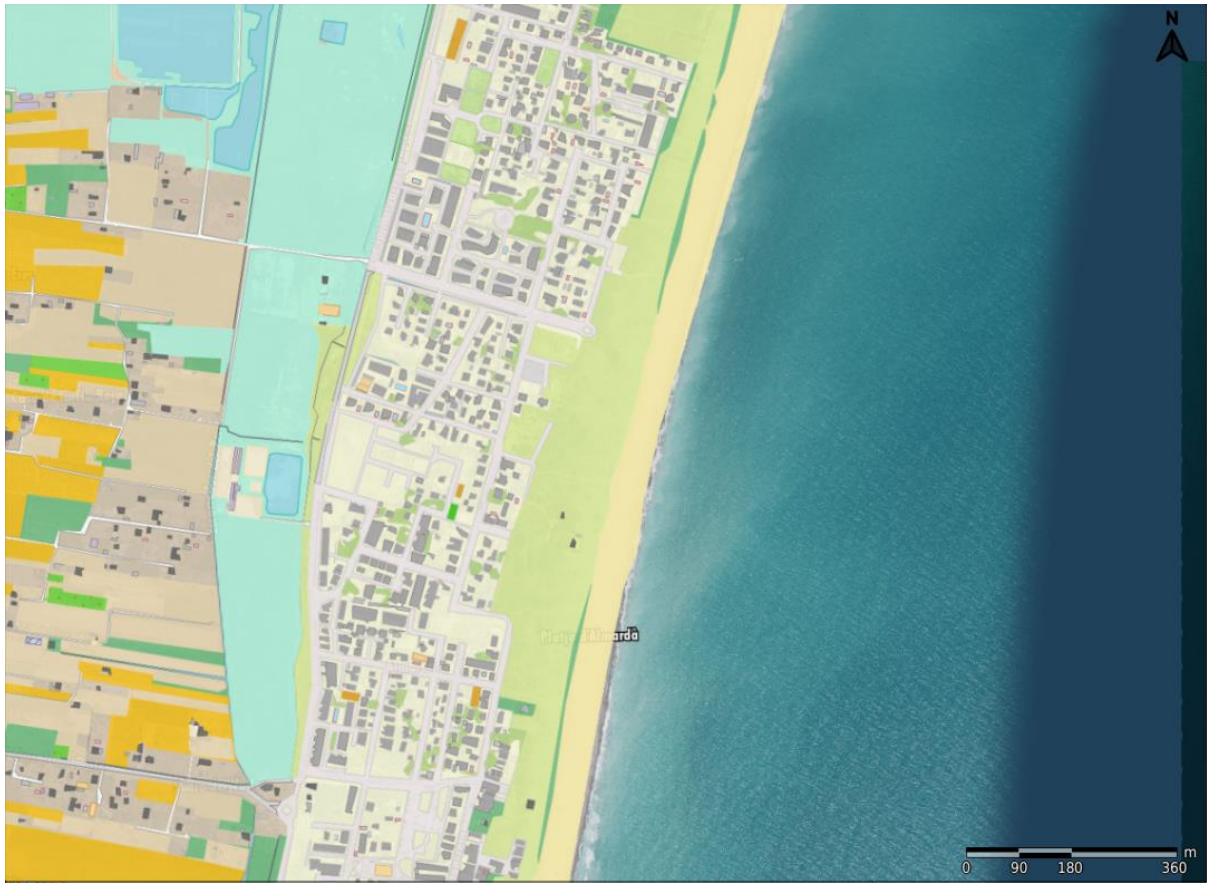


Figura 6. Cartografía usos de suelo playa de Corinto (Fuente: Visor GVA)

Para conocer los usos de suelo del TM de Canet de Berenguer se ha obtenido el plan general de ordenación urbana del Municipio de la página web del ayuntamiento de Canet.

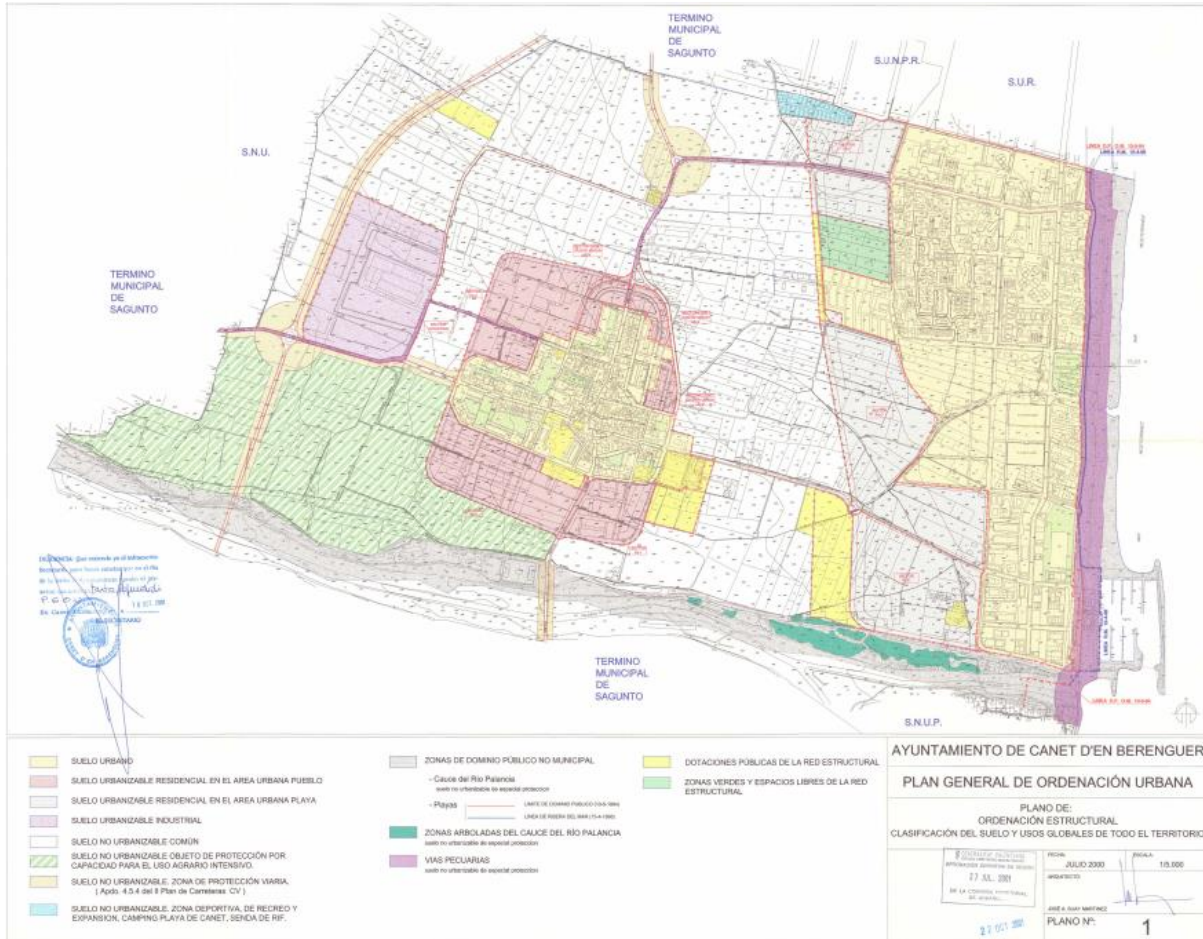


Figura 9. Plan general de ordenación urbana de Canet de Berenguer (Fuente: Ayuntamiento Canet de Berenguer)



5. Conclusión

Gracias a este anejo se puede conocer hasta donde abarca la superficie sobre la que podrá actuarse y si existe algún tipo de edificación o suelo que deba protegerse o con el que se deba tener precaución a la hora de proyectar la solución.

6. Bibliografía

MITECO, 2020. Líneas de deslinde para el Dominio Público Marítimo Terrestre (WWW Document) URL https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/directorio_datos_servicios/costas/wms-inspire-costas.html

Ajuntament de Canet d'en Berenguer, 2000. Plan General de Ordenación Urbana de Canet d'en Berenguer (WWW Document) URL <https://www.canetdenberenguer.es/es/pagina/pgou-plan-general-de-ordenacion-urbana-de-canet-den-berenguer>

ICV, 2024. Visor Cartogràfic de la Generalitat (WWW Document). URL <https://visor.gva.es/visor/>

ANEJO 3
TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA



Índice

1. Introducción	2
2. Topografía	3
3. Batimetría	5
4. Conclusión	7
5. Bibliografía	8



1. Introducción

En el siguiente anejo se muestra la topografía de la zona de estudio y la batimetría. Los planos topográficos han sido extraídos del Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana los cuales pertenecen al Instituto Cartográfico Valenciano y los planos de batimetría se han realizado con Google Earth aplicando las capas con las correspondientes líneas batimétricas que ofrece el Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.

2. Topografía

El lugar donde se lleva a cabo el estudio es una zona con una pendiente muy reducida donde en ningún punto del litoral alcanza los 3m, además próxima a la costa está la marjal de Almenara la cual se encuentra en la mayoría de su extensión al nivel del mar.



Figura 1. Topografía de la playa de Corinto (ICV)

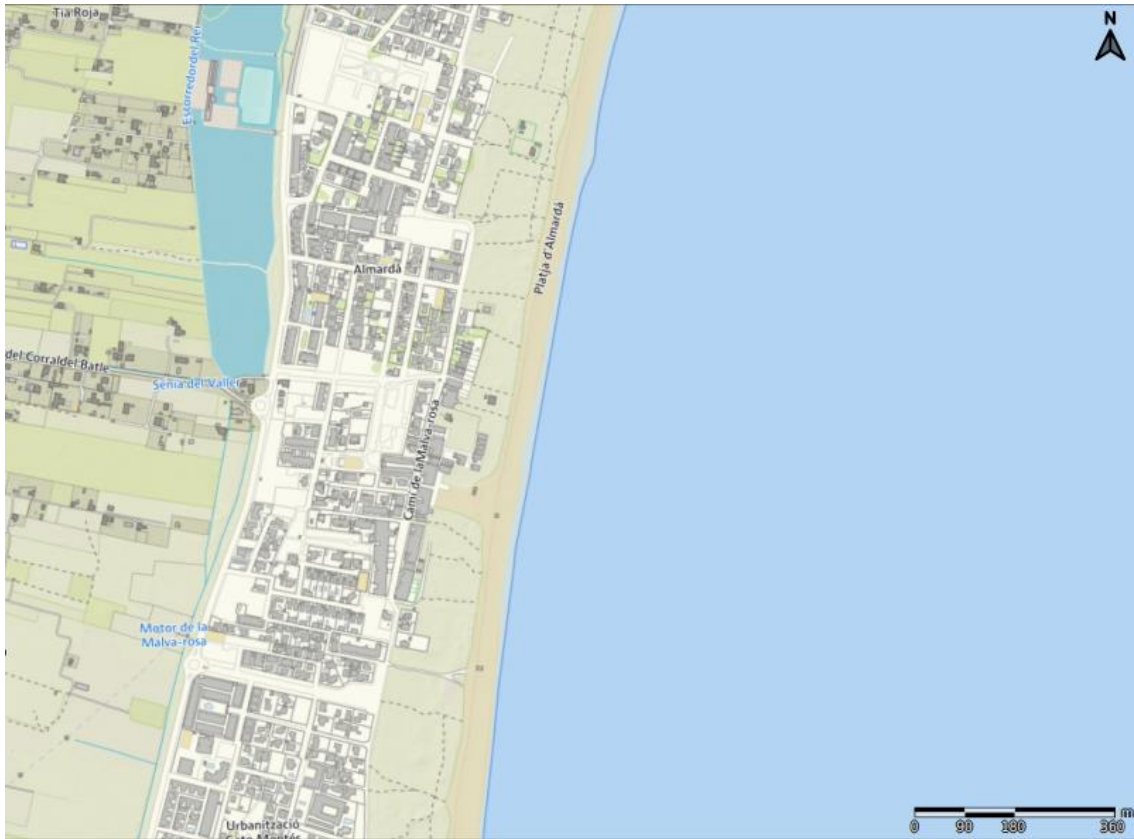


Figura 2. Topografía de la playa de la Almaridà (ICV)

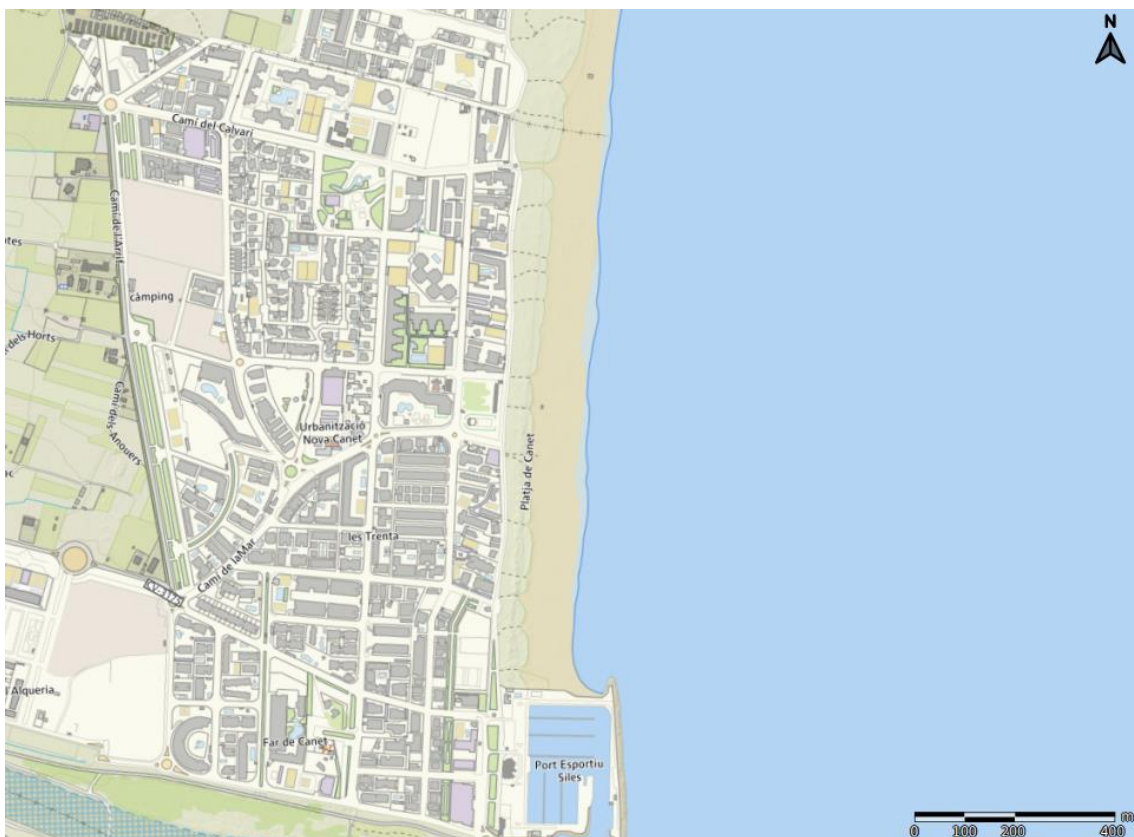


Figura 3. Topografía de la playa de Canet de Berenguer (ICV)

3. Batimetría

A continuación se muestra la batimetría de la zona de actuación, estas líneas batimétricas fueron realizadas por la UTE formada por las empresas HIDTMA y IBERINSA durante los años 2006 y 2007.

Gracias a la batimetría se tiene una definición detallada de la profundidad del fondo marino, esta también es importante a la hora de realizar cartas de navegación, conocer el oleaje y las corrientes marinas.

En las imágenes se puede observar como durante los primeros 1000 m estas se mantienen prácticamente paralelas a la costa, a partir de ahí empiezan a ser más irregulares y se deja de tener información a una distancia de unos 8000 m de la costa correspondiendo la última línea batimétrica a los 40 m de profundidad.



Figura 4. Batimetría de toda la zona de estudio

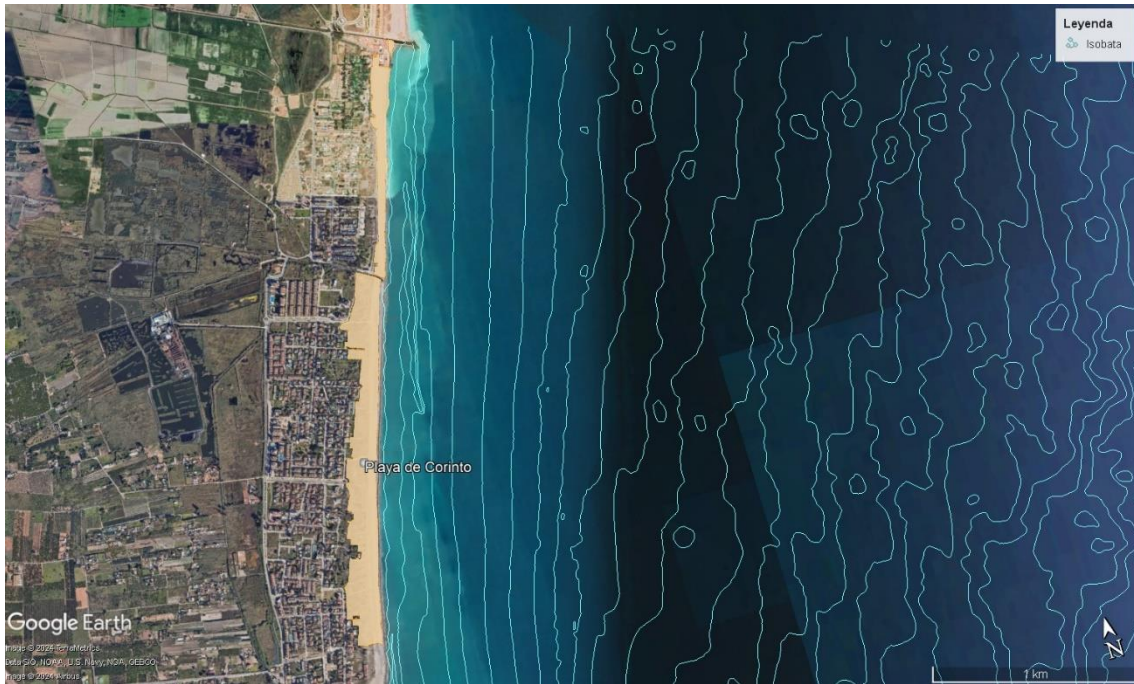


Figura 5. Batimetría de la playa de Corinto

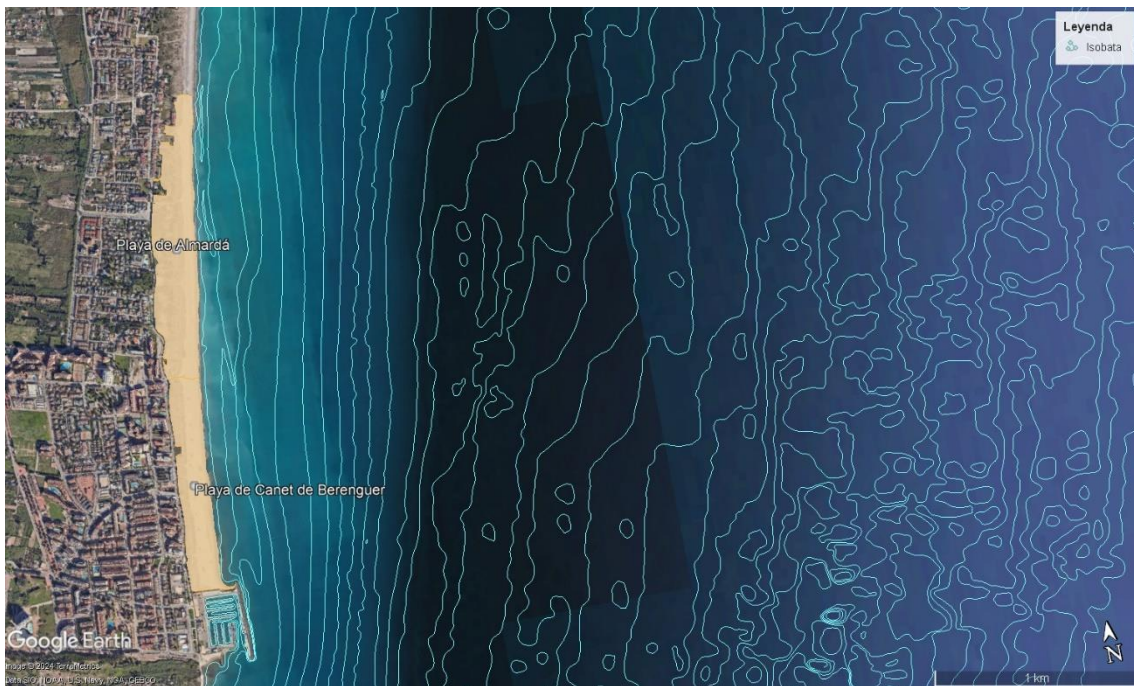


Figura 6. Batimetría de la playa de Almardá y Canet de Berenguer



4. Conclusión

Conociendo la topografía y la batimetría se observa de manera más clara la geografía del lugar permitiendo conocer si la pendiente del fondo es mas tendida así como si el entorno de la costa



5. Bibliografía

ICV, 2024. Visor Cartogràfic de la Generalitat (WWW Document). URL
<https://visor.gva.es/visor/>

MITECO, 2007. Ecocartografía de Valencia (WWW Document). URL
<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-valencia.html>

ANEJO 4
GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA



Índice

1.	Introducción.....	2
2.	Geología	3
2.1.	Estratigrafía y litología	3
3.	Geotecnia	5
3.1.	Litología	6
3.2.	Geomorfología	7
3.3.	Hidrogeología	8
3.4.	Características geotécnicas	9
3.5.	Condiciones constructivas	10
4.	Sedimentología	12
5.	Conclusión	14
6.	Bibliografía.....	15



1. Introducción

Se redacta el presente anejo con el objetivo de conocer las características físicas del entorno en el que se realiza el estudio así como la composición del terreno y la clase de sedimento que componen las playas.

2. Geología

Para la descripción del marco geológico de la zona de estudio se ha utilizado la hoja 668 del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (serie MAGNA 50), el cual ofrece el Instituto Geológico y Minero de España, donde se proporciona información detallada acerca de las playas de Canet de Berenguer y Sagunto.

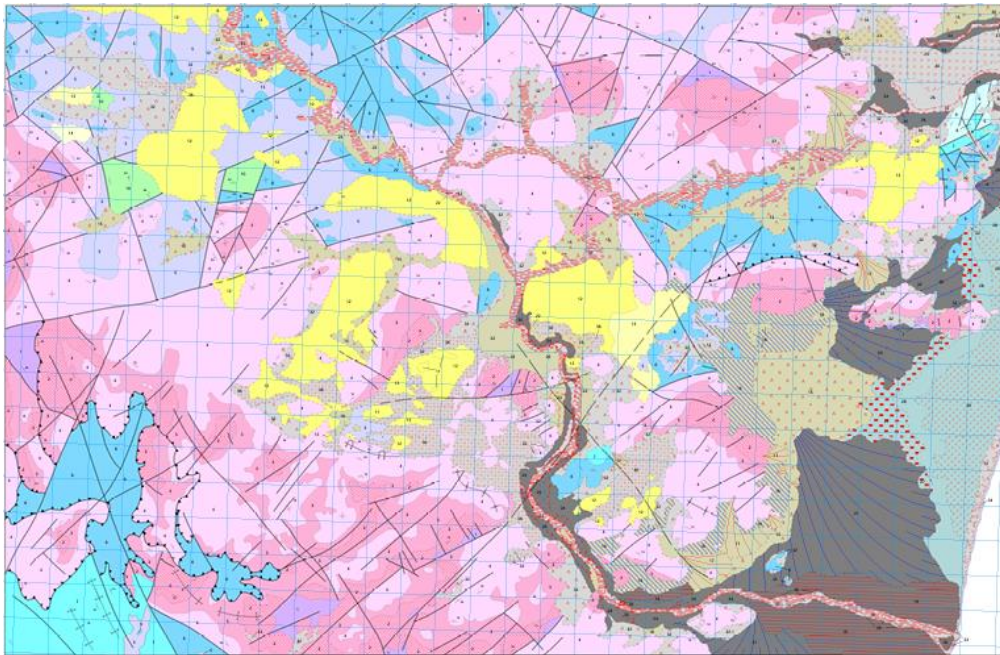


Figura 1. Mapa geológico de España - Hoja 668 (Sagunto) (IGME, 1980)

En este mapa se aprecia la estratigrafía del TM de Sagunto entre otros.

2.1. Estratigrafía y litología

Se puede observar cómo predominan en el interior las litologías triásicas y conforme nos acercamos a la costa comienzan a haber afloramientos cuaternarios. La zona de estudio se encuentra en terreno perteneciente al cuaternario, los estratos de este quedan divididos en tres tipos genéticamente bien diferenciados: depósitos continentales, depósitos marinos y depósitos mixtos.

A lo largo de toda la zona de estudio encontramos depósitos marinos que corresponden a la época del holoceno y que forman un cordón litoral formado por cantos de caliza y arenisca. Paralelo a la línea de costa existen unas dunas litorales de anchura no superior a los 300m, continuación del cordón dunar procedente de Moncofar, cierra las albuferas y las marismas que hay en la zona y están conformadas por arenas amarillentas.

Seguido del cordón dunar tenemos la marjal de Almenara en la cual hay una predominancia de albuferas rellenas por depósitos de limos negros con intercalaciones de arenas. Alrededor de las albuferas se aprecian limos pardos con cantos debido a la influencia marina.

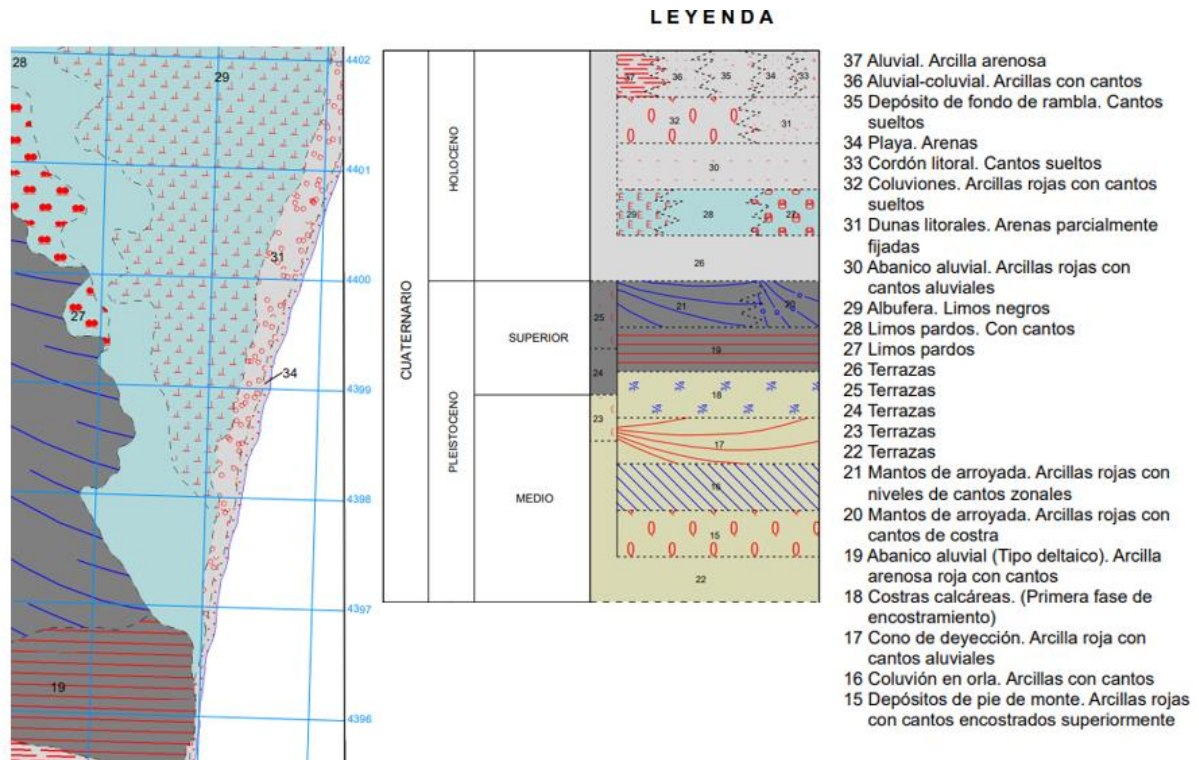


Figura 2. Mapa geológico de España- *Detalle zona de estudio* - Hoja 668 (Sagunt) (IGME, 1980)

3. Geotecnia

Para la realización del estudio geotécnico se ha extraído la información del Mapa Geotécnico General, más concretamente de la hoja 8-7/56 (Valencia), a escala 1:200.000 y de la memoria adjunta a este mapa, situada en la costa oriental de la Península Ibérica abarcando desde el sur de la provincia de Castellón hasta la mitad de la provincia de Valencia.

Dado que el mapa abarca gran superficie de terreno y en este existen zonas con características muy diferenciadas se subdividió en 8 grandes grupos en los que cada uno presentan características litológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas y geotécnicas uniformes. Nuestra zona de estudio pertenece al área I1 que se extiende por el borde oriental de la hoja y a la cual pertenecen las playas mediterráneas, las marismas adosadas al litoral y parte de la tierra de cultivo

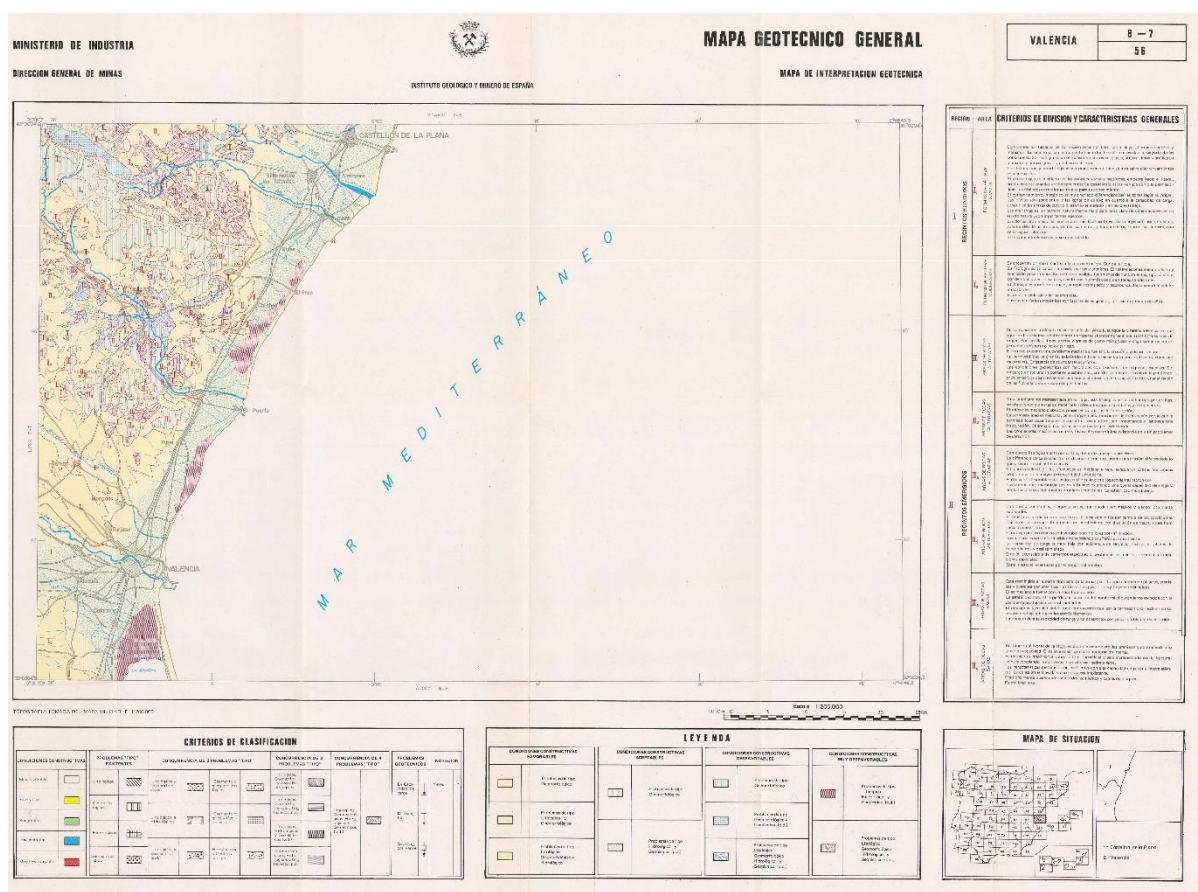


Figura 3. Mapa geotécnico general - Hoja 56 (Valencia) (IGME, 1973)

3.1.Litología

Los principales tipos de rocas son agrupados en base a sus caracteres litológicos fundamentales en dos grandes unidades, las formaciones superficiales y los sustratos. La primera se refiere a los sedimentos poco coherentes o sueltos depositados en tiempos recientes mientras que el Sustrato comprende el complejo de rocas más o menos consolidadas que han sido formadas a lo largo del tiempo.

El área en la que encontramos la zona de estudio tiene una litología de arenas silíceas lavadas que se extiende a lo largo de toda la costa y son las que forman los cordones litorales y playas que desaparece entre la Poble de Farnals y Valencia, luego en las marismas encontramos una mezcla de arenas finas, arcillas y limos.

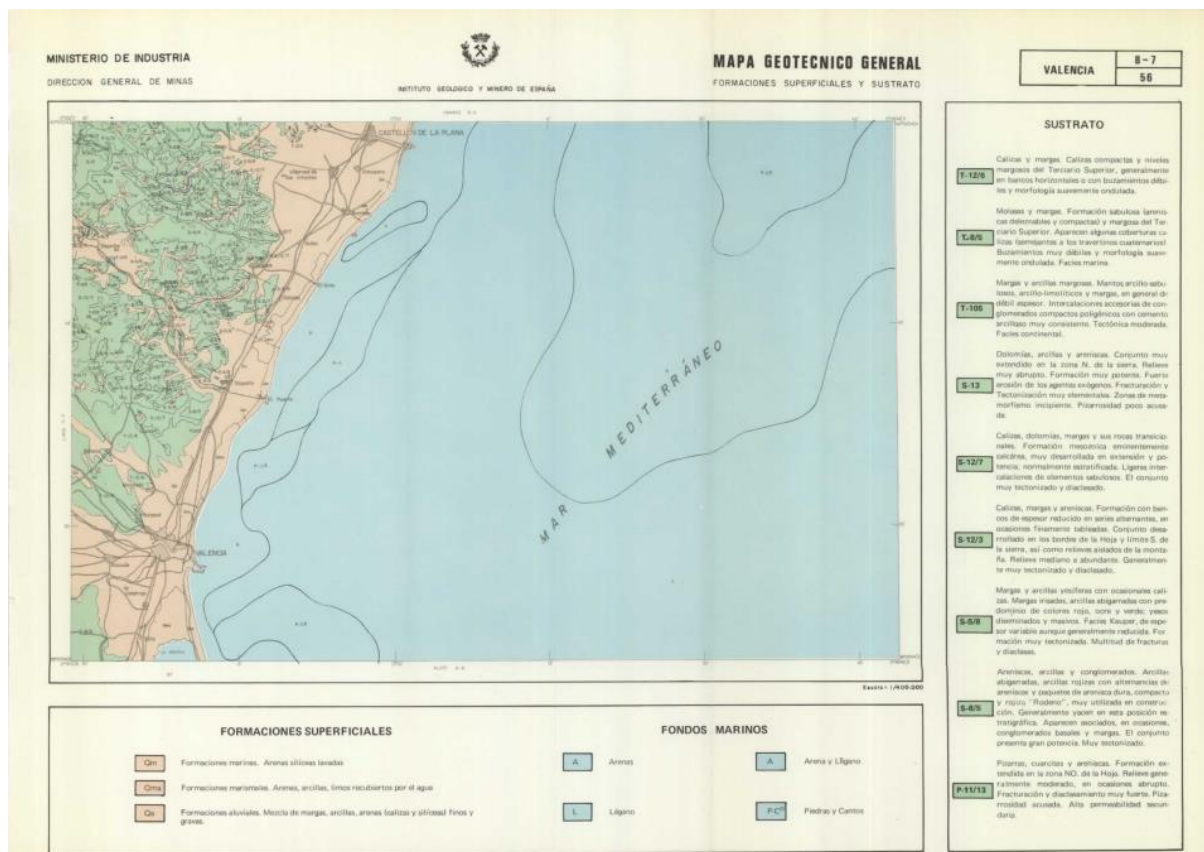


Figura 4. Mapa geotécnico de formaciones superficiales y sustrato (IGME, 1973)

3.2. Geomorfología

El área I1, que es a la que pertenece el tramo de costa sobre el que se va a actuar, presenta relieves sensiblemente llanos, una tectónica inexistente y una pendiente comprendida entre el 0 y el 7 por ciento, con erosión poco intensa.

El único peligro existe cerca de las sierras y en la ribera de los ríos donde se pueden producir abarrancamientos, con todo esto se observa que el terreno es estable frente a la acción natural y la del hombre.

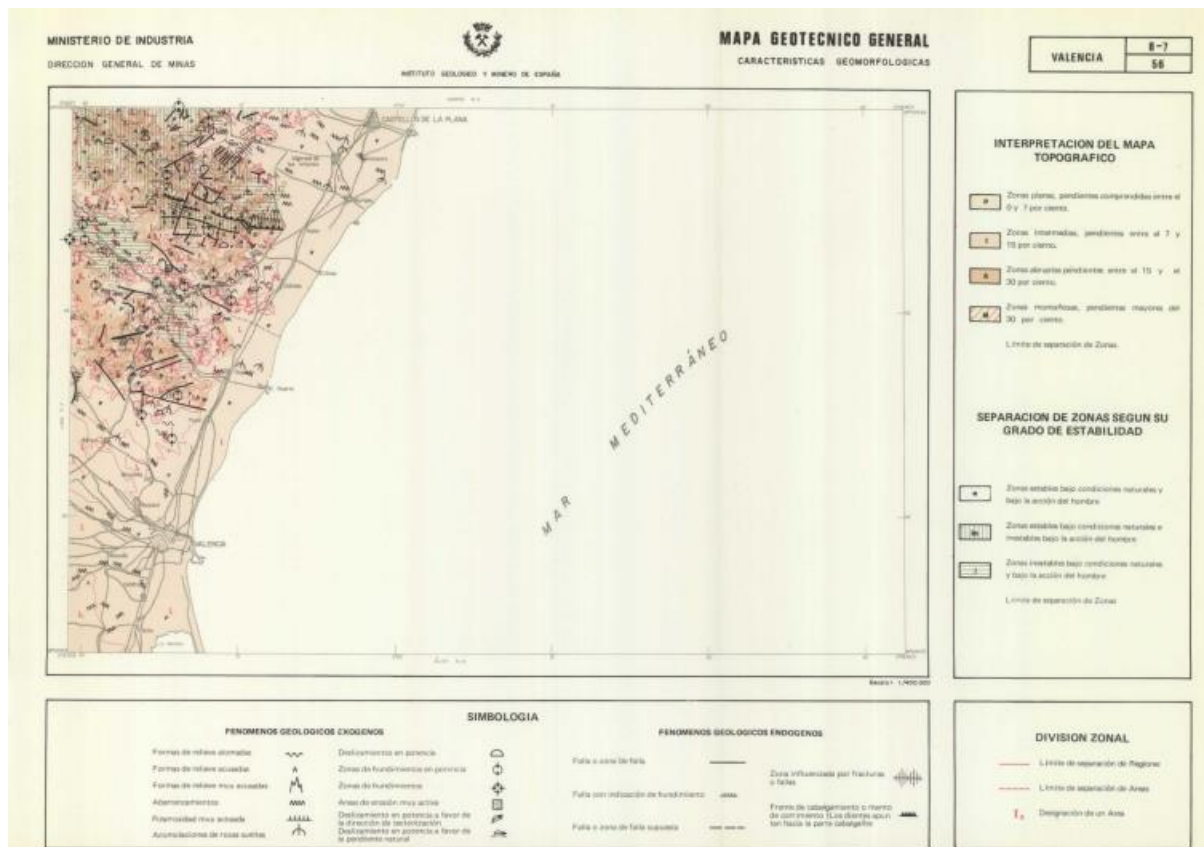


Figura 5. Mapa de características geomorfológicas de la zona (IGME, 1973)

3.3. Hidrogeología

Las características hidrogeológicas en la zona son muy desfavorables en cuanto a drenaje por escorrentía y el drenaje por infiltración es variable en cada punto, teniendo drenaje favorable en la línea de costa y drenaje nulo en la zona de los marjales.

Los acuíferos presentan una gran variación en cuanto a cantidad y a naturaleza, en la zona los acuíferos son permeables debidos a los materiales por los que se encuentran formados.

La permeabilidad es sumamente heterogénea debido a la naturaleza de los materiales ya que existen zonas inundadas como pueden ser las marjales y otras con una permeabilidad muy elevada como son las playas.

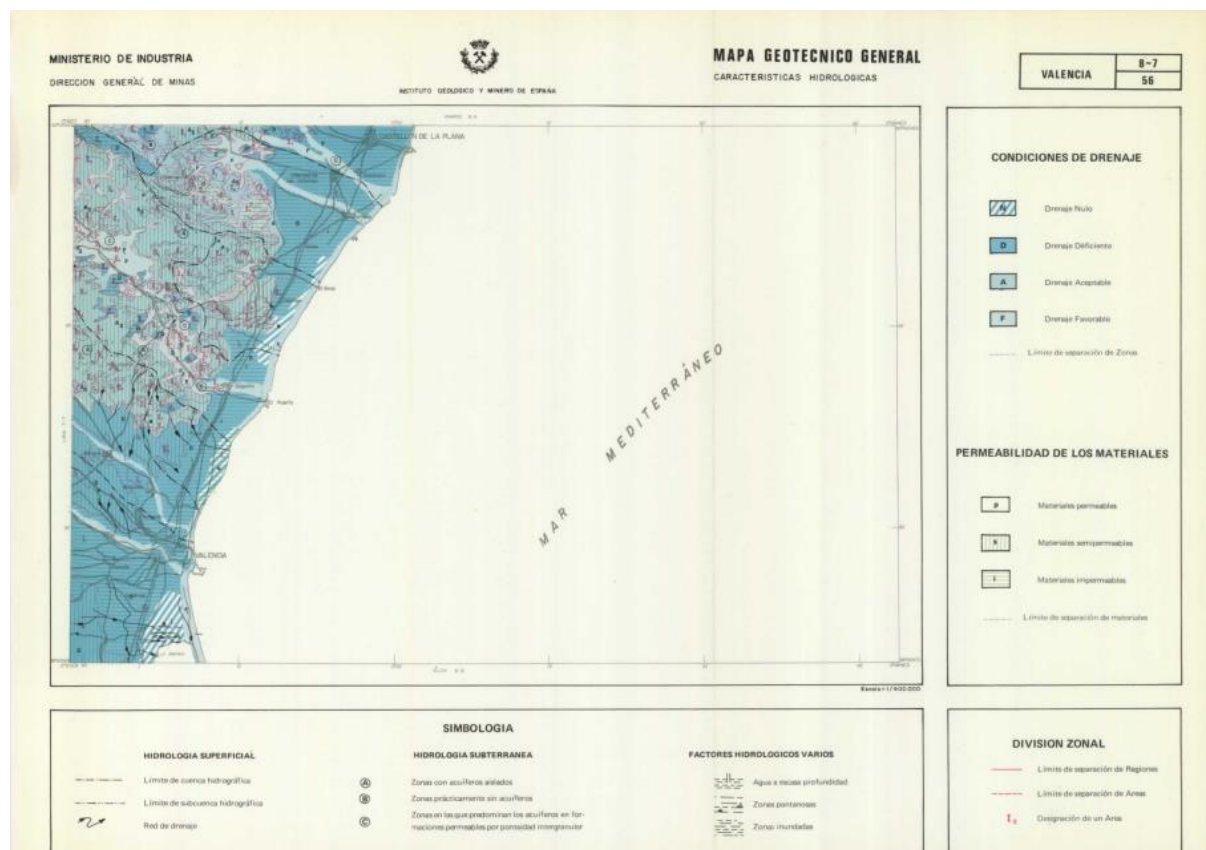


Figura 6. Mapa de características hidrogeológicas de la zona (IGME, 1973)

3.4. Características geotécnicas

En este apartado se analizan las propiedades principales de los suelos que definen su comportamiento cuando se solicitan a esfuerzos, siendo estas la resistencia y la compresibilidad las cuales son función de la naturaleza litológica.

En el área correspondiente a la zona de estudio existen cuatro zonas perfectamente diferenciadas por su composición litológica, siendo esta la que definirá las características geotécnicas de cada una, de las cuales solo afectarán tres al proyecto siendo las siguientes:

- **Playas:** formadas por arenas silíceas lavadas, tienen una capacidad de carga media, una cohesión y corrosión nula, en cuanto a los asientos que puede padecer presenta un asiento instantáneo medio, el asiento edométrico es nulo y el total bajo. Presenta riesgos de socavaciones en la base de las fundaciones, taludes muy tendidos y un fácil movimiento de tierras.
- **Marismas:** la litología de esta zona corresponde a arenas, arcillas y limos recubiertos de agua, en estado natural este tipo de terreno es inaprovechable ya que tiene una capacidad de carga muy baja, los asientos son muy elevados, teniendo además una cohesión nula y corrosión media.
- **Tierras de cultivo cercanas:** compuestas por depósitos sueltos ricos en finos y pobres en elementos granulares poseen una capacidad de carga media, asiento total elevado, siendo el instantáneo medio y el edométrico elevado, baja cohesión con corrosión nula. Por lo general tienen un fuerte espesor de la capa vegetal y su movimiento de tierras es sencillo.

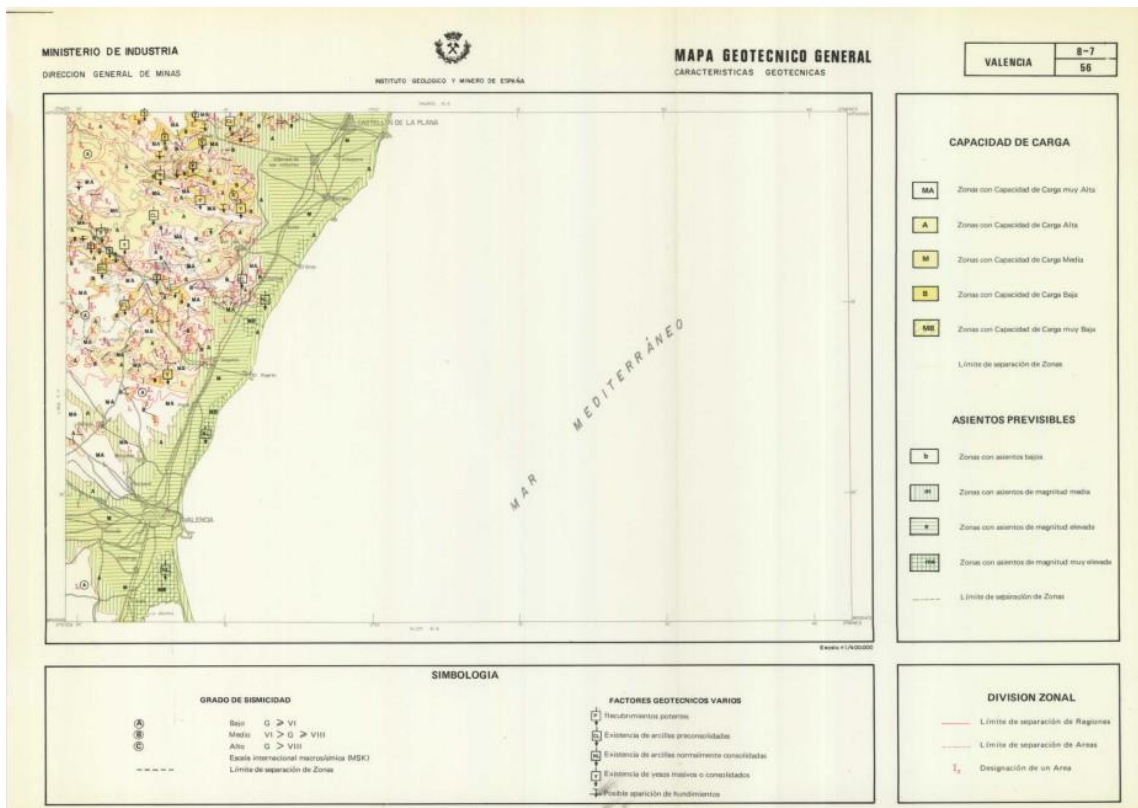


Figura 7. Mapa características geotécnicas de la zona (IGME, 1973)

3.5. Condiciones constructivas

Este apartado evalúa la idoneidad del terreno para recibir estructuras tomando en consideración todo lo visto anteriormente, la clasificación dependerá tanto del número de problemas coincidentes como de la importancia de cada uno. Teniendo esto en cuenta los terrenos con los que contamos se clasificarán en:

- **Favorables:** a este grupo pertenecen las playas, encontrando en ellas problemas de tipo morfológico. Presentan un buen drenaje y ausencia de pendientes y de erosión pero su cohesión casi nula puede dar lugar a la formación de socavones, por ello es conveniente eliminar las corrientes freáticas que los causan. La puesta en carga debe realizarse de forma lenta evitando así los riesgos del asiento instantáneo y dada la baja cohesión hay que cuidar lo máximo posible la ejecución de taludes y diques de tierra.

- **Aceptables:** la región incluida en este apartado constituye la llanura sobre la que están asentados los mayores núcleos urbanos de la región, presentando problemas hidrogeológicos y geotécnicos. Sus condiciones generales son una capacidad de carga media, asientos elevados y drenaje desfavorable, no obstante pueden variar puntualmente.
- **Muy desfavorables:** integradas en este apartado encontramos las marismas, con problemas de tipo litológico, hidrogeológico y geotécnico, ya que es una zona incompetente para soportar fundaciones en su estado natural. Para poder aprovechar este tipo de terreno sería necesario aplicar algún tipo de técnica de mejora del terreno, en este caso la consolidación por precarga podría dar buenos resultados aunque sin auxilio de drenes de arena puede variar su resultado.

4. Sedimentología

Para realizar este apartado se ha obtenido la información de un estudio realizado por la empresa Tecnoambiente en julio de 2020, en el cual realizaron un muestreo para caracterizar la calidad de sedimentos marinos y la caracterización de la granulometría en la zona emergida.

Para el estudio se tomaron 9 muestras en zona sumergida y 12 en zona emergida distribuidas a lo largo de los 3 perfiles, además se tomaron 3 catas superficiales para determinar el espesor de las gravas acumuladas.



Figura 8. Ubicación de las muestras tomadas

La localización de las muestras tomadas es la siguiente:

Estación	X	Y	Estación	X	Y
ByG 1	741401	4399829	Z18_0	740026	4396106
ByG 2	741181	4398133	Z18_sup	740011	4396108
ByG 3	740826	4396329	Z18_estrán	739961	4396110
ByG 4	740128	4394641	Z18_Vegetación	739923	4396113
ByG 5	741041	4399019	Z19_0	740248	4397987
ByG 6	740569	4397243	Z19_sup	740241	4397989
ByG 7	740351	4395468	Z19_estrán	740220	4397993
ByG 8	740479	4398258	Z19_Vegetación	740192	4397998
ByG 9	740174	4396356	Z20_0	740801	4400080
Cata 1	740760	4400094	Z20_sup	740797	4400081
Cata 2	740639	4399617	Z20_estrán	740763	4400092
Cata 3	740214	4397989	Z20_Vegetación	740741	4400096

Las muestras emergidas del perfil Z18 correspondiente a la playa de Canet indicaban que esta se compone de arenas finas, con un d_{50} entre 0,17 y 0,20 mm y porcentajes de finos menores al 1,5%. Por otro lado los perfiles Z19 y Z20, que pertenecen a la playa de Almardà y Corinto respectivamente, tenían un sedimento compuesto principalmente por gravas que cambiaban a arenas medias según se avanzaba al interior de la playa con un d_{50} de 0,28 y 0,41 mm.

Tamaño	ZC18 0m	ZC18 sup	ZC18 estran	ZC18 vegetal	ZC19 0m	ZC19 sup	ZC19 estran	ZC19 vegetal	Z20 0m	Z20 sup	Z20 estran	Z20 vegetal
2	0,1	0,01	0,01	0,05	77,8	95,7	9,2	56,0	80,4	56,4	86,0	1,0
1,4	0,1	0,01	0,01	0,05	2,0	4,1	0,3	5,1	4,2	9,9	0,2	0,4
1	0,1	0,01	0,01	0,05	2,0	0,02	0,60	4,3	1,7	6,2	0,2	2,5
0,7	0,1	0,01	0,01	0,05	0,90	0,02	0,90	2,6	1,00	7,1	0,2	9,2
0,6	0,1	0,02	0,02	0,1	0,7	0,02	0,3	1,0	0,05	2,6	0,2	4,9
0,5	0,1	0,02	0,02	0,1	0,6	0,02	1,9	1,3	0,70	7,3	0,2	16,8
0,35	0,1	0,02	0,02	0,1	0,80	0,02	9,5	4,7	2,7	8,0	1,6	25,6
0,25	10,2	2,5	1,4	4,8	4,0	0,02	39,8	10,9	3,7	4,3	3,3	23,4
0,18	52,8	40,0	34,6	48,6	7,0	0,02	28,1	9,0	2,9	1,3	3,4	11,3
0,12	30,8	51,3	55,8	43,3	3,0	0,02	7,4	1,4	0,60	0,05	3,0	3,9
0,063	3,9	4,9	7,1	2,8	0,5	0,02	0,90	0,70	2,0	0,05	1,0	0,4
finos	1,6	1,2	1,0	< 0,5	0,70	0,02	1,1	3,0	0,05	0,80	0,70	0,60
moda	AF	AF	AF	AF	G	G	AM	G	G	G	G	AM
D50	0,20	0,17	0,17	0,19	> 2	> 2	0,28	> 2	> 2	> 2	> 2	0,41

Figura 9. Granulometría del sedimento de la zona emergida

En cuanto a las muestras sumergidas, su distribución granulométrica es muy homogénea, los valores de d50 oscilan entre 0,11 y 18 mm con porcentajes de finos muy bajos (<5%) y el valor modal correspondiente a arenas finas o muy finas.

Tamaño	ByG1	ByG2	ByG3	ByG4	ByG5	ByG6	ByG7	ByG8	ByG9
2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05
1,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05
1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5
0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,70
0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	2,0
0,35	0,1	0,2	0,1	0,3	2,4	0,2	0,2	1,1	2,9
0,25	0,1	0,3	0,1	1,7	0,70	0,3	1,1	4,5	9,0
0,18	2,2	2,5	2,9	10,5	42,7	7,2	9,8	21,2	33,2
0,12	50,4	29,8	46,7	56,4	33,7	54,3	49,7	51,7	43,0
0,063	43,6	66,5	45,7	26,1	14,9	32,8	35,9	17,5	5,8
finos	3,0	0,1	3,9	4,3	4,8	4,5	2,7	3,2	1,7
moda	AF	AMF	AF	AF	AF	AF	AF	AF	AF
D50	0,13	0,11	0,13	0,14	0,17	0,14	0,14	0,16	0,18

Figura 10. Granulometría del sedimento de la zona sumergida



5. Conclusión

El presente anejo ha permitido conocer las características físicas del entorno, se trata de una parte fundamental ya que a partir de este se sabrá el comportamiento del terreno frente a diferentes situaciones tanto de carga como a ambientes que pueda ser expuesto. Además da información acerca del tamaño del sedimento del tramo de costa facilitando su clasificación.

6. Bibliografía

IGME, 1980. Cartografía geológica hoja 668. Serie MAGNA 50. Escala 1:50.000

IGME, 1974. Mapa Geotécnico general. Valencia Hoja 8-7/56

Grupo Amper, 2020. Proyecto de regeneración de las playas de Canet, Almardà, Corinto y Malvarrosa, de los términos municipales de Canet d'en Berenguer y Sagunto (Valencia).

ANEJO 5

CARACTERÍSTICAS DE LOS FONDOS



Índice

1. Introducción.....	2
2. Comunidades bionómicas	3
3. Morfología y Comunidades marinas	6
4. Conclusión	10
5. Bibliografía.....	11



1. Introducción

En el siguiente anejo se definirán los materiales que forman el fondo marino del tramo de estudio y las comunidades marinas que podremos encontrar en él.

2. Comunidades bionómicas

La información en este apartado pertenece a un estudio realizado por la empresa TECNOAMBIENTE para el proyecto de "REGENERACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDÁ, CORINTO Y MALVARROSA DE LOS TT.MM. DE CANET D'EN BERENGUER Y SAGUNTO (VALENCIA)" en el año 2021. En dicho estudio se llevo a cabo una cartografía bionómica de los fondos mostrando así las comunidades biológicas existentes y el lugar que ocupan estas.

Gracias a las observaciones realizadas en campo y a las filmaciones con video remolcado se han podido distinguir las siguientes biocenosis en la zona:

- Biocenosis de arenas supralitorales mediterráneas / AS
- Biocenosis de arenas mediolitorales mediterráneas /AM
- Biocenosis de arenas finas de superficie mediterráneas / AFS
- Biocenosis de arenas finas mediterráneas bien calibradas / ABC
- Biocenosis de roca supralitoral / RS
- Biocenosis de roca mediolitoral superior / RMS
- Biocenosis de roca mediolitoral interior / RMI
- Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas / AI
 - Comunidad de algas fotófilas en ambiente batido (AFIB)
 - Comunidad de algas esciáfilas en ambiente calmo (AEIC)
- Comunidad de *Cymodocea nodosa* / CY

A continuación se ofrecen imágenes de diferentes comunidades bionómicas de la zona y un plano cartografiado detallado de donde se encuentran.



Figura 1. Parche de *Cymodocea nodosa*



Figura 2. Transición de comunidad AFS a ABC



Figura 3. Comunidad AEIC

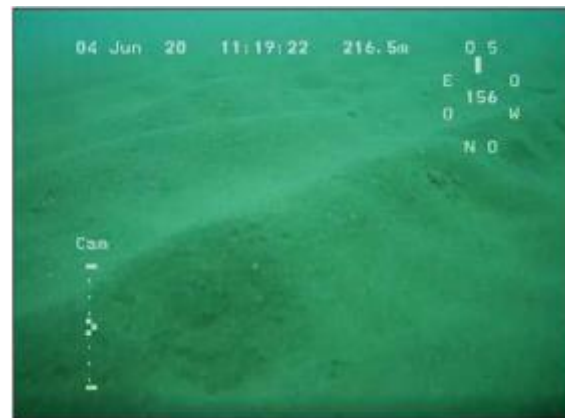


Figura 4. Comunidad ABC



Figura 5. Comunidades Bionómicas en la zona de estudio (Cotas en metros referenciadas a N.M.M.A.)

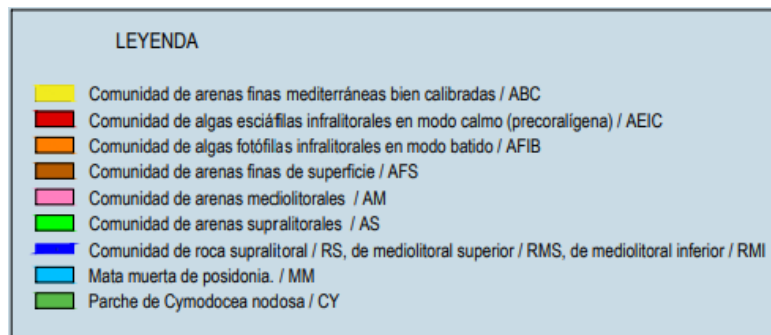


Figura 6. Leyenda de las comunidades bionómicas

3. Morfología y Comunidades marinas

De la página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) se extrajo tanto la información de la morfología del fondo como las comunidades marinas que lo habitan, esta información proviene del Plan de Ecocartografías del litoral español realizado por el MITECO en los años 2006 y 2007.

Las comunidades marinas encontradas han sido las siguientes:

- Comunidad de Arenas Finas de Altos Niveles: están presentes en los primeros metros de playa sumergida no llegando a alcanzar los 2m de profundidad.
- Comunidad de Arenas Finas Bien Calibradas: estas las podemos encontrar a lo largo de todo el tramo de costa, abarcan hasta los 6-7 m de profundidad en las playas de Corinto y Almardá y hasta los 8-12 m en la playa de Canet de Berenguer
- Pradera de Caulerpa prolifera: abarca gran parte del fondo, se encuentra seguida de la comunidad de arenas finas bien calibradas y se extiende hasta profundidades de 18m y 25m en algunas zonas, existen también superficies aisladas de esta a cotas de -22 m y -30m. Se trata de una especie de alga verde que crece rápidamente y forma una masa de vegetación en arenales superficiales o poco profundos del mar.
- Comunidades de Algas Fotófilas Infralitorales en Régimen Calmo: es la siguiente gran comunidad en el fondo de la zona de actuación, esta se puede encontrar a partir de la cota -18 m en las playas del TM de Sagunto y llega hasta profundidades de 32 m, en el TM de Canet de Berenguer aparece a los 23 de profundidad y alcanza hasta los 32m en algunas zonas.
- Comunidad de Fondos Detríticos Enfangados: abarca desde el final de las algas fotófilas hasta los 40m de profundidad que es la última línea batimétrica de la que se tiene registro.
- Pradera de Cymodocea nodosa: existen pequeñas zonas frente a las playas de Corinto y Almarda, se trata de una hierba que se desarrolla en substratos generalmente pedregosos, arenosos o fangosos.
- Pradera de Posidonia oceánica: se trata de una planta endémica del Mediterráneo que tiene un gran papel en el ecosistema marino ya que sirve de refugio y alimento para una gran cantidad de animales marinos.
- Pradera de Caulerpa racemosa: especie de alga verde procedente del Mar Rojo que en el año 1990 fue considerada especie invasora en el Mediterráneo.

- Comunidad de Algas Esciáfilas Infralitorales en régimen calmo: se encuentran en mucha menor medida que las algas fotófilas, solo hay un par de comunidades en toda la zona de actuación.
- Sustratos duros no vegetados

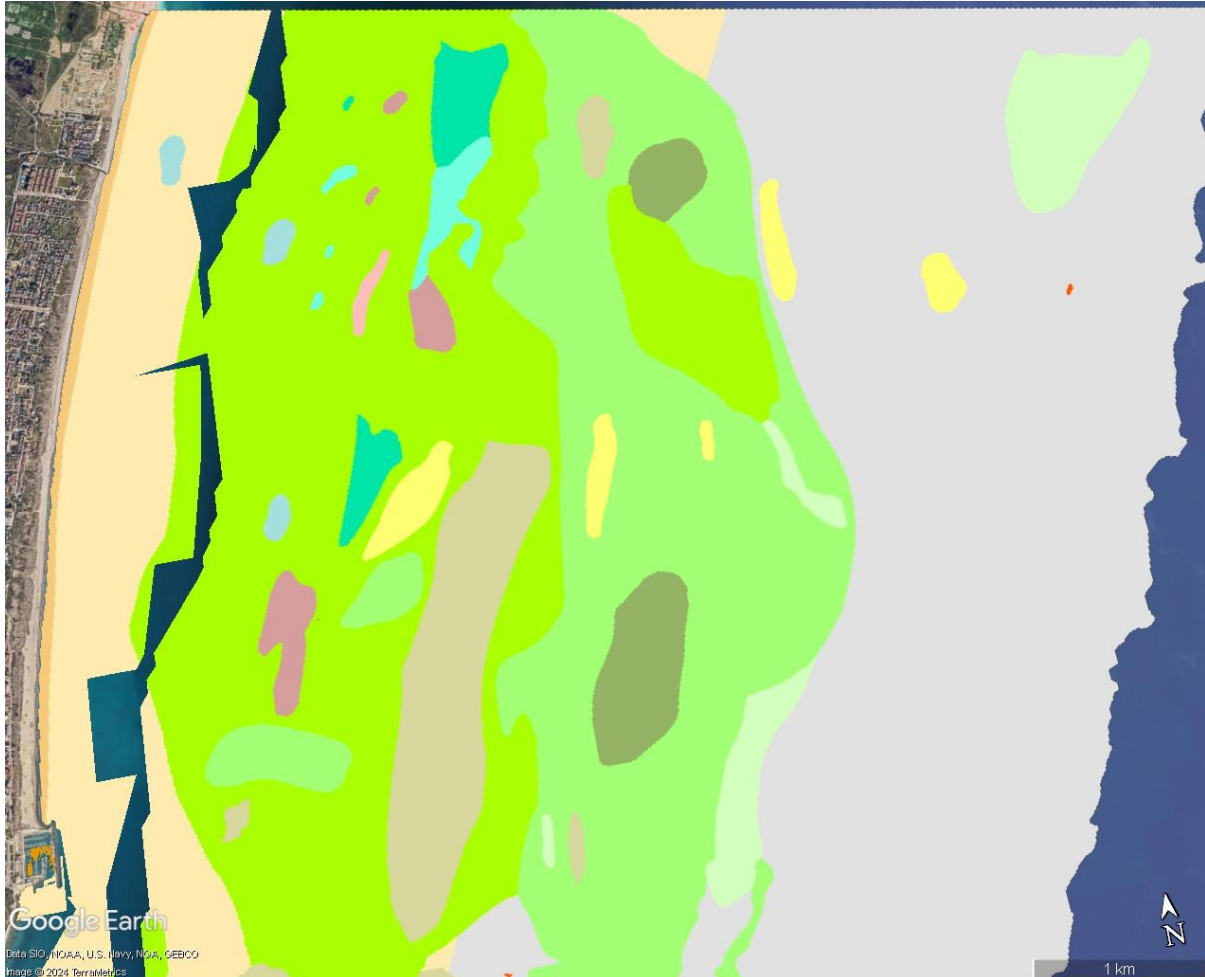


Figura 7. Comunidades oceánicas en las playas de Corinto, Almadá y Canet de Berenguer (MITECO, 2007)

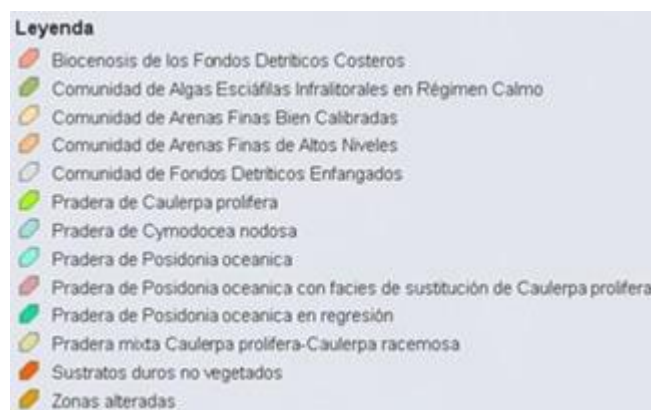


Figura 8. Leyenda de las comunidades marinas y fondos existentes (MITECO, 2007)

En cuanto a las unidades morfológicas por las que se componen los fondos tenemos:

- Sedimentos no consolidados medio finos
- Sedimentos no consolidados muy finos
- Vegetación de alta densidad
- Bolos y/o bloques y/o encostramientos
- Afloramientos rocosos masivos

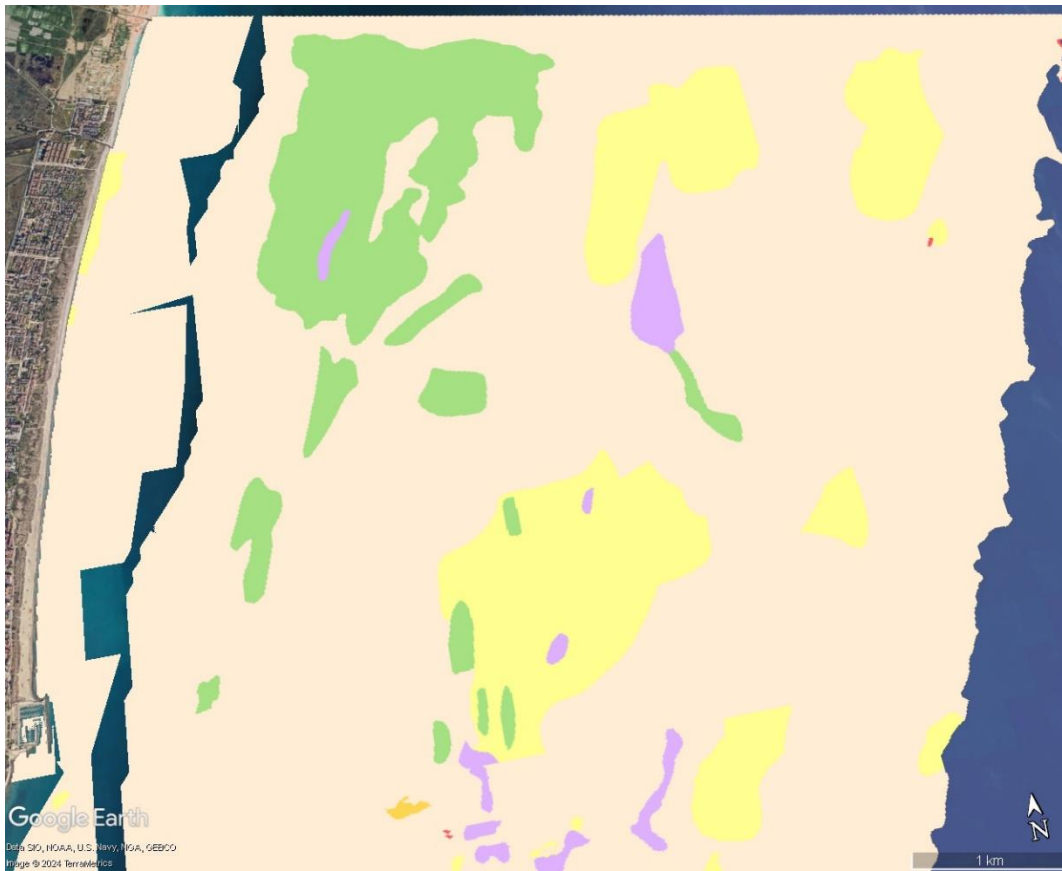


Figura 9. Morfolgía del fondo de las playas de Corinto, Almardá y Canet de Berenguer (MITECO, 2007)

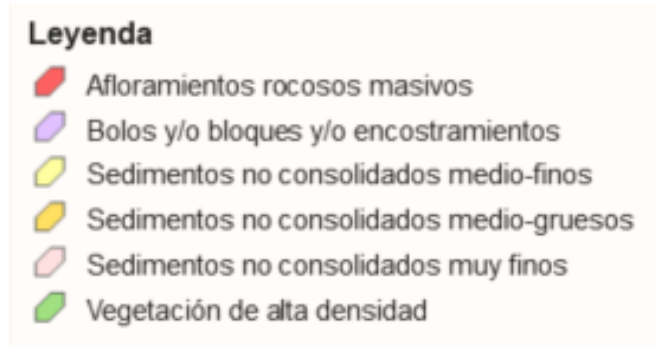


Figura 10. Leyenda de las unidades morfológicas existentes (MITECO, 2007)



4. Conclusión

Concluido el anejo, de este se ha podido conocer en que puntos del fondo existen comunidades marinas de interés especial que habrá que tener en cuenta a la hora de proyectar la solución para evitar que se vean perjudicadas.

5. Bibliografía

MITECO, 2013. Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras
https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/caulerpa_racemosa_2013_tcm30-69787.pdf

MITECO, 2007. Ecocartografía de Valencia (WWW Document). URL
<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-valencia.html>

Grupo Amper, 2020. Proyecto de regeneración de las playas de Canet, Almardà, Corinto y Malvarrosa, de los términos municipales de Canet d'en Berenguer y Sagunto (Valencia).

ANEJO 6
CLIMA MARÍTIMO



Índice

1. Introducción.....	2
2. Oleaje	4
2.1. Régimen medio.....	4
2.2. Régimen extremal	7
3. Viento	9
4. Niveles de marea	12
5. Conclusión.....	16
6. Bibliografía	17

1. Introducción

El objetivo del presente anejo es describir las condiciones meteoceanicas en la zona de actuación que comprende las playas de Corinto, Almardà y Canet de Berenguer.

La caracterización del clima marítimo es fundamental para el desarrollo del proyecto ya que a partir de este será posible estudiar la evolución y el comportamiento del litoral de la zona de actuación cosa que nos permitirá establecer las medidas necesarias que mejor se adapten a la situación existente.

Los parámetros que deberán estudiarse para conocer el comportamiento del mar en la zona son:

- Oleaje
- Viento
- Marea

La información para este anejo es proporcionada por Puertos del Estado, siendo esta la fuente de datos con mayor importancia y fiabilidad para las costas españolas, donde encontramos datos REDEXT y datos SIMAR que nos ayudaran con el análisis del oleaje.

Los datos REDEXT se obtienen de la Red de Boyas de Aguas Profundas las cuales se caracterizan por estar fondeadas lejos de la línea de costa generando información cada hora desde el año 2005. Las series de datos SIMAR fueron desarrolladas en conjunto con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) formando series temporales de parámetros de oleaje y viento procedentes del modelado numérico, dado que el modelo incluye efectos de refracción y asomeramiento para el uso práctico debe interpretarse como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.

Los datos de viento serán obtenidos del mismo nodo SIMAR que se utilice en la medición del oleaje y la información acerca del nivel del mar será tomada del mareógrafo perteneciente a la REDMAR (Red de Mareógrafos de Puertos del Estado) ubicado en Puerto de Sagunto cuyas medidas están referidas al cero del mareógrafo.

Además, la ROM 0.3-91 Oleaje el Anejo I que trata acerca del clima marítimo en el litoral español ofrece una zonificación del litoral y fija la metodología de determinación del Clima marítimo en cada una de las zonas diferenciadas.

La zona de actuación, perteneciente al litoral de la Comunidad Valenciana, se encuentra situada en el Área VII.

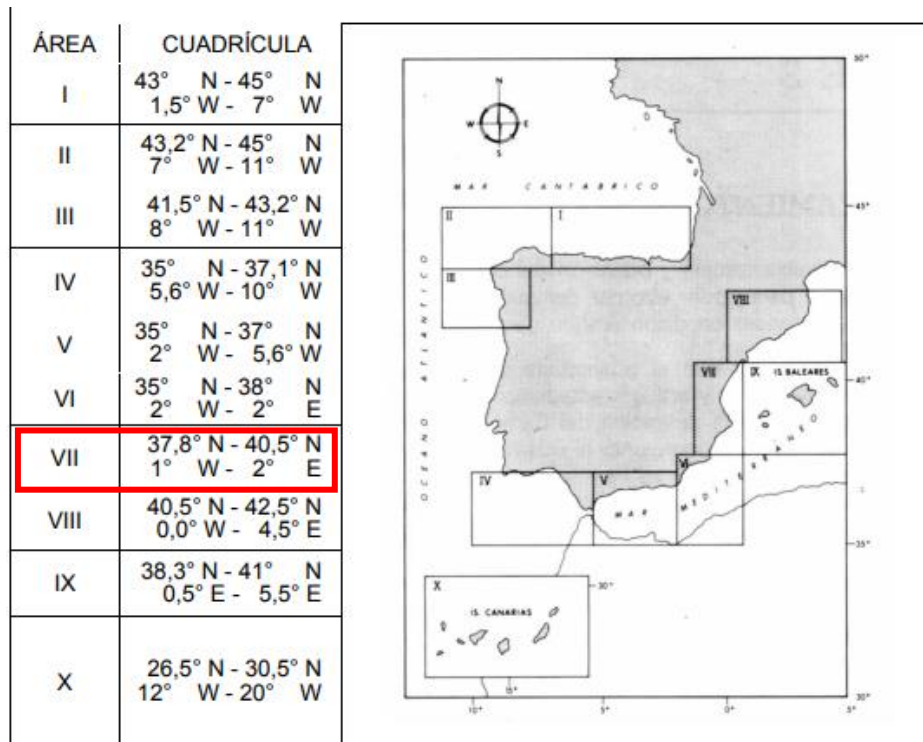


Figura 1. Zonificación del litoral español a efectos de caracterización del clima marítimo

La metodología que utiliza está basada en el análisis estadístico de la información procedente de datos visuales de oleaje en aguas profundas con información direccional y de datos instrumentales escalares de oleaje registrados por las boyas de medida que pertenecen a REMRO. Analizando conjuntamente la información la definición del Clima Marítimo en Litoral Español se lleva a cabo obteniendo:

- Distribución conjunta Altura de Ola Visual/Dirección, en forma de Rosas de Oleaje de forma independiente para los sucesos Sea y Swell, agrupando datos en sectores de 22,5° de amplitud
- Frecuencias de presentación sectoriales
- Análisis estadístico Unidimensional de la variable altura de ola significativa o visual para situaciones de Regímenes Medios y Regímenes Extremales.
- Análisis Estadístico Bidimensional altura de ola significativa/periodo medio, y periodo medio/periodo pico, para condiciones de temporal
- Análisis Estadístico Espectral orientado a la obtención de una estructura espectral escalar básica del oleaje, representativa del mismo para condiciones de temporal.

2. Oleaje

Para la caracterización del oleaje se utilizará la información proporcionada por el punto SIMAR 2082116 ubicado en aguas profundas a la altura del puerto de Siles.

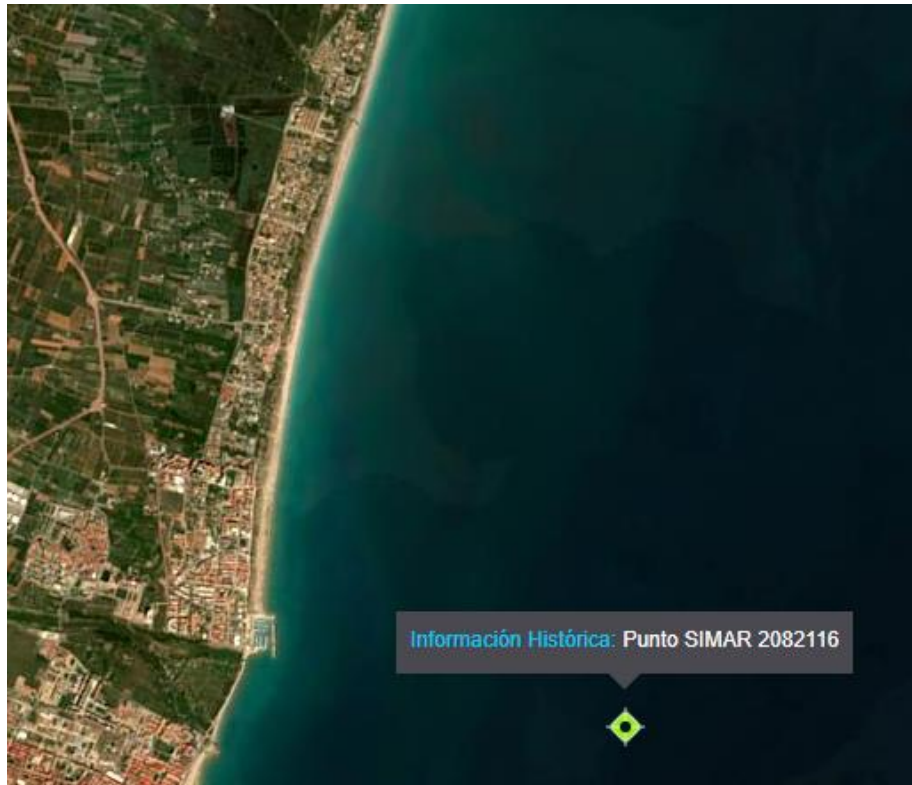


Figura 2. Ubicación del Punto SIMAR

2.1. Régimen medio

La distribución del régimen medio representa la probabilidad de no excedencia de un valor particular de la variable climática en un periodo de tiempo de un año medio. Refiriéndonos a altura de ola significativa, representa el tiempo en un año medio en el cual la altura de ola significativa no excede un valor concreto.

Para la completa caracterización del régimen medio se han obtenido las distribuciones de probabilidad que mejor representan cada variable (altura de ola significativa y periodo pico) y se ha realizado un análisis bivariado a partir de las rosas direccionales de altura de ola y periodo de pico y las tablas de distribución conjunta $H_s - T_p$ y H_s -Direcc.

El análisis bivariado permitirá dar a conocer como se distribuye la altura de ola en los diferentes periodos del oleaje y la distribución direccional de estos dos parámetros.

Con la rosa direccional de altura de ola significativa y la de periodo pico se puede observar que las direcciones principales de incidencia son E con un 26% de frecuencia de presentación, ESE con un 19,5% de frecuencia y SE siendo su frecuencia 19,9%.

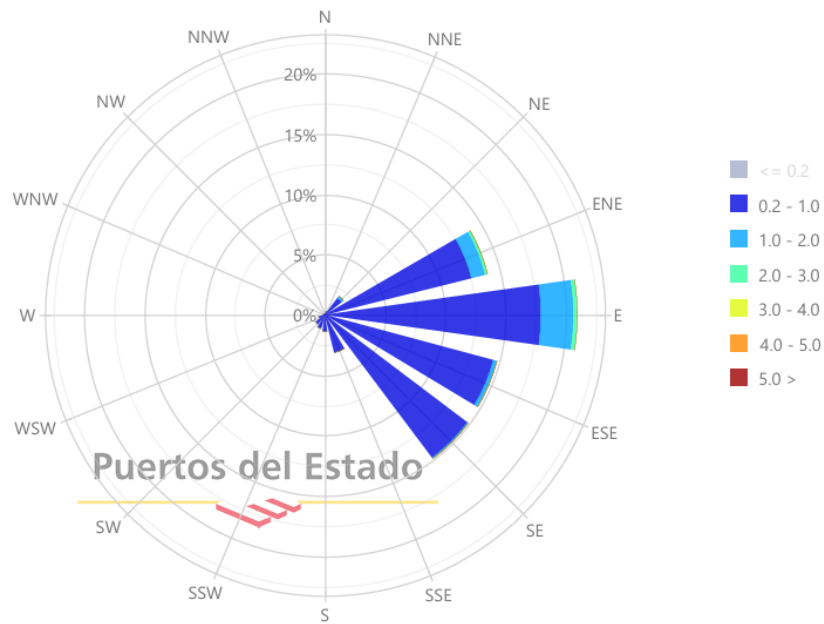


Figura 3. Rosa de Altura Significante (m) para Oleaje - Punto SIMAR 2082116

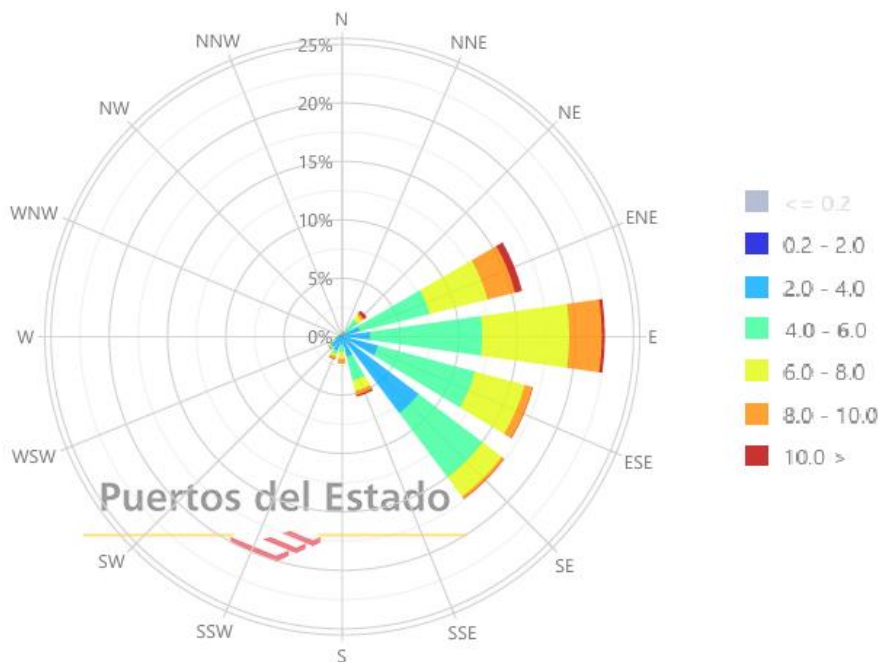


Figura 4. Rosa de Periodo de Pico (s) para Oleaje - Punto SIMAR 2082116

También se tienen las distribuciones conjuntas de altura de ola-periodo Tam pico y dirección-altura de ola.

Oleaje Punto SIMAR 2082116 Hs vs Tp 1958 - 2024													
Eficacia: 98.93%	Periodo de Pico (s)											Total	
	<= 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	10.0 >		
Altura Significante (m)	<= 0.5	-	0.568	7.709	13.435	15.245	14.231	7.953	4.185	2.504	1.082	0.281	67.191
	1.0	-	0.000	0.221	2.926	4.776	5.896	6.089	3.480	1.965	0.972	0.522	26.847
	1.5	-	-	0.000	0.024	0.175	0.599	1.031	0.854	0.738	0.493	0.319	4.232
	2.0	-	-	-	0.000	0.007	0.032	0.188	0.304	0.278	0.221	0.153	1.182
	2.5	-	-	-	-	-	0.001	0.016	0.096	0.122	0.084	0.061	0.380
	3.0	-	-	-	-	-	-	0.001	0.013	0.048	0.036	0.022	0.119
	3.5	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.010	0.010	0.012	0.032
	4.0	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.001	0.003	0.005	0.009
	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.003	0.003

Tabla 2. Distribución conjunta de altura de ola y periodo

Oleaje Punto SIMAR 2082116 Anual Hs/Tp vs Direccion 2023															
Eficacia: 99.59%	Altura Significante (m)													Total	
	<= 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.0 >			
Dir *	N	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NNE	22.5	0.023	0.195	0.057	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.275
	NE	45.0	0.401	1.593	1.811	0.206	-	-	-	-	-	-	-	-	4.012
	ENE	67.5	1.066	8.104	11.829	3.611	1.135	0.344	0.264	0.309	-	-	-	-	26.662
	E	90.0	0.688	7.646	6.018	0.493	0.103	0.126	0.034	-	-	-	-	-	15.108
	ESE	112.5	2.533	10.328	4.172	0.241	-	-	-	-	-	-	-	-	17.274
	SE	135.0	1.616	10.087	7.325	0.573	0.057	-	-	-	-	-	-	-	19.658
	SSE	157.5	0.642	1.983	1.800	0.481	0.057	0.023	-	-	-	-	-	-	4.986
	S	180.0	0.264	1.880	1.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.175
	SSW	202.5	0.229	3.038	1.696	0.115	-	-	-	-	-	-	-	-	5.078
	SW	225.0	0.378	2.006	0.825	0.115	-	-	-	-	-	-	-	-	3.324
	WSW	247.5	0.023	0.126	0.138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.287
	W	270.0	0.011	0.023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.034
	WNW	292.5	-	0.034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.034
	NW	315.0	0.011	0.057	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.069
	NNW	337.5	0.011	0.011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.023
Total		7.898	47.111	36.703	5.834	1.353	0.493	0.298	0.309	-	-	-	-	100%	

Tabla 1. Distribución conjunta de dirección y altura de ola

A partir de estas tablas se puede conocer que la altura de ola significativa más frecuente corresponde a $H_s (m) \leq 0,5$ con periodos pico asociados en el rango $0,4 < T_p (s) < 6$, dándose con una frecuencia del 15,245%. La mayoría de olas presentarán una altura significativa $\leq 1,5m$ debido a que este grupo forman el 98,27% del oleaje en la zona, por otro lado las alturas de ola con mayor energía se dan en periodos superiores a 10 s que representan el 1,382% del oleaje ocurriendo con mayor frecuencia con alturas de ola significativa de 1 m.

En cuanto a la distribución de dirección y altura de ola, se presenta con mayor frecuencia el oleaje con altura de ola de 1 m con dirección ENE, teniendo una frecuencia de presentación de 11,829%. El 78,729% del oleaje proviene del ENE, E, ESE y SE siendo el mas energético el proveniente de ENE.

Gracias al proyecto de "REGENERACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDÁ, CORINTO Y MALVARROSA DE LOS TT.MM. DE CANET D'EN BERENGUER Y SAGUNTO (VALENCIA)" se obtuvieron parámetros característicos del régimen medio de oleaje, estos fueron obtenidos realizando una distribución Lognormal de los datos del punto SIMAR.

Parámetros	Datos SIMAR
$H_{s,12}$ (m)	2.44
$H_{s,50}$ (m)	0.31
$T_{p,12}$ (s)	8 – 10
$T_{p,50}$ (s)	4 – 6

Tabla 3. Parámetros característicos del régimen medio del oleaje

Siendo $H_{s,12}$ y $T_{p,12}$ la altura de ola significativa y el periodo pico que corresponde a una probabilidad de no excedencia del 0,99863 (valor no superado mas de 12 horas al año). Los otros valores $H_{s,50}$ y $T_{p,50}$ representan la altura de ola significativa y el periodo pico medio con una probabilidad de excedencia del 50%.

2.2. Régimen extremal

El régimen extremal es una función estadística de valores extremos para una variable determinada cuya respuesta es la probabilidad de que un valor sea excedido durante un periodo de tiempo dado (periodo de retorno).

El análisis permite conocer las condiciones de oleaje futuro más probables, mediante la distribución Gumbel I se ha permitido simplificar las probabilidades de ocurrencia al periodo de retorno. La distribución extremal de la altura de ola significativa con banda del intervalo de confianza del 90% queda sería la siguiente.

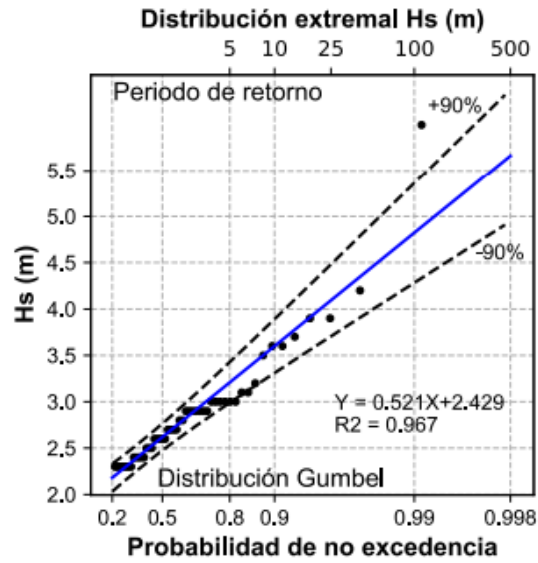


Figura 5. Distribución extremal de altura de ola significativa

Los valores de altura de ola asociados a distintos periodos de retorno son los que se presentan en la Tabla 4.

Periodo de retorno (años)	H_s (m)	T_p (s)	Banda superior (I.C. 90%)	
			H_s (m)	T_p (s)
5	3.21	8 - 10	3.43	8 - 10
10	3.60	10 - 12	3.89	10 - 12
25	4.09	10 - 12	4.48	10 - 12
50	4.46	10 - 12	4.92	10 - 12
100	4.82	10 - 12	5.36	12 - 14
200	5.19	12 - 14	5.80	12 - 14
500	5.66	12 - 14	6.38	12 - 14

Tabla 4. Altura de ola extremal y periodo de pico para diferentes periodos de retorno

3.Viento

La caracterización del viento permite conocer cuales son las direcciones que dominan en la zona de actuación, mediante un análisis estadístico de los datos proporcionados por el nodo SIMAR 2082116 se muestran los parámetros de viento más representativos.

El parámetro analizado fue la velocidad del viento, a través de la rosa de viento se puede conocer las direcciones principales de procedencia de este las cuales son NNE, NE y SE con una probabilidad de ocurrencia de 7,954%, 7,431% y 6,928% respectivamente.

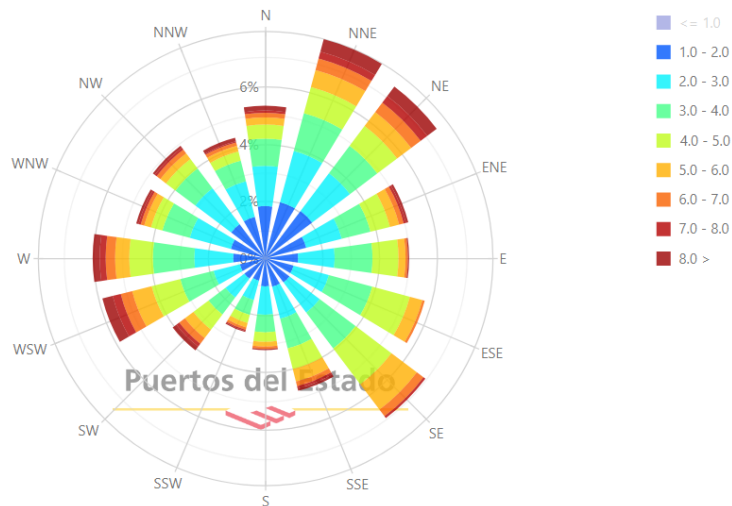


Figura 6. Rosa de velocidad media (m/s) para viento - Punto SIMAR 2082166

Mediante la distribución conjunta de velocidad y dirección del viento se conoce que el viento mas frecuente proviene del NNE con una velocidad de 4 m/s teniendo una probabilidad de ocurrencia del 3,24%. Los vientos con una mayor velocidad proceden del NNE, en cambio estos no son los que se dan con una mayor frecuencia ya que los vientos con velocidades no superiores a los 6 m/s representan el 92,47% del total.

Direcció	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	> 14.0	
CALMAS	16.486									16.486
N 0.0		1.806	2.382	.744	.263	.116	.041	.009	.002	5.363
NNE 22.5		2.078	3.240	1.550	.653	.253	.102	.051	.027	7.954
NE 45.0		2.059	2.790	1.484	.675	.262	.104	.040	.018	7.431
ENE 67.5		1.478	2.250	.991	.233	.067	.019	.004	.003	5.044
E 90.0		1.137	2.582	1.144	.101	.016	.010	.002	-	4.992
ESE 112.5		1.012	2.786	1.822	.081	.009	-	-	-	5.711
SE 135.0		1.022	2.917	2.600	.374	.013	.001	-	-	6.928
SSE 157.5		.995	2.147	1.197	.276	.074	.009	.002	-	4.700
S 180.0		.994	1.572	.487	.108	.029	.008	.002	-	3.200
SSW 202.5		.838	1.151	.473	.098	.026	.010	.001	-	2.597
SW 225.0		.904	1.558	1.025	.374	.122	.027	.004	-	4.014
WSW 247.5		.935	2.050	1.738	.695	.280	.070	.023	.007	5.799
W 270.0		1.115	2.743	1.333	.529	.194	.058	.011	.008	5.991
WNW 292.5		1.237	2.445	.632	.217	.063	.016	.007	.004	4.621
NW 315.0		1.489	2.394	.615	.232	.070	.031	.009	.004	4.845
NNW 337.5		1.484	2.014	.547	.183	.061	.020	.007	.007	4.324
Total	16.486	20.583	37.021	18.380	5.094	1.655	.528	.174	.080	100 %

Tabla 5. Distribución conjunta de velocidad y dirección del viento

Al igual que con el oleaje, se tiene que para el régimen medio se hizo un ajuste mediante la distribución Gumbel I el cual también permitió conocer los parámetros característicos del viento, Velocidad del viento con probabilidades de no excedencia de 0,9986 (V_{v12}) y de 0,5 (V_{v50}).

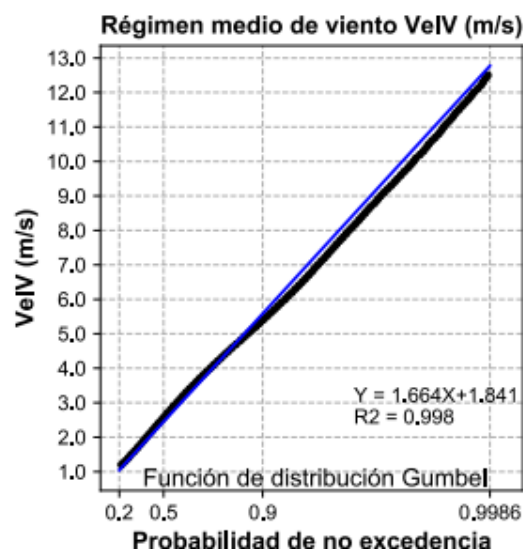


Figura 7. Régimen medio de viento

Parámetros	Datos SIMAR
Vel ₁₂ (m)	12.77
Vel ₅₀ (m)	2.45

Figura 8. Parámetros característicos del viento

Hay que tener en cuenta que en cada estación los vientos pueden cambiar y tener tendencias diferentes, por eso se obtiene la rosa de vientos en cada estación del año.

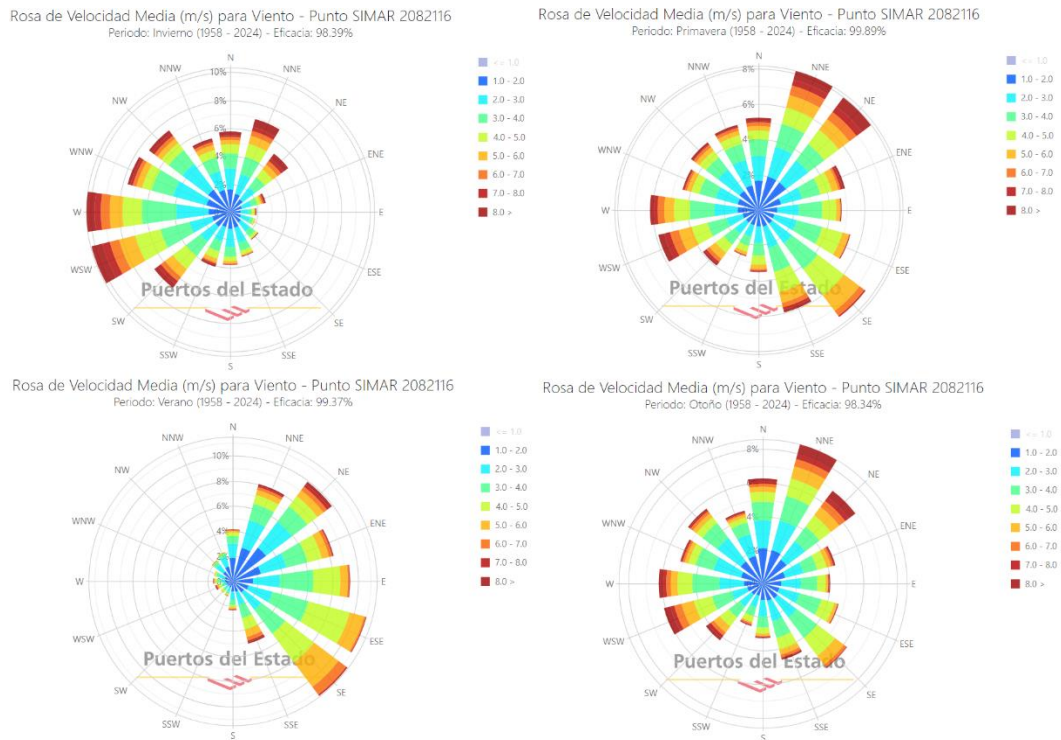


Figura 9. Rosa de viento punto SIMAR 2082116 en cada estación del año

Gracias a esto se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Invierno: los vientos que predominan provienen del Oeste y Suroeste teniendo fuerza significativamente mayor a los del Este.
- Primavera: en esta estación la rosa de vientos se aproxima mucho a la anual.
- Verano: el viento de procedencia marítima predomina en esta época sin tener una gran intensidad, los vientos del Oeste son prácticamente inexistentes.
- Otoño: muy similar a la de primavera con mayor presencia de los vientos del Noroeste, esto puede estar relacionado con los episodios de gota fría

4. Niveles de marea

La marea se define como la suma de las componentes marea meteorológica y marea astronómica. La marea astronómica está relacionada con las fuerzas de atracción gravitatorias mientras que la meteorológica depende de agentes atmosféricos como pueden ser el viento o la presión.

Es necesario tener un control de las crecidas y variaciones que puede sufrir la marea ya que sumándole la altura de ola significativa y el periodo pico se determina el nivel de inundación. Para conocer los valores característicos de este en una localización determinada se utilizan simulaciones temporales de las variables aleatorias cuyas funciones de distribución pueden conocerse gracias a los registros disponibles.

El mareógrafo empleado se encuentra en el Puerto de Sagunto y todos los niveles estarán referidos al cero de este mareógrafo cuyo esquema datum es el que se muestra en la Figura 10.

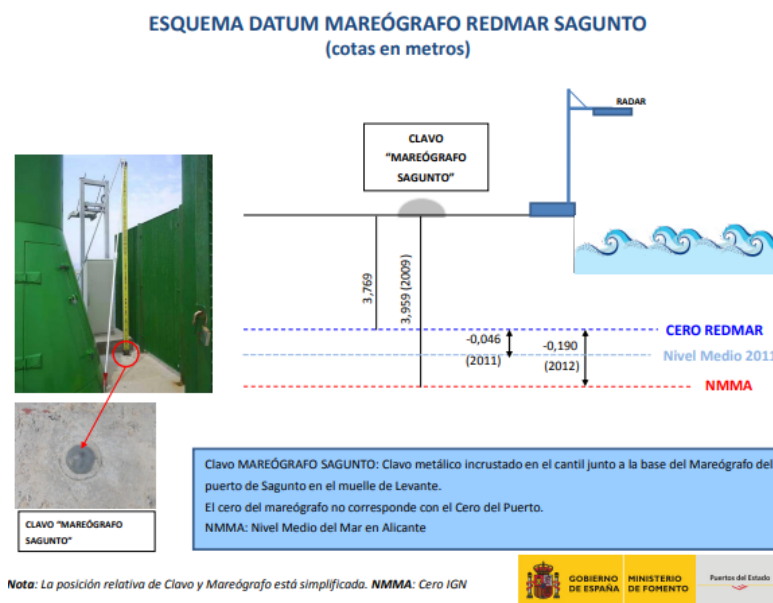


Figura 10. Esquema datum mareógrafo REDMAR Sagunto

Los niveles anuales registrados tanto de marea astronómica como de meteorológica corresponden con los mayores o menores niveles de la serie histórica, dependiendo de si hablamos de máximos o mínimos. Los valores de marea astronómica son el máximo de 17 cm y un mínimo de -30 cm y en el caso de la marea meteorológica es 57 cm el máximo y un mínimo de -32 cm. Después tenemos los promedios que se corresponden con la media de todos los valores de marea alta y baja en el año medio, para el caso de la marea astronómica se tienen

un máximo promedio de 1,3 cm y un mínimo de -8,86 y para la marea astronómica el máximo y el mínimo promedio son 3,39 cm y -2,19 cm respectivamente.

	Marea astronómica (cm)	Marea meteorológica (cm)
Máximo	17.00	57.00
Máximo promedio	1.30	3.39
Mínimo	-30.00	-32.00
Mínimo promedio	-8.86	-2.19

Tabla 6. Niveles anuales de marea (referidos al cero del mareógrafo)

En régimen medio se tiene que los valores mas frecuentes de marea total están en el intervalo de $0\text{cm} < \eta < 5\text{ cm}$ para el nivel alto mientras que en nivel bajo se encuentran entre $-5\text{ cm} < \eta < -10\text{ cm}$ referidos todos estos al cero del mareógrafo del Puerto de Sagunto.

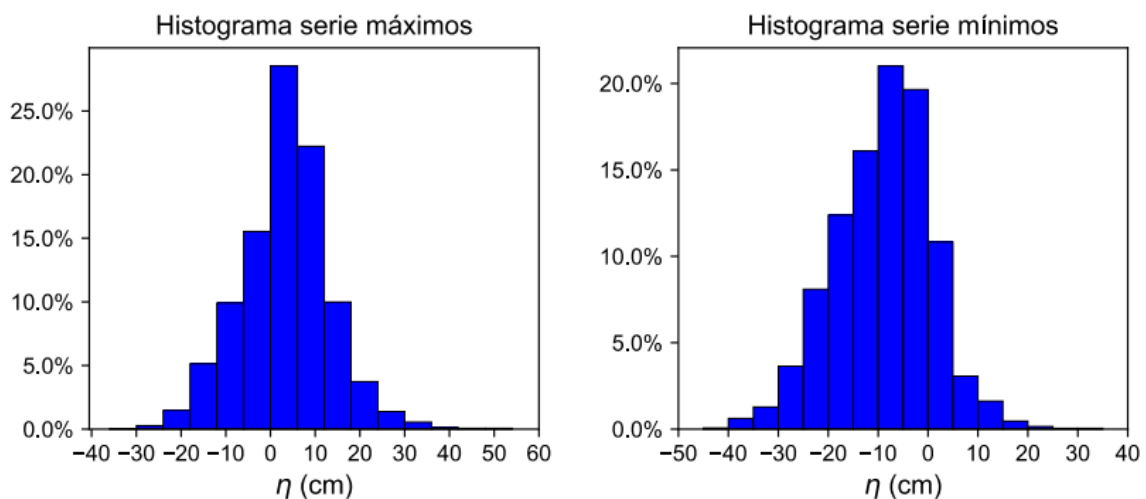


Figura 11. Histograma de nivel del mar (marea astronómica + meteorológica)

Los parámetros característicos del régimen medio de marea pueden conocerse tras haber realizado un ajuste mediante la función de distribución teórica que mejor se adapte a los datos y a la información de partida. Para la serie de mínimos el ajuste se ha hecho con una distribución Weibull mientras que para la serie de máximos la distribución escogida ha sido Gumbel.

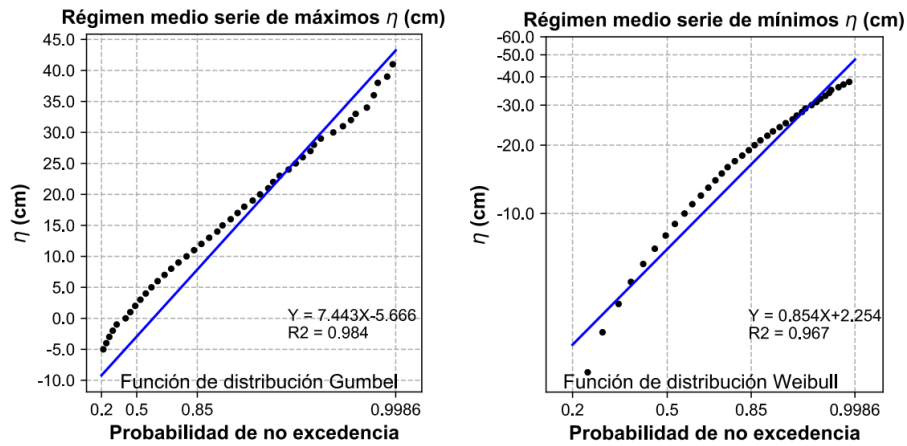


Figura 12. Régimen medio de marea (astronómica + meteorológica). Nvl alto (izquierda) y Nvl bajo (derecha)

Teniendo ya la representación de la función de distribución se puede observar que los valores de los parámetros característicos, nivel de elevación con probabilidad de no excedencia del 50% y nivel de elevación con probabilidad de no excedencia del 85%, son los indicados en la Tabla 7.

Nivel de las aguas	Parámetros característicos	η (cm)
Serie máximos	η_{85}	7.86
	η_{50}	-2.94
Serie mínimos	η_{85}	-16.46
	η_{50}	-6.96

Tabla 7. Parámetros característicos de la marea, elevación del nivel medio con una probabilidad de no excedencia de 0,85 (η_{85}) y 0,5 (η_{50})

En cuanto a la caracterización del régimen extremal, las siguientes gráficas muestran su distribución con la banda de confianza del 90% mediante la distribución de Gumbel.

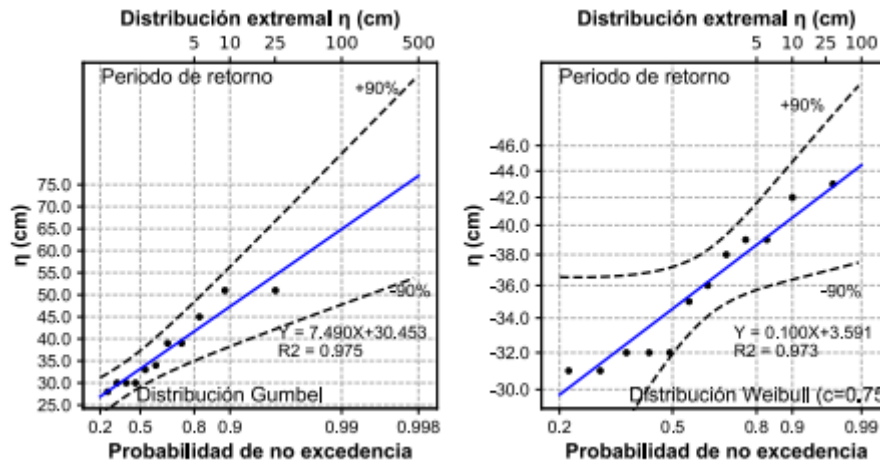


Figura 13. Régimen extremo de nivel del mar (marea astronómica + marea meteorológica)

Con esto ya es posible mostrar los niveles de elevación sobre el nivel del mar para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	Serie de máximos		Serie de mínimos	
	η (cm)	η (cm) IC (90%)	η (cm)	η (cm) IC (90%)
5	41.69	48.39	-38.65	-41.59
10	47.31	56.36	-40.54	-44.71
25	54.41	66.65	-42.38	-47.85
50	59.68	74.35	-43.50	-49.75
100	64.91	82.04	-44.45	-51.38
200	70.12	89.71	-45.29	-52.79
500	76.99	99.85	-46.26	-54.43

Tabla 8. Valores de elevación del nivel medio para diferentes periodos de retorno (referidos al cero del mareógrafo).



5. Conclusión

Este anejo servirá para saber el comportamiento del mar en esta zona y poder proyectar soluciones que se adapten al comportamiento del clima marítimo además de ser capaces de soportar posibles avenidas sin que estas supongan el fallo de la estructura.

6. Bibliografía

Puertos del Estado, 2023. Banco de Dayos Oceanográficos de Puertos del Estado, Nodo SIMAR 2082166 (WWW Document) URL https://bancodatos.puertos.es/BD/informes/medios/MED_1_8_2082116.pdf

Grupo Amper, 2020. Proyecto de regeneración de las playas de Canet, Almardà, Corinto y Malvarrosa, de los términos municipales de Canet d'en Berenguer y Sagunto (Valencia).

Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 1992. ROM 0.3-91 Oleaje, Anejo I. Clima marítimo (WWW Document) URL https://widispe.puertos.es/rom/storage/public/docROM/ROM%200_3-91.pdf

ANEJO 7
DINÁMICA LITORAL



Índice

1. Introducción	2
2. Cambio climático	3
3. Transporte de material	5
4. Predicción de la evolución	12
5. Conclusión	14
6. Bibliografía	15



1. Introducción

El presente anejo es uno de los más importantes del proyecto, en él se desarrolla el estudio de la dinámica litoral del tramo de costa de proyecto. La dinámica litoral es el conjunto de alteraciones que se producen en la costa fruto de agentes climáticos como son el oleaje, el viento, las mareas o las posibles crecidas del nivel del mar debido al cambio climático. Las alteraciones producidas se ven agravadas por la acción humana que ha habido en la costa durante muchos años, modificando el litoral mediante la construcción de puertos, espigones y otras barreras artificiales interviniendo así con el equilibrio natural que existía.

Estudiando la dinámica litoral se consigue conocer el transporte de material de un tramo a otro de costa pudiendo conocer las zonas en las que hay una mayor erosión y donde se forman depósitos de arena. Todo esto permite realizar predicciones de como evolucionará la costa y en caso de aplicar medidas correctoras como afectarían estas al litoral, permitiendo tener una visión mas global.

2. Cambio climático

Para evaluar la situación futura de la costa y hacer previsiones que sirvan de base a las soluciones a proyectar se debe tener en cuenta las crecidas que sufrirá el nivel del mar motivadas por el cambio climático.

Las crecidas se pueden estimar mediante el visor C3E del Instituto Hidráulico Ambiental de la Universidad de Cantabria. Se toma el punto 190 cuyas coordenadas son longitud -0,14 y latitud 39,70, de punto se puede conocer que el nivel medio del mar (MSL) en diversos escenarios para distintos periodos.

El dato que se tiene como nivel medio del mar, NSL, actual corresponde con el de 2020 con un valor de 2,094 cm y la predicción de este llega hasta el 2040. La tasa de incremento anual del nivel del mar en el punto 190 es de 0,150cm/año = 1,5mm/año.

PUNTO 190		Actualidad	2020	2030	2040	
NIVEL DEL MAR	Referencia Alicante (cm)	6	-	-	-	
	Rango marea (cm)	30,956	-	-	-	
	MSL (cm)	Media	2,094	1,215	2,752	4,31
		desviación	0,549	0	0,005	0,02
	MM95% (cm)	Media	10,363	-2,188	-2,709	-3,23
		desviación	3,233	-0,089	-0,11	-0,131

Tabla 1. Variación del nivel del mar debido al CC

Además del nivel del mar el cambio climático también generará cambios en el oleaje, para conocer como variara este se toman los datos del punto anteriormente mencionado. Los datos del punto 190 indican que la dirección del flujo medio de energía actual, correspondiendo al 2020, es de 78,252° y además tiene una variación anual de 0,003°/año.

Tabla 2. Evolución del oleaje por el CC

Punto 190		Actualidad	2020	2030	2040	
OLEAJE	FE (kW/m)	Media	1,237	-0,027	-0,033	-0,039
		desviación	0,285	-0,049	-0,061	-0,073
	Dir FE (°)	Media	78,252	0,106	0,131	0,156
		desviación	2,317	0,284	0,352	0,419

Conociendo la variación anual de los parámetros de oleaje y nivel de mar se puede saber su valor para el final de su vida útil.

El cálculo de la vida útil del proyecto viene determinado por el Índice de Repercusión Económica (IRA) cuya obtención, a falta de estudios económicos más profundos, se puede hacer mediante esta fórmula facilitada por la ROM 0.0

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0}$$

Donde el coeficiente C_{RI} puede estimarse mediante:

$$\frac{C_{RI}}{C_0} = C(A + B)$$

Siendo los términos A, B y C los descritos en la *Tabla 1*:

Ambito del sistema productivo al que sirve la obra (A)	
Local	1
Regional	2
Nacional/Internacional	5
Importancia Estratégica del sistema económico y productivo al que sirve la obra (B)	
Irrelevante	0
Relevante	2
Esencial	5
Importancia de la obra para el sistema económico y productivo al que sirve (C)	
Irrelevante	0
Relevante	1
Esencial	2

Tabla 3. Valores recomendados para la estimación del IRE

En cuanto a los valores de cada término, se ha determinado que la obra tiene un ámbito productivo REGIONAL (A=2); la importancia en cuanto al sistema económico y productivo de la obra es RELEVANTE (B=2); para el sistema económico al que sirve será RELEVANTE (C=1). Con un valor de $C_0=3$ M€ recomendado por la ROM y una inversión inicial de la obra de 5 M€ se obtendrá:

$$\frac{C_{RI}}{C_0} = C(A + B) = 1(2 + 2) = 4$$

$$\frac{C_{RI}}{3} = 4 \rightarrow C_{RI} = 12$$

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0} = \frac{5 + 12}{3} = 5,67$$

Dado que el IRE de la obra es de 5,67 la vida útil de esta se determinará mediante la *Tabla 2*

IRE	≤5	5-20	>20
Repercusión económica	Baja	Media	Alta
Grupo	R ₁	R ₂	R ₃
Vida útil (años)	15	25	50

Tabla 4. Vida útil en función del IRE

Por lo tanto la vida útil del proyecto será de 25 años y los valores de dirección del flujo medio y nivel del mar para este periodo serán los siguientes:

- Oleaje:

- variación anual 0,003 °/año
- Vida útil 25 años
- Dirección del flujo medio a los 25 años

$$78,252^{\circ} + 0,003^{\circ}/\text{año} \times 25\text{años} = 78,327^{\circ}$$

- Nivel del mar:

- Tasa de incremento anual del nivel del mar 1,5mm/año
- Vida útil 25 años
- Nivel del mar a los 25 años

$$2,094\text{cm} + \frac{0,15\text{cm}}{\text{año}} \times 25\text{ años} = 5,844\text{cm}$$

La variación de la dirección del flujo medio no representa gran cambio en la actual por lo que la afección del oleaje a la costa será similar a la que se tiene a día de hoy, así como tampoco se esperan grandes alteraciones en el sistema por la crecida del nivel medio del mar.

3. Transporte de material

Para conocer el transporte de sedimento a lo largo del tramo de costa y así poder determinar que zonas de esta se verán erosionadas y cuales presentarán crecidas se han realizado 4 divisiones en zonas homogéneas de playa, quedando la playa de Corinto dividida en 2 tramos, uno de la Gola de Queralt hasta la Gola de l'Estany y el siguiente de esta hasta la playa de la Almardá, las otras dos zonas son la playa de la Almardá y la playa de Canet.

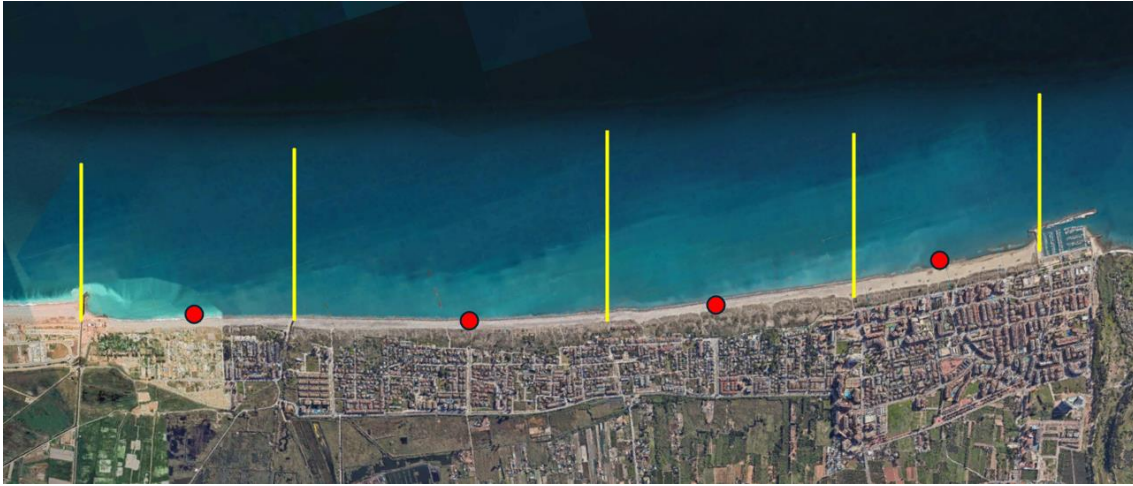


Figura 1. División de la costa para el estudio del transporte de sedimentos

A la hora de calcular el volumen de sedimento desplazado en cada zona se han tomado imágenes a través de Google Earth Pro de la situación actual de las playas y han sido comparadas con la línea de costa existente hace 4 años, en el 2020.

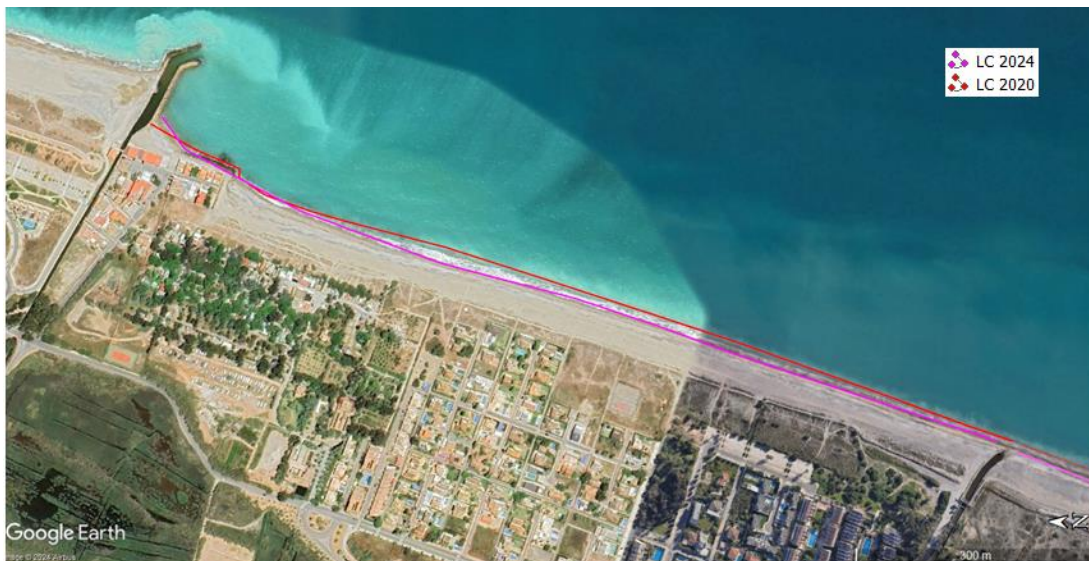


Figura 2. Variación de la línea de costa desde el año 2020 hasta la actualidad. Playa de Corinto tramo 1

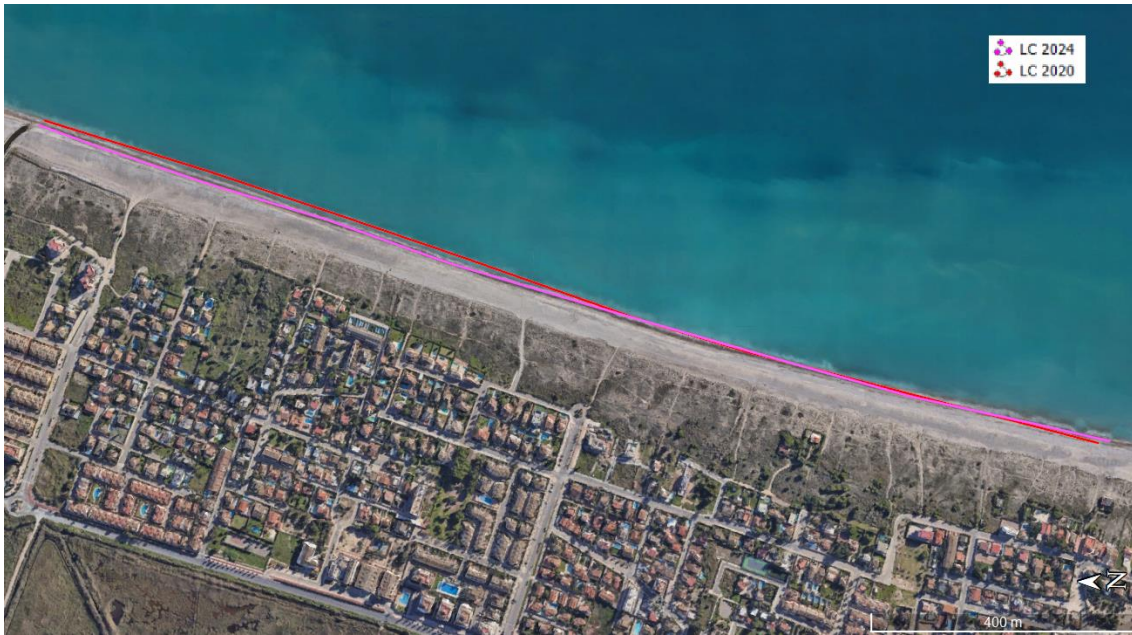


Figura 3. Variación de la línea de costa desde el 2020 al 2024. Playa de Corinto tramo 2

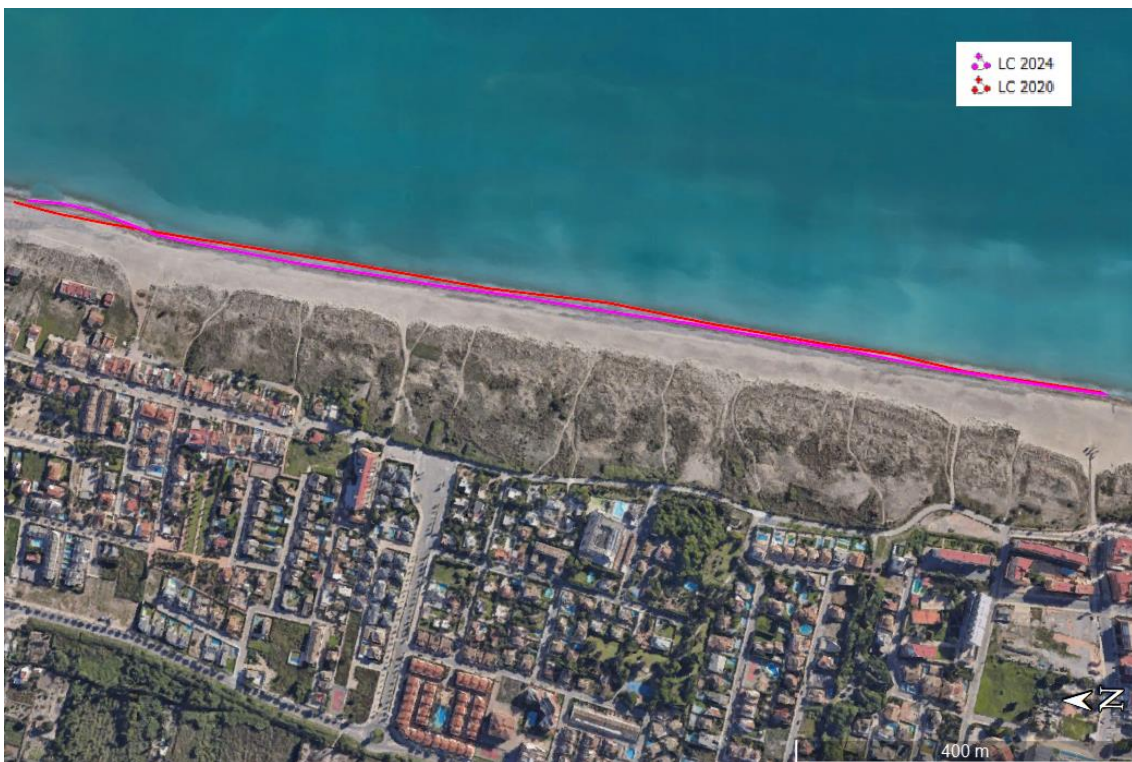


Figura 4. Variación de la línea de costa desde el 2020 al 2024. Playa de Almería

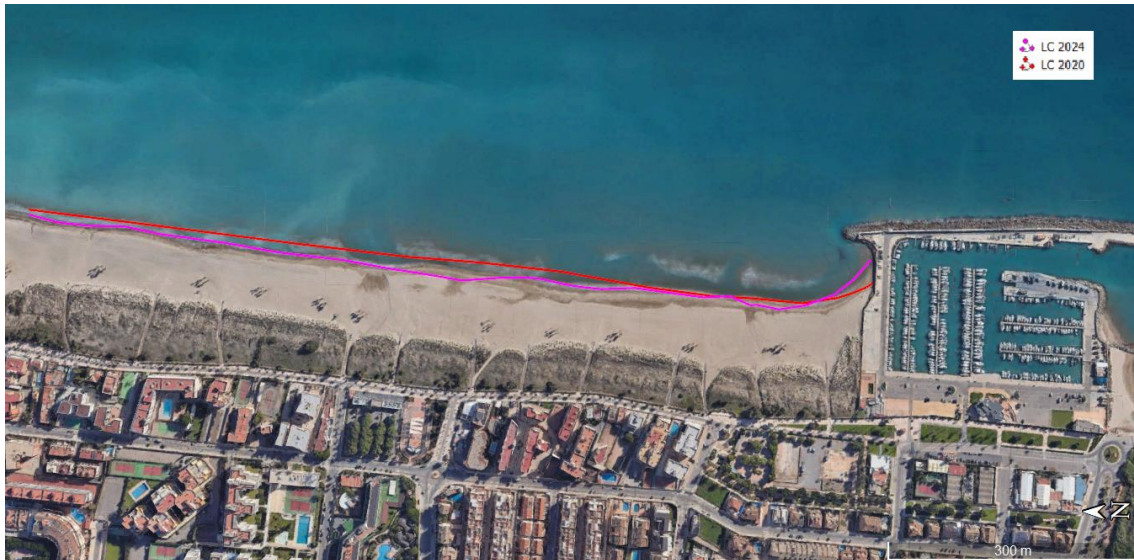


Figura 5. Variación de la línea de costa desde el 2020 al 2024. Playa de Canet de Berenguer

Como se observa en las imágenes, en todos los tramos la costa ha sufrido cierta regresión en mayor o menor medida habiendo retrocedido en cada zona la siguiente distancia.

RETROCESO	
ZONA 1	20,5 m
ZONA 2	17 m
ZONA 3	7,1 m
ZONA 4	12 m

Tabla 5. Distancia que ha retrocedido la línea de costa en cada zona

El volumen de material desplazado se obtendrá a partir de estas distancias ya que podremos conocer el área que se ha erosionado calculando la profundidad de cierre (D_c) y midiendo la altura de la berma (D_B).

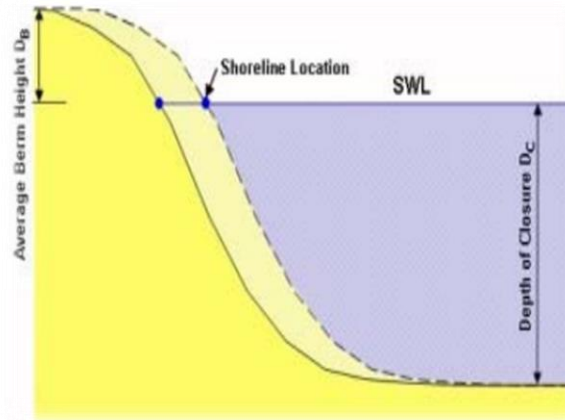


Figura 6. Esquema del área erosionada

Como se observa en la *Figura 6*, para poder utilizar este método hay que considerar que el anterior perfil de playa y el actual son paralelos, es decir, la distancia que ha retrocedido la costa es constante en toda su altura. Teniendo esto en cuenta se sabe que la altura de la berma es $D_B=1,5\text{m}$ falta calcular la profundidad de cierre donde se utilizará la fórmula de Hallermeier.

$$d_1 = 2,28H_{12} - 68,90(H_{12}^2/gT^2)$$

Hallermeier

- d_1 Profundidad de cierre en m
- H_{12} Altura de ola significativa excedida doce horas en régimen medio en m
- g Aceleración de la gravedad en m/s^2
- T Período del oleaje en s

Figura 7. Formula de Hallermeier

Para aplicar la fórmula se requiere la altura de ola significativa excedida 12h en régimen medio (H_{12}) la cual se corresponde al cuantil 99,86 y el periodo asociado a esa altura de ola. Para ello será necesaria la tabla de periodo pico – altura significativa del punto SIMAR utilizado en el anejo de clima marítimo.

ÁREA RETROCEDIDA	
ZONA 1	136,49 m ²
ZONA 2	113,19 m ²
ZONA 3	47,27 m ²
ZONA 4	79,90 m ²

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	0.583	7.773	13.310	15.248	14.335	7.947	4.206	2.547	1.097	0.272	67.318
1.0	-	-	0.243	2.941	4.725	5.852	6.038	3.478	1.970	0.971	0.500	26.717
1.5	-	-	-	0.029	0.174	0.573	1.030	0.865	0.744	0.499	0.315	4.229
2.0	-	-	-	-	0.008	0.031	0.191	0.305	0.278	0.225	0.149	1.187
2.5	-	-	-	-	-	0.002	0.018	0.094	0.121	0.084	0.061	0.379
3.0	-	-	-	-	-	-	-	0.013	0.051	0.036	0.020	0.121
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	0.010	0.013	0.033
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.005	0.008
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.004
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.001
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	0.004
Total	-	0.583	8.016	16.279	20.155	20.793	15.223	8.962	5.720	2.926	1.343	100 %

Tabla 6. Relación Periodo de Pico (T) - Altura Significativa (Hs) anual. Punto SIMAR 2082116

La altura de ola correspondiente al cuantil 99,86 es Hs=2,5m y el periodo más probable que se da para esta altura de ola es T=9s. Una vez obtenidos estos valores se procede al cálculo de la profundidad de cierre.

$$d_1 = 2,28 * 2,5m - 68,90 * \left(\frac{2,5^2m}{9,81 \frac{m}{s^2} * 9^2s} \right)$$

$$d_1 = 5,16m$$

Por lo que la superficie que ha retrocedido la costa sabiendo que la altura del perfil es la misma para la todas las zonas

$$D = 1,5 + 5,16 = 6,66m$$

Tabla 7. Superficie retrocedida en el perfil de costa de cada zona

Tabla 8. Volumen de material desplazado en cada zona

Por lo que multiplicando estas áreas por la longitud de cada tramo obtendremos el volumen de material que ha sido erosionado.

Como se puede observar las zonas que van a presentar una mayor regresión son la 1 y la 2 debido a que el espigón existente en la gola de Queralt hace de barrera

VOLUMEN DE MATERIAL DESPLAZADO				
	Superficie (m ²)	Long. zona (m)	Volumen (m ³)	Volumen/año
ZONA 1	136,49	1175,61	160.459,46	40.114,86
ZONA 2	113,19	1748,89	197.951,87	49.487,86
ZONA 3	47,27	1381,7	65.316,11	16.329,03
ZONA 4	79,90	1024,21	81.831,11	20.457,78

impidiendo que la mayoría del material arrastrado hacia la Zona 1 quede retenido y el volumen de arrastre en la Zona 2 es superior al que recibe de la Zona 1.

Por otro lado, la Zona 4 era de esperar que presentase una acreción respecto a años anteriores ya que se apoya en el puerto de Siles y este debería de actuar como barrera al transporte de sedimento. El motivo por el que esta zona presente pérdidas es que la profundidad hasta la que llega el puerto aguas a dentro es de 1m por lo que no supone ningún impedimento en cuanto al arrastre de material, además como se comenta en el anejo de *Situación actual*, este punto ha alcanzado el máximo volumen de material que puede acumular y todo el que llega acaba al otro lado del puerto.

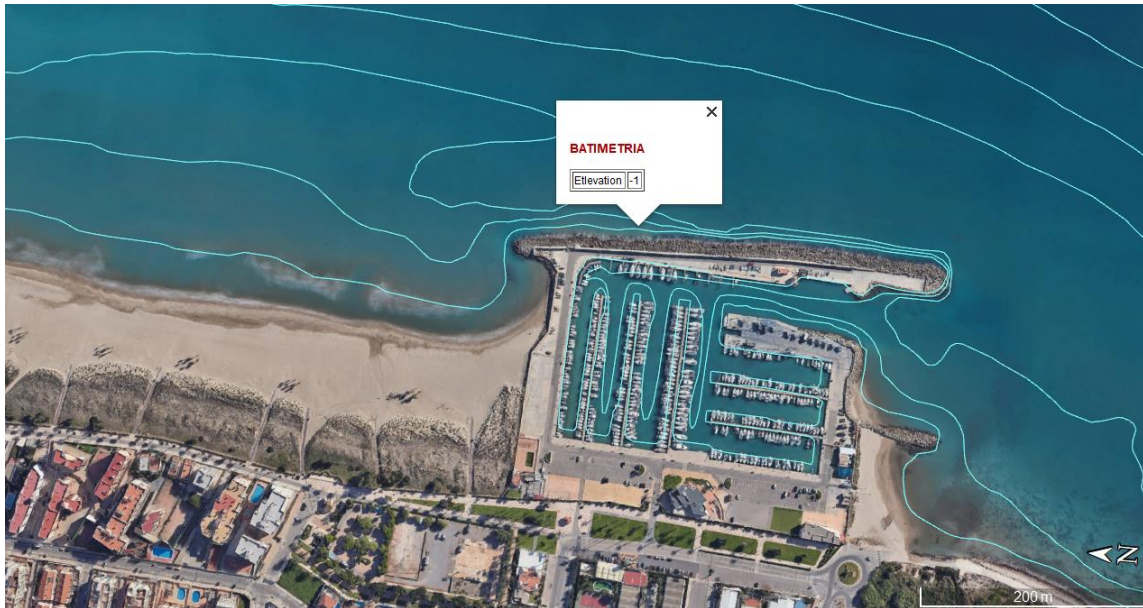


Figura 8. Batimetría en el puerto de Siles

4. Predicción de la evolución

Habiendo visto como se comporta este tramo de costa podría hacerse una predicción acerca de una posible evolución en la situación actual, sin haber realizado ninguna actuación.

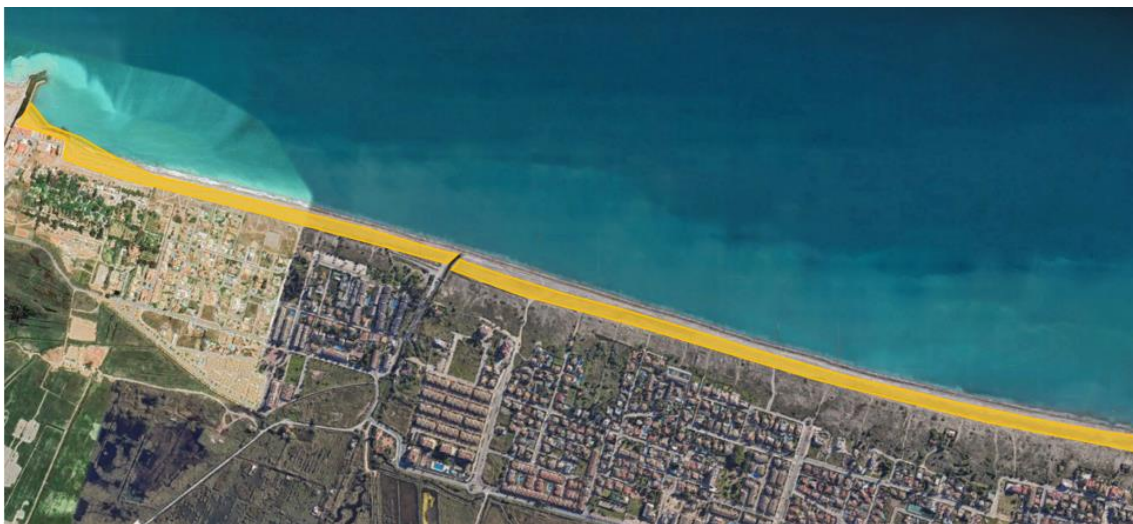


Figura 9. Evolución de la costa en la playa de Corinto



Figura 10. Evolución de la costa en las playas de Almadá y Canet de Berenguer

Todos los tramos presentarán regresión excepto la playa de la Almadá que es la que presenta una menor erosión y los aportes de zonas anteriores son mayores.

Hacer una predicción acerca de como se comportará la zona de estudio tiene una dificultad añadida ya que el espigón de la Gola de Queralt se construyó en el 2022, hace 2 años, y los cambios que implica en la costa y en la dinámica litoral aún no son notables en toda su longitud.

5. Conclusión

A partir de este anejo ha sido posible ver el comportamiento que tiene la costa y como evoluciona esta, además se tienen los posibles efectos del cambio climático.

Con toda esta información se puede intuir que tramos de costa necesitarán mayor volumen de arena en caso de una regeneración y como puede afectar a la dinámica litoral la construcción de obras de estabilización costera.

6. Bibliografía

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 2001. ROM 0.0 (WWW Document)
URL <https://www.puertos.es/es-es/ROM>.

Puertos del Estado, 2023. Banco de Dayos Oceanográficos de Puertos del Estado, Nodo SIMAR 2082166 (WWW Document) URL https://bancodatos.puertos.es/BD/informes/medios/MED_1_8_2082116.pdf.

Grupo Amper, 2020. Proyecto de regeneración de las playas de Canet, Almardà, Corinto y Malvarrosa, de los términos municipales de Canet d'en Berenguer y Sagunto (Valencia).

IH Cantabria, 2024. Visor C3E(WWW Document). URL <https://c3e.ihcantabria.com/>.

ANEJO 8
ANEJO FOTOGRAFICO



Tabla de contenido

1. Introducción	2
2. Fotografías	3
2.1. Fotografías aéreas	3
2.2. Playa de Corinto	4
2.3. Playa de Almardà	7
2.4. Playa de Canet.....	9
3. Bibliografía	11



1. Introducción

En este anejo se incluyen las fotografías de la zona de estudio en las cuales se observa la situación actual de las playas.

Van a incluirse fotografías aéreas obtenidas mediante Google Earth para poder ubicar la zona de actuación y fotografías realizadas en el lugar de la actuación.

2. Fotografías

Las imágenes tomadas de las playas estarán ordenadas de Norte a Sur.

2.1. Fotografías aéreas

Las playas marcadas de color anaranjado son las que serán objeto de estudio.

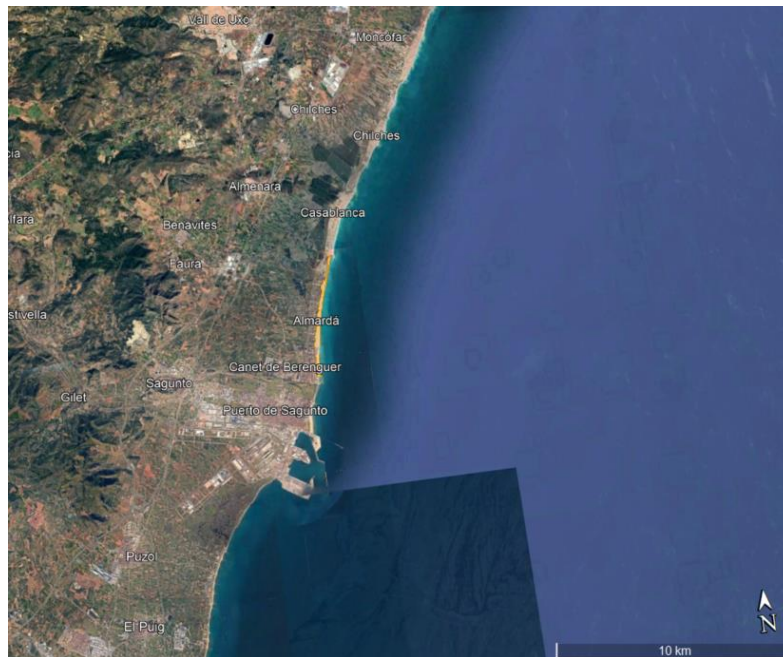


Figura 1. Vista general de la zona de actuación

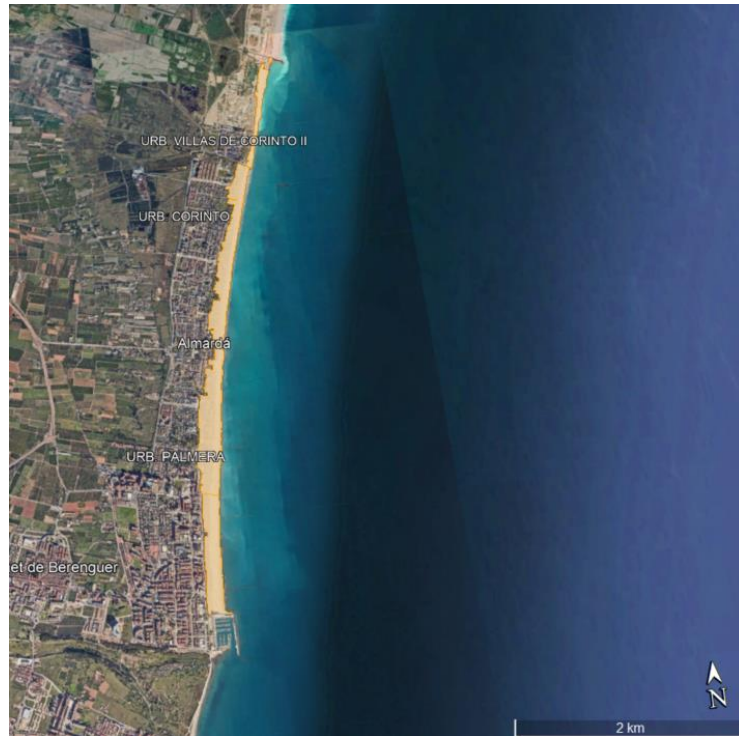


Figura 2. Tramo de costa objeto de estudio

2.2. Playa de Corinto

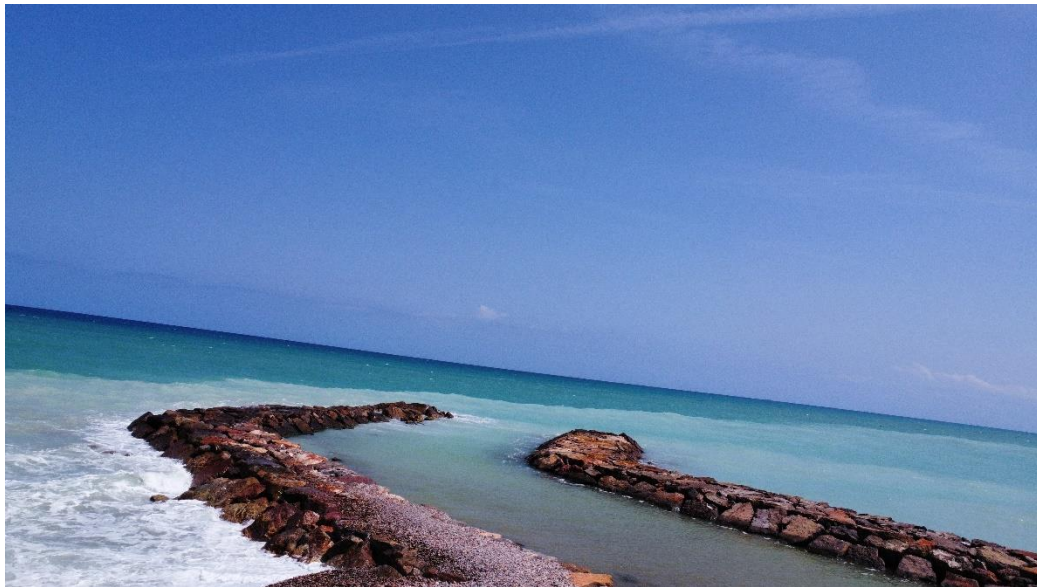


Figura 3. Gola de Queralt. Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Gola de Queralt. Fuente: elaboración propia



Figura 5. Playa a sotamar de la Gola de Queralt (TM de Sagunto). Fuente: elaboración propia



Figura 6. Escollera de protección de Les Cases de Queralt (TM de Sagunto). Fuente: elaboración propia



Figura 7. Playa de Corinto (TM de Sagunto). Fuente: elaboración propia



Figura 8. Gola de Quartell (TM de Sagunto). Fuente: elaboración propia



Figura 9. Playa de Corinto (TM de Sagunto). Fuente: elaboración propia

2.3. Playa de Almardà



Figura 10. Zona norte de la Playa de Almadà (TM de Sagunto). Fuente: elaboración propia



Figura 11. Zona norta de la playa de Almadà (TM de Sagunto). Fuente: elaboración propia



Figura 12. Zona sur de la playa de Almadà (TM de Sagunto). Fuente: elaboración propia



Figura 13. Zona sur de la playa de Almadà (TM de Sagunto). Fuente: elaboración propia

2.4. Playa de Canet



Figura 14. Zona norte de la playa de Canet (TM de Canet d'en Berenguer). Fuente: elaboración propia



Figura 15. Sur de la playa de Canet (TM de Canet d'en Berenguer). Fuente: elaboración propia



3. Bibliografía

Google Earth, 2024.

ANEJO 9
ESTUDIO DE SOLUCIONES



Índice

1.	Introducción	2
2.	Regeneración de la costa.....	3
2.1.	Resultados	5
2.2.	Descripción de la actuación	6
2.3.	Coste de la actuación.....	8
3.	Estabilización de la costa	9
3.1.	Dimensionamiento de la sección tipo.....	9
3.2.	Dimensionamiento en planta del dique	16
3.3.	Coste de la actuación.....	17
4.	Retirada de gravas.....	19
4.1.	Cribado y machaqueo de gravas	19
4.2.	Cribado y retirada de gravas.....	20
4.3.	Alternativa escogida.....	21
5.	Plan de seguimiento.....	22
5.1.	Seguimiento fotográfico.....	22
5.2.	Método BP de seguimiento de playas	22
5.2.1.	Definición de perfiles.....	22
5.2.2.	Establecimiento de cabezas de perfil.....	22
5.2.3.	Levantamiento de perfiles.....	23
5.2.4.	Levantamiento Línea Cero	25
5.3.	Ejecución del plan de seguimiento	26
6.	Bibliografía	27

1. Introducción

Una vez analizado todos los aspectos del tramo de costa se procede a desarrollar la solución que se considere la más adecuada.

Esta no tiene porque ser una única actuación si no que cabe la posibilidad que englobe varias dado que con una única no puede solucionarse la problemática existente.

La solución contara con tres actuaciones diferentes, la primera estará enfocada en conseguir el ancho mínimo de playa que se ha establecido para así poder garantizar que esta cumpla con su función de defensa y además pueda ser autosostenible, con la segunda actuación se buscará estabilizar la costa de manera que una vez cuente con el ancho requerido se produzca una menor pérdida de material y si es posible que aumente la capacidad de retención de sedimentos. La última actuación que se presenta es la retirada de las gravas, aumentando el confort y aumentando su accesibilidad a los usuarios.

Además, se define un plan de seguimiento para evaluar la evolución de la solución final y determinar si cumple con su objetivo o deberá ser modificada.

2. Regeneración de la costa

La primera actuación que se considera es una regeneración de la costa mediante un aporte de arenas. Previamente a seleccionar una fuente de aporte es necesario saber el volumen de material que se requiere para la regeneración costera, este volumen se calculará en base a los resultados del Anejo 7 - Dinámica litoral, sobre el volumen por año de material que es erosionado.

Se tiene que la pérdida anual de volumen en el tramo de costa a actuar es de 53.617 m³ y la vida útil de la actuación ha sido estimada en 25 años por lo que el volumen total de material necesario será de 1.340.418 m³.

En cuanto a la zona de aporte de material, existen dos posibles fuentes de aporte de material las cuales serían:

2.1. Zona de aporte 1

Como se comentaba en el Anejo 1 – Situación actual y en el Anejo 7 - Dinámica litoral, existe una gran cantidad de sedimento acumulado en el entorno del puerto de Siles y se ha decidido estudiar si es válido para llevar a cabo dicha regeneración y de esta manera solucionar también el problema de que aquel material que no sea retenido en la playa pueda afectar a la bocana del puerto.

Para la evaluación del sedimento se ha utilizado un estudio que llevo a cabo la empresa TECNOAMBIENTE en el cual tomaron muestras y las sometieron a un análisis que establece la “Instrucción Técnica para la Gestión Ambiental de las extracciones marinas para la obtención de arena”. El número de muestras requeridas también viene determinado por la instrucción y es el resultado de la siguiente fórmula

$$N = \frac{\sqrt{S}}{100}$$

En la cual:

- N= número de muestras
- S= superficie del área objeto de estudio (en m²)

La superficie que va a estudiarse es de 1M de m² por lo que aplicando la formula se determina que las estaciones de muestreo necesarias son 10, quedando distribuidas de la siguiente manera.



Figura 1. Distribución de las estaciones de muestreo de la zona de extracción

Lo único que faltaría por concretar son los parámetros que van a ser analizados y que determinarán si la zona de extracción es viable. Dichos parámetros serán los siguientes:

- Materia orgánica
- Granulometría
- Metales
- Parámetros microbiológicos

Los límites que dictan si los resultados del estudio son admisibles se muestran en la Tabla 1

Parámetro	Unidad	Concentración
Porcentaje de finos	%	5
Materia orgánica	%	1 (como COT) y 3 (como sólidos volátiles)
Arsénico	mg/kg (sms)	30
Cadmio	mg/kg (sms)	0,4
Cromo	mg/kg (sms)	100
Cobre	mg/kg (sms)	35
Plomo	mg/kg (sms)	45
Mercurio	mg/kg (sms)	0,1
Níquel	mg/kg (sms)	45
Zinc	mg/kg (sms)	150
Estreptococos y coliformes fecales	UFC	Presencia Significativa

Tabla 1. Concentraciones límites en las arenas para aporte a playas

El análisis de las muestras se deberá separar para la fracción fina y la no fina, siendo la concentración media en la fracción arenosa la que deberá tenerse en cuenta a la hora de emitir un veredicto en cuanto a su aceptabilidad.

2.1.1. Resultados

Las 10 muestras fueron tamizadas para conocer la granulometría de cada una, los resultados de este proceso son los siguientes:

Tamaño	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10
4,75	11,0	0,80	1,6	0,60	2,0	0,2	0,1	0,2	6,0	0,05
2	2,0	1,5	2,0	1,0	2,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,05
1	1,9	1,5	2,4	2,0	2,4	3,1	1,6	2,3	2,4	1,4
0,5	1,3	1,5	1,4	1,1	1,3	1,8	1,7	1,1	1,3	1,5
0,25	15,3	5,0	4,7	3,0	2,6	5,2	3,8	1,9	2,8	2,5
0,12	60,9	70,2	69,2	66,7	63,6	69,2	64,2	64,8	75,7	52,7
0,063	6,7	19,0	17,8	24,9	25,5	20,0	26,7	27,8	11,1	33,9
finos	0,90	0,5	0,90	0,70	0,60	0,3	1,7	1,7	0,4	7,9
moda	AF	AF	AF	AF	AF	AF	AF	AF	AF	AF
D50	0,21	0,18	0,18	0,17	0,17	0,18	0,17	0,16	0,19	0,14

Tabla 2. Granulometría de las muestras de la zona de extracción

En cuanto a los resultados obtenidos en todos los parámetros no hay ninguna muestra que incumpla con alguno de los límites definidos a excepción de la muestra IT10, ubicada al norte de la zona de extracción cerca de la costa, que presenta un porcentaje de finos superior al 5%. Por otro lado se han detectado Estreptococos y Coliformes fecales en las muestras, en todas cantidades muy reducidas al límite de la detección menos en las muestras IT7 e IT9 donde han sido encontrados 9 UFC/g y 8 UFC/g respectivamente, aun así estos valores son poco significativos por lo que no presentarán patógenos.

	Unidad	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	Límite
Finos	%	0,90	0,5	0,90	0,70	0,60	0,3	1,7	1,7	0,4	7,9	5
COT	%	0,375	0,361	0,240	0,263	0,324	< 0,100	0,337	0,369	0,287	0,361	1,00
Arsénico	mg/kg	8,02	8,15	7,61	8,66	9,14	8,56	9,22	8,54	8,59	8,01	30
Cadmio	mg/kg	< 0,120	< 0,120	< 0,120	< 0,120	< 0,120	< 0,120	< 0,120	< 0,120	< 0,120	< 0,120	0,40
Cobre	mg/kg	< 2,50	< 2,50	< 2,50	< 2,50	< 2,50	< 2,50	< 2,50	< 2,50	< 2,50	< 2,50	35
Cromo	mg/kg	6,77	5,35	4,88	5,30	5,63	5,17	6,11	5,05	5,22	5,44	100
Mercurio	mg/kg	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	0,10
Níquel	mg/kg	2,96	3,58	3,18	3,57	3,81	3,46	4,19	3,62	3,42	3,77	45
Plomo	mg/kg	3,83	3,64	3,67	3,27	3,60	2,83	3,52	3,44	3,44	3,43	45
Zinc	mg/kg	11,9	14,6	14,4	15,6	16,6	12,9	15,6	14,2	14,4	15,0	150
Coliformes fecales	UFC/g	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	Significativo
Estreptococos fecales	UFC/g	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	9	< 2	8	< 2	Significativo

Tabla 3. Resultados de contaminantes en la zona de extracción

Con los resultados obtenidos se puede afirmar que la zona de extracción cumple con los requisitos establecidos por la Instrucción Técnica para Extracciones Marinas por lo que puede utilizarse el material de este lugar para llevar a cabo para el aporte de arenas.

2.1.2. Descripción de la actuación

Una vez es sabido que la zona de extracción es válida hay que buscar un método para extraer el material que sea acorde con el entorno, en este caso se utilizará una draga de succión en marcha de pequeño calado ya que la profundidad en la zona de trabajo es de 6 a 10 metros.

La consecuencia que tendrá este método de actuación es la reducción de la anchura de playa seca al sur del tramo de costa, en este caso la de Canet, el lado positivo es que esta playa cuenta con un ancho suficiente como para poder disminuirlo y que siga cumpliendo con el mínimo de seguridad en caso de avenida. Además, el trasvase de arena hacia las playas del Norte supondrá que el material extraído acabe depositándose de nuevo en la playa de Canet debido a que la dirección del transporte sedimentario es de Norte a Sur.

El aporte de arenas no se realizará en una sola actuación si no que se irán ejecutando trasvases cada 4 años a lo largo de la vida útil de la actuación. Esto supondrá un menor impacto sobre la playa de Canet sin verse su ancho reducido de manera brusca.

2.2. Zona de extracción 2

La segunda alternativa sería recurrir a un banco submarino de arenas que se encuentra en las proximidades del cabo de Cullera. Este contaba con una DIA favorable el cual fue aprobado el 20 de septiembre de 2013 pero al no haberse realizado ninguna extracción desde la fecha se encuentra caducada, es por ello que actualmente la Dirección General de la Costa y el Mar está realizando un proyecto independiente con el objetivo de verificar si este banco de material puede ser extraído y utilizado en proyectos de regeneración.

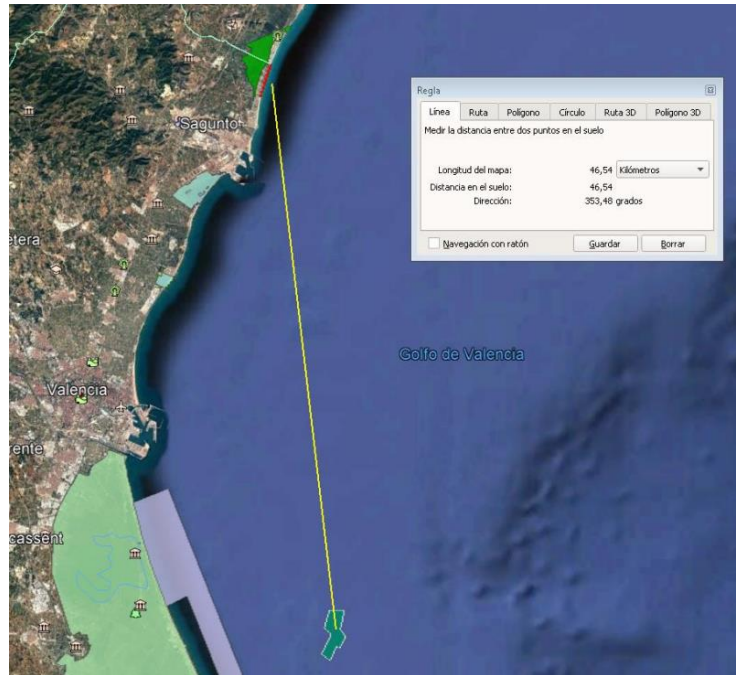


Figura 2. Ubicación del banco de extracción de material

Como se observa en la *Figura 2* la zona de extracción de material está a 46,5Km de la zona de actuación y en el trayecto no existen zonas de protección ambiental.

2.2.1. Descripción de la actuación.

La extracción del material se realizará con una draga de succión en marcha tipo Jumbo con un calado de 13m y una capacidad de cántara de 16.000m³. Para el vertido de material se pretende utilizar una tubería en zonas de profundidad mínima de 15m evitando siempre las zonas donde existan comunidades marinas que puedan ser perjudicadas, la longitud de la tubería será de 2.500m en agua y 1.750m en tierra

Como se ha comentado previamente, el volumen de material que perderá a lo largo de la vida útil el tramo de costa no se aportará en una sola actuación si no que se depositará el material requerido para que el ancho de playa sea el mínimo establecido en este estudio, 45m, y a lo largo de la vida útil se realizarán aportaciones periódicas para mantener dicho ancho. Debido a esto, esta actuación resultaría muy costosa de llevar a cabo por toda la instalación que requiere así como la afección que genera en los ecosistemas.

2.3. Alternativa adoptada

Finalmente la zona de extracción de material que se utilizará será la primera zona, ubicada en el entorno del puerto de Canet. Esta actuación ha sido elegida ya que requiere medios menos costosos y afecta a una menor superficie, además de prevenir a su vez el problema de acumulación de sedimento en el puerto y obstrucción de la bocana

2.4. Coste de la actuación

Actuación 3.1.				
Ud	Concepto	Medición	Coste Unit. (€)	Coste €
Regeneración de la playa				
M ³	Dragado en cualquier terreno con draga de succión en marcha, incluso movilización y desmovilización de draga, transporte y vertido de productos resultantes en playas ubicadas a una distancia máx de cinco millas, instalación de tubería flotante, bombeo de arena hasta 900m de la línea de costa y retirada de la tubería.	950.000,00	5,95	5.562.500,00
M ³	Regularización de la playa mediante extendido y perfilado de arena procedente de dragado, con medios mecánicos, incluso acopio intermedio, carga y transporte a cualquier distancia, extendido y perfilado, totalmente acabado	950.000,00	1	950.000,00
Otros				
PA	Balizamiento de las obras	14.000,00	1	14.000,00
PA	Accesos provisionales	6.000,00	1	6.000,00
PA	Gestión de Residuos	20.500,00	1	20.500,00
PA	Plan de Vigilancia	75.000,00	1	75.000,00
PA	Control Arqueológico	18.000,00	1	18.000,00
PA	Estudio de Seguridad y Salud	45.000,00	1	45.000,00
Total				6.781.000,00

Este sería el coste asociado a la actuación con un desglose del dragado, vertido del material y otros costes implicados en el proceso, dando un total de 6.781.000,00€

3. Estabilización de la costa

Para la estabilización de la costa van a ejecutarse obras de protección litoral, las alternativas fueron la construcción de una serie de espigones transversales situados en el límite de la playa de Almardá con la de Canet y otro en el límite de la playa de Corinto y Almardá, esta se descartó por el gran impacto visual que generaría además de suponer un gran obstáculo a lo largo de la costa que puede perjudicar el transporte de material.

La segunda propuesta consistía en la implantación de diques exentos desde les Cases de Queralt hasta la mitad de la playa de Canet. Dado que estudiando los anchos de la playa en diferentes puntos se observaban zonas cuya regresión no era alarmante y conservaba las medidas requeridas, se decidió simplificar la solución y se dispondrán diques exentos únicamente en los tramos donde la regresión sea significativa.

Estos diques exentos serán sumergidos, es decir, la cota de coronación estará por debajo del NMM de esta forma no generarán ningún impacto visual para los usuarios. Por el hecho de ser sumergidos deben estar bien señalizados ya que suponen un peligro para la navegación.

El proceso seguido para el cálculo de las dimensiones del dique se describe a continuación.

3.1. Dimensionamiento de la sección tipo

El diseño de las obras de protección se hace a partir de los parámetros correspondientes al periodo de retorno a considerar para la obra el cual es obtenido a partir de la vida útil del proyecto (L) que fue obtenida en el Anejo 7 – Dinámica Litoral y el riesgo admisible de inicio de averías (E) cuyo valor sabremos gracias a la ROM 0.2-90.

En las obras de regeneración hay que tener en cuenta que la probabilidad de pérdidas de vida humanas es reducida y que en caso de inutilización de la obra su repercusión económica será media. Una vez se ha aclarado esto con la siguiente tabla se obtiene un valor de $E=0,3$

		POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA.	BAJA	0,50	0,30
	MEDIA	0,30	0,20
	ALTA	0,25	0,15

Indice : $\frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$

Tabla 4. Riesgo admisible de inicio de averías

Sabiendo que la vida útil es $L=25$ años el periodo de retorno (T) puede calcularse a partir de la siguiente fórmula

$$E = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^L$$

$$T = 70 \text{ años}$$

Conociendo el periodo de retorno, el cálculo de la altura de ola significativa y periodo pico asociada a este puede realizarse con las fórmulas que vienen en la ROM 0.3-91.

La altura de ola puede calcularse a partir

$$H_{s0} = \frac{K_{\alpha}}{K_r} H_{s,r}$$

Siendo las incógnitas:

- $H_{s,r}$; altura de ola asociada a un periodo de retorno obtenida del régimen extremal.
- K_{α} ; coeficiente de reparto para la dirección considerada
- K_r ; coeficiente de refracción en un punto de medida

NE	ENE	E	ESE	SE
1,00	1,00	0,90	0,80	0,70

Tabla 5. Valores del coeficiente de reparto direccional K_{α} . ROM 0.3-91

Tomando una aproximación del periodo pico de 11s y una altura de ola de 4,6m para el periodo de retorno, datos tomados en función de los valores presentes en el Anejo 6 – Clima Marítimo, en base a los resultados obtenidos del régimen extremal se obtienen los valores de K_r y también puede calcularse la altura de ola para $T=70$ años

Direcc.	T(años)	$H_{s,r}$	K_{α}	K_r	H_{s0} (m)
NE	70	4,6	1	0,87	5,3
ENE	70	4,6	1	0,79	5,8
E	70	4,6	0,9	0,93	4,5
ESE	70	4,6	0,8	0,93	4,0
SE	70	4,6	0,7	0,89	3,6

Tabla 6. Altura de ola para un periodo de retorno de 70 años en función de las direcciones

Se escoge la altura de ola $H_{s0}=5,8$ m que corresponde con la dirección ENE y el periodo pico será

$$Tp(s) = (4\sim 5)\sqrt{H_s}$$

$$Tp(s) = 9,7; Tp(s) = 12,1$$

Se coge un periodo intermedio de $Tp(s)=11$ a partir del cual se obtendrá la longitud de onda

$$Lo = \frac{gT^2}{2\pi}$$

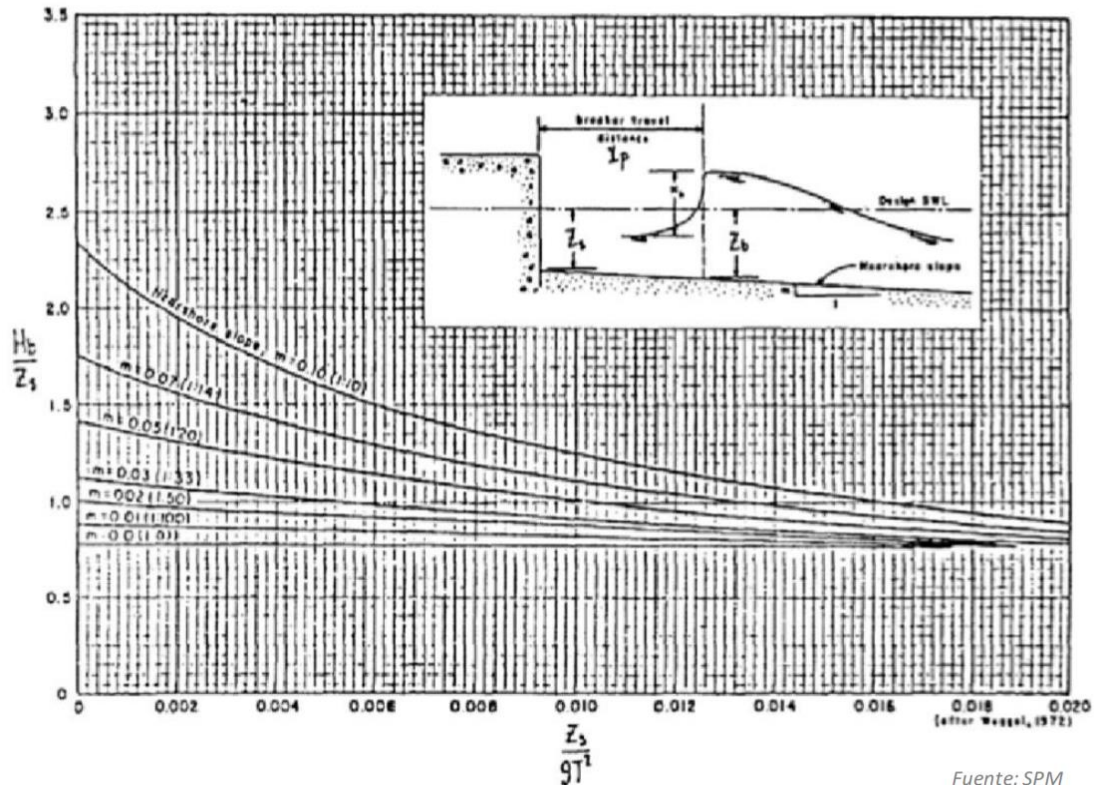
$$Lo = 189 \text{ m}$$

El siguiente paso es conocer la altura de ola en condiciones de rotura, en este caso la profundidad a la que se dispondrán los diques es a 3,5m siendo la cota de coronación del dique de 3m, esto supone que no genere peligro a los bañistas y ni una molestia a las navegaciones además de no afectar a comunidades bionómicas de especial protección.

A partir de la teoría de onda solitaria se prevé el punto donde se producirá la rotura.

$$\frac{H_b}{d_b} = 0,788 \approx 0,8$$

Donde H_b es la altura de ola en rotura y d_b la profundidad de cálculo al pie de las estructuras. Como esta fórmula puede variar mucho el resultado se utilizarán la gráfica de las curvas de Weggel la que relaciona H_b con la pendiente de la playa.



Fuente: SPM

Figura 3. Gráfica de las curvas Weggel

La pendiente tomada es 1,35%, que es una media de la existente en las tres playas, Z_s será igual a $d_b=3,5m$ y en base a la profundidad relativa Z_s/gT^2 y a la pendiente se determinará la relación H_b/Z_s conociendo así el valor de H_b .

También debe calcularse en base a la teoría de onda solitaria y se escogerá el valor más restrictivo.

$Z_s(m)=d_s$	3,5
$Z_s/g \cdot T^2$	0,002949
m	1,35%
H_b/d_s	0,8
$H_b(m)$	2,8
H_b/d_b	0,8
$H_b(m)$	3,6

Figura 4. Parámetros para el cálculo de la altura de ola de cierre

A una profundidad de 3,5m las olas romperán antes de llegar al dique por lo que seguiremos el diseño con esta altura de ola $H_b(m)=3,6$. En el caso de obras con vidas previsible cortas el SPM recomienda tomas $H_{1/10} = 1,27 \cdot H_{1/3}$, siendo este último $H_{so} = H_{1/3} = 5,8$ según los cálculos hechos anteriormente en base a la ROM 0.3-91 a partir de los datos de la tabla VII correspondiente a la zona de Valencia.

$$H_{\frac{1}{10}} = 1,27 * 5,8 = 7,4m$$

Como $H_b < H_{1/10}$ significa que estamos en zona de rompientes y habrá que utilizar H_b .

El siguiente parámetro necesario será el coeficiente de transmisión de altura de ola donde se van a emplear los resultados del ensayo de Saville. El valor que se va a tomar de B es de 5,5m, la altura de coronación del dique será -0,5 la profundidad a pie de la construcción $h_c = 3,5 - 0,5 = 3m$, quedándonos unas relaciones de $B/h_c = 1,83$ y $h_c/d_s = 0,86$.

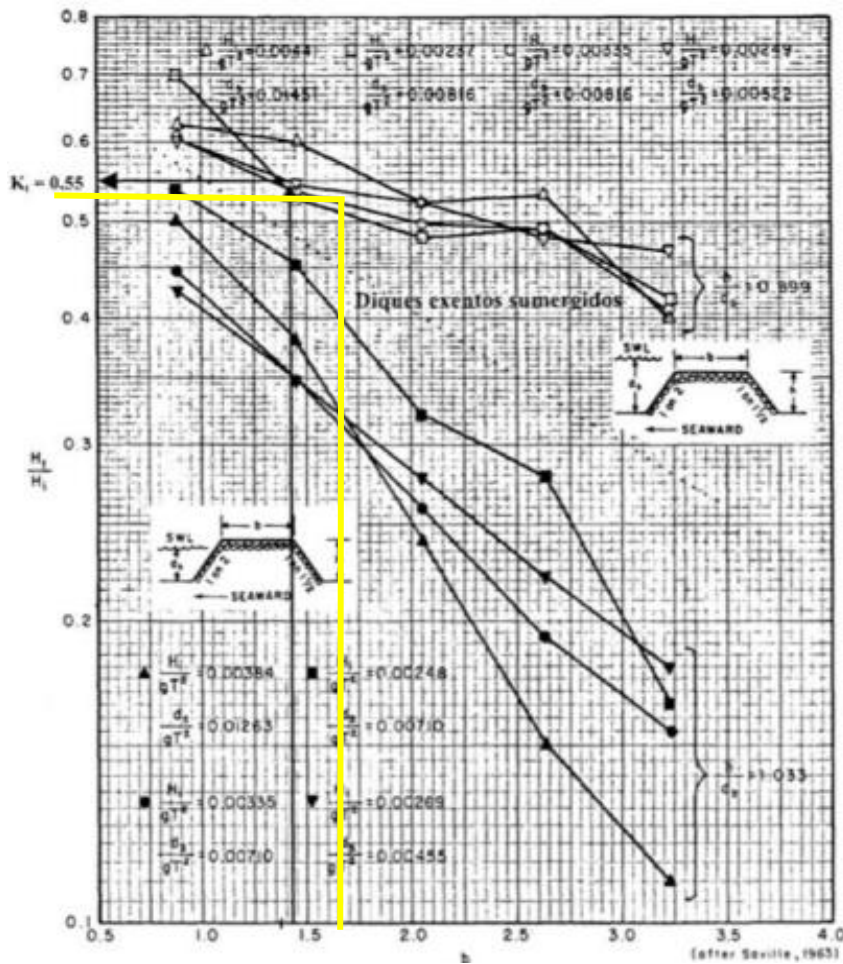


Figura 5. Ácabo de Saville

A partir de estas dos relaciones se consigue que $K_t = 0,53$ que al ser mayor de 0,4 cumple con las condiciones puestas por el SPM.

Finalmente hay que calcular el peso de las piezas de escollera que aseguren la estabilidad del dique mediante la fórmula de Iribarren modificada por Hudson.

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{(S_r - 1)^3 k_d \cot \alpha}$$

La estructura va a permitir un nivel de daño (D) entre 20%~30% y con un $H_{calc}=3,6m$, la altura de ola a considerar (H) será la obtenida de la ecuación que hay en la tabla del SPM

Unit		Damage (D) in Percent						
		0 to 5	5 to 10	10 to 15	15 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
Quarystone (smooth)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.14	1.20	1.29	1.41	1.54
Quarystone (rough)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	1.56 ²
Tetrapods & Quadripods	$H/H_{D=0}$	1.00	1.09	1.17 ³	1.24 ³	1.32 ³	1.41 ³	1.50 ³
Tribar	$H/H_{D=0}$	1.00	1.11	1.25 ³	1.36 ³	1.50 ³	1.59 ³	1.64 ³
Dolos	$H/H_{D=0}$	1.00	1.10	1.14 ³	1.17 ³	1.20 ³	1.24 ³	1.27 ³

- ¹ Breakwater trunk, $n = 2$, random placed armor units, nonbreaking waves, and minor overtopping conditions.
- ² Values in *italics* are interpolated or extrapolated.
- ³ **CAUTION:** Tests did not include possible effects of unit breakage. Waves exceeding the design wave height conditions by more than 10 percent may result in considerably more damage than the values tabulated.

Tabla 7. Altura de ola incidente según la pieza del manto y daño admisible

$$H = \frac{H_{calc}}{1,37} = \frac{3,6}{1,37} = 2,63m$$

Se dimensionará con dos capas $n=2$ y un ángulo del talud tal que $\cot\alpha=2$. Las piezas a disponer tendrán un coeficiente de estabilidad de $K_d=3,2$ para el cuerpo y $K_d=2,7$ para el morro, valores intermedios entre los correspondientes a una colocación aleatoria ($K_d=2$) y una colocación especial ($K_d=5,8$), y el peso específico de la escollera será de $\gamma_r=2,7 T/m^3$.

Finalmente el peso de las piezas es de

W(T)	1,85	morro
W(T)	1,56	cuerpo
γ_r	2,7	
H	2,63	
S_r	2,7	
$\cot(\alpha)$	2	
K_d	3,2	cuerpo
K_d	2,7	morro

Tabla 8. Resultados del peso de las piezas para el manto principal con los parámetros necesarios

El peso mínimo para los bloques es de 2T, porque en caso de ser inferior serían demasiado vulnerables al temporal es por eso que se toma un peso de $W=2,3T$ para piezas del morro y del cuerpo.

El espesor de las capas del dique viene determinado por el tamaño del cubo equivalente (l) y el peso de las piezas que vayan ubicadas en el manto secundario y núcleo se determinarán a partir del peso de las piezas del manto.

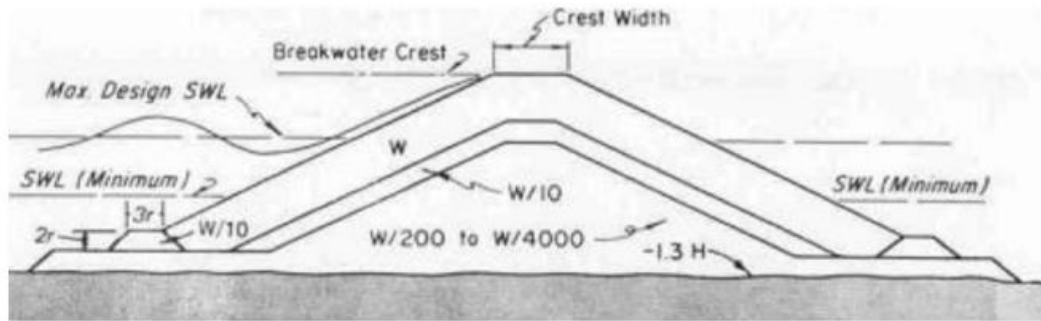


Figura 6. Relación de pesos entre las distintas partes del dique

$$l = \sqrt[3]{\text{Volumen}} = \sqrt[3]{\frac{W}{\gamma_r}}$$

Siendo los espesores y pesos por capa finales:

CAPA		PESO DE ESCOLLERA (T)	ESPESOR (m)
MANTO PPAL	Cuerpo	2,3	1,9
	Morro	2,3	1,9
MANTO SECUNDARIO	Cuerpo	0,23	0,44
	Morro	0,23	0,44
NÚCLEO		5,75-11,5 KG	

Tabla 9. Peso de las piezas de cada capa del dique

Para establecer una anchura de coronación definitiva primero debe saberse cual es la mínima

$$B \geq n \cdot K_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{1/2}$$

$$B \geq 2 * 1,15 * \left(\frac{2,3}{2,7} \right)^{1/2} = 2,12m$$

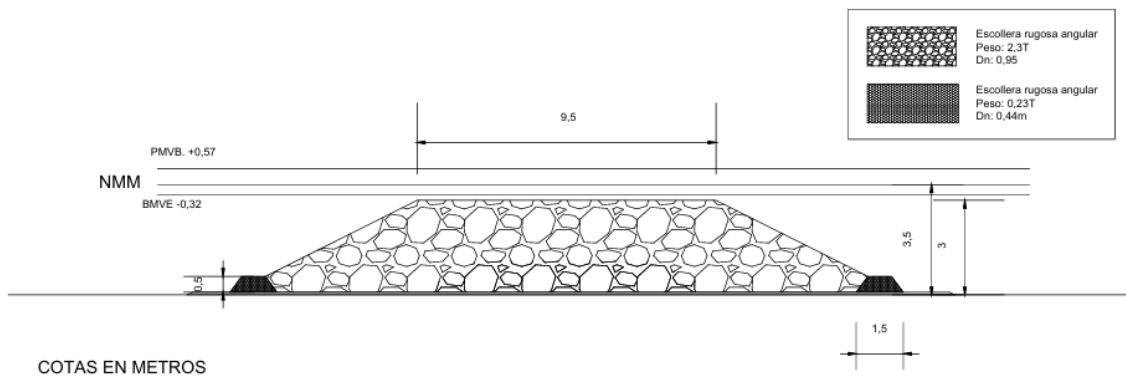
Se tiene que el ancho mínimo de coronación son 2,12m. En la etapa de construcción este será de 5,5m para permitir el tránsito de la maquinaria pero una

vez rebajado a la cota de proyecto (-0,5m) este ancho se verá incrementado debido a su sección trapezoidal. El ancho de coronación cuando el dique se encuentre en servicio será de 9,5m.

Debido a que el terreno sobre el que apoya la estructura es arena habrá que disponer una berma de refuerzo en la cimentación de toda la estructura, tanto en el cuerpo como en el morro, así podrán evitarse asentamientos excesivos o el fallo por las erosiones que pueda causar el oleaje sobre el fondo. Se colocará una base como filtro impidiendo que los granos de arena se desplacen a través de los huecos. Los refuerzos dispuestos tendrán una anchura de 1,5m y una altura de 0,5m desde la base artificial.

Dado que las capas interiores del dique (manto secundario y núcleo) tendrán unas dimensiones muy reducidas se optará por ejecutar el dique con el material de escollera utilizado en el manto principal de esta forma nos podremos ahorrar la dificultad constructiva que supondrían estas dos capas.

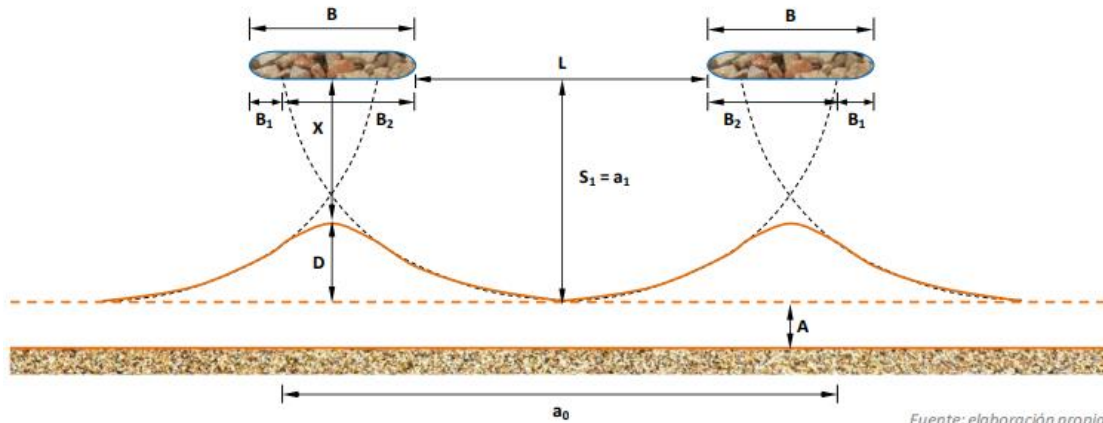
La sección tipo del dique quedaría finalmente de la siguiente manera



3.2. Dimensionamiento en planta del dique

Para el diseño en planta de la batería de diques debe determinarse primero la forma que se quiere que tomen en planta, es decir, si se busca que formen un tómbolo, hemitómbolo o que permanezca lineal.

En este caso se diseñarán con el objetivo de formar hemitómbolos para ello deben definirse los siguientes parámetros.



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Parámetros de batería de diques exentos

La distancia de la línea de costa hasta los diques estará marcada por la distancia desde la costa hasta la profundidad de 3,5m por lo que $S_1=170\text{m}$, los hemitómbolos alcanzarán un ancho de 75m y el ancho mínimo de costa será de $A=45\text{m}$. Se ha establecido una longitud de los diques de 120m con una separación entre diques de $L=210\text{m}$.

3.3. Coste de la actuación

La inversión que requiere la actuación queda desglosada de la siguiente manera.

Actuación 3.1.				
Ud	Concepto	Medición	Coste Unit. (€)	Coste €
Espigones				
M ³	Escollera de 2,3t, incluyendo suministro, transporte y colocación	65.420,28	69,75	4.563.064,53
M ³	Escollera de 230kg incluyendo suministro, transporte y colocación	6.871,32	43,91	301.719,66
M ³	Todouno de cantera de 5~11kg incluyendo suministro, transporte y colocación	103.023,9	24,57	2.531.297,22
Otros				
Ud	Balizamiento de las obras	14.000,00	1	14.000,00
Ud	Accesos provisionales	6.000,00	1	6.000,00
Ud	Gestión de Residuos	20.500,00	1	20.500,00
Ud	Plan de Vigilancia	75.000,00	1	75.000,00
Ud	Control Arqueológico	18.000,00	1	18.000,00
Ud	Estudio de Seguridad y Salud	45.000,00	1	45.000,00
Total				7.574.581,41

4. Retirada de gravas

Una de las actuaciones necesarias en el tramo de costa es la retirada de las gravas provenientes del norte. El problema de aparición de un material que altera el tamaño y la composición de las playas objeto de estudio está solucionado parcialmente ya que la construcción del espigón de la Gola de Queralt bloquea el transporte de gravas hacia estas playas haciendo que no aumente la presencia de estas, además las gravas presentes serán arrastradas cuando ocurran eventos de temporal.

Con esta actuación podría ponerse fin a la invasión de gravas en el tramo afectado que va desde la Gola de Queralt hasta la zona sur de la playa de Almardà. Se han llegado a generar espesores de hasta 1m en el frente de playa haciendo que cambien la tipología del perfil tornándolas mas reflejantes derivando en un aumento de la pendiente.

Dado que se va a realizar una obra de defensa costera las actuaciones que implican la retirada total de las gravas no supondrán dejar a la costa vulnerable frente a posibles temporales por lo que su impacto no será tan negativo.

Las dos alternativas que se barajan incluyen el cribado de las gravas la diferencia de estas es que una lo combina con el machaqueo del material y en la otra se opta por la retirada de estas a zonas de vertido.

4.1. Cribado y machaqueo de gravas

En esta actuación se llevará a cabo el cribado del material presente en las playas de Corinto y Almardà para la eliminación de las gravas presentes en este y su posterior machaqueo. Una vez realizado el proceso se mezclará con la arena de la playa y de esta forma las gravas habrán sido eliminadas y la playa seca no experimentará una pérdida de material. El volumen de sedimento con el que se trabajará se estima en 113.000m³ y el volumen de gravas que será cribado serán cerca de 75.000m³

Como se ha comentado antes, las actuaciones donde son retiradas las gravas en su totalidad suponen una disminución en la defensa frente a temporales, pero al ejecutarse obras de protección litoral hace que este factor no sea tan importante.

En aspectos sociales, esta alternativa favorece la explotación de la playa para los usuarios ya que mejora la comodidad y, al permitir tener perfiles más tendidos, facilita el acceso al baño. Por otro lado, el material resultante del machaqueo será mas anguloso por lo que la comodidad no mejora todo lo esperable.

La inversión, de manera aproximada, que supondría esta actuación sería

Actuación 3.1.				
Ud	Concepto	Medición	Coste Unit. (€)	Coste €
T	Trasvase de arena y grava procedente de la playa, incluyendo acopio intermedio, segunda carga, transporte, descarga, extendido y perfilado	186.450	4,84	904.285,5
T	Cribado y molienda de gravas mediante trituradora de cono móvil con rendimiento medio 200t/h	127.500	1,15	146.625
Total				1.050.907,5

4.2. Cribado y retirada de gravas

En esta actuación el material en lugar de ser machacado se depositará en otras zonas donde el tamaño de sedimento sea similar y no genere un cambio en la naturaleza de la playa.

La grava se retirará de los mismos lugares que antes y en las mismas cantidades, se dividirá en dos grupos según sean mas grandes o mas pequeñas y se transportarán las primeras a la playa de Almenara, al otro lado de la Gola de Queralt, debido a que esta playa es de grava y las que tengan un menor tamaño se depositarán en las proximidades de les Cases de Queralt para así aumentar la protección de este lugar.

Esta alternativa supone una pérdida de material en las playas por lo que se vuelven más vulnerables frente a inundaciones y supone que el aporte de arenas sea mayor.

Además, al no eliminar las gravas de la unidad fisiográfica hace que se tenga que repetir la actuación periódicamente pero no genera cambios globales en el sistema de playas.

Para los usuarios no ha habido cambios importantes respecto a la situación actual por lo que no les perjudica pero tampoco mejora la explotación de las playas.

Por último, un presupuesto aproximado de esta actuación sería:

Actuación 3.1.				
Ud	Concepto	Medición	Coste Unit. (€)	Coste €
Grava de menor tamaño				
T	Trasvase de arena y grava procedente de la playa, incluyendo acopio intermedio, segunda carga, transporte, descarga, extendido y perfilado	82.867	4,85	401.903
T	Cribado de grava mediante criba móvil de rendimiento medio 100t/h	82.867	0,80	66.293
T*km	Transporte de gravas por carretera desde playa de Almardà hasta casas del Queralt	285.500	0,2	51.700
Grava de mayor tamaño				
T	Trasvase de arena y grava procedente de la playa, incluyendo acopio intermedio, segunda carga, transporte, descarga, extendido y perfilado	103.583	4,85	502.379
T	Cribado de grava mediante criba móvil de rendimiento medio 100t/h	103.583	0,80	82.867
T*km	Transporte de gravas por carretera desde playa de Almardà hasta playa de Almenara	515.625	0,2	103.125
Total				1.208.268

4.3. Alternativa escogida

Para la elección de la alternativa han sido valorados los siguientes aspectos:

- Económico
- Social
- Eficacia

Parámetro	Cribado y machaqueo	Cribado y retirada
Económico (40%)	9	7
Social (25%)	8	6
Funcional (35%)	7	8
Total	8,05	7,1

La actuación que se va a llevar a cabo es el cribado y machaqueo de los áridos.

5. Plan de seguimiento

Con la implantación de un plan de seguimiento podrá conocerse la evolución de la playa una vez implantadas las medidas, este se enfocará principalmente en el control de los perfiles de playa y en la variación de la línea de costa.

El plan de seguimiento mostrará la efectividad de la actuación pudiendo adaptarla a la evolución que presente la costa llevando a cabo unas actuaciones u otras. El seguimiento se realizará a través de distintos métodos.

5.1. Seguimiento fotográfico

Es uno de los más empleados históricamente, en este caso se realizará mediante fotos aéreas ya que permiten el análisis de frentes mayores. Se definirán unos parámetros, como son el referenciar la línea de costa como la intersección de la playa, y la época de la que tomar la imagen para así evitar errores a la hora del análisis como pueden ser comparar la línea de costa en una época de temporales con una donde predominen los periodos de calmas.

5.2. Método BP de seguimiento de playas

Este método establece 4 fases.

5.2.1. Definición de perfiles

Hay que establecer dos categorías de perfil

- Perfil de control intenso: zonas de playa de especial interés como son la playa a sotamar de la Gola del Queralt o los puntos donde se vayan a formar los hemitómbolos debido a los diques.
- Perfil de control básico: las zonas del litoral más estables

5.2.2. Establecimiento de cabezas de perfil

Punto importante en el proceso de seguimiento ya que para poder evaluar su evolución deben estar referenciados correctamente. Viene definidas por sus coordenadas (X, Y, Z), UTM y cota referida al Cero de Alicante, en caso de que no encontremos en algún tramo de la costa una superficie rígida se establecerá la Cabeza de Perfil a través de una estaca, referenciándola con mayor exactitud por si acaso desaparece y conviene situarla de forma que detrás de esta haya un lugar en tierra fácilmente reconocible desde el mar.

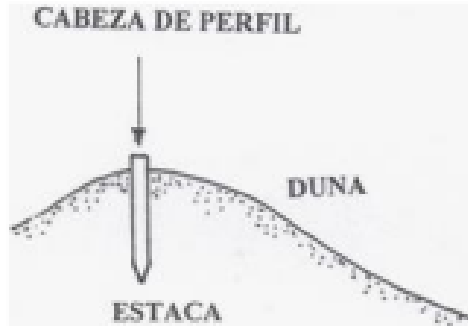


Figura 8. Estaca para fijar la estación en la toma de puntos



Figura 9. Estación en playa natural

5.2.3. Levantamiento de perfiles

Este se hace a través de la topografía terrestre y mediante el BP solapándose para formar el perfil, aunque los puntos que se tomen dependerán del tipo de playa en el que nos encontremos.

En el caso de estar en un perfil de playa natural se tomarán los siguientes puntos

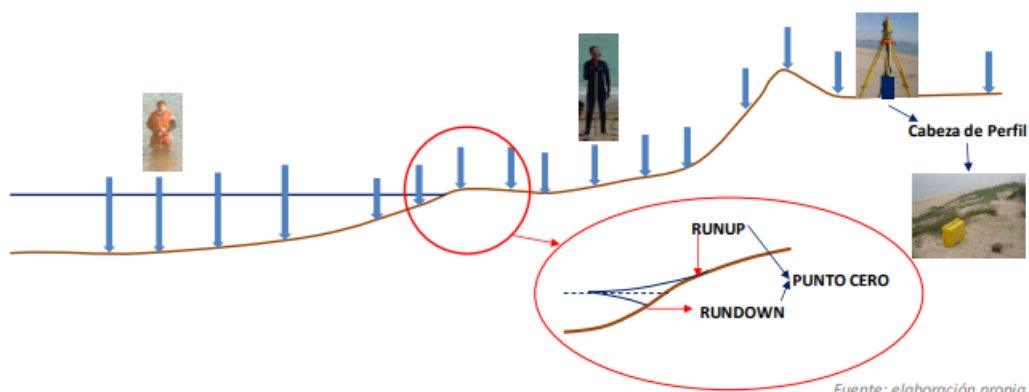


Figura 10. Puntos a tomar en perfil de playa natural

Cuando se tenga un perfil de playa con paseo marítimo los puntos a tomar pasarán a ser estos

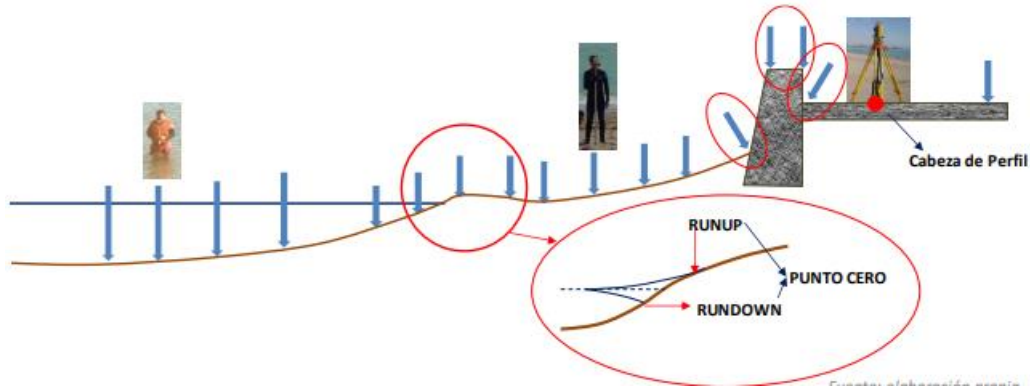


Figura 11. Puntos a tomar en perfil de playa con paseo marítimo

El perfil de la playa sumergida se levantará con el BP, la embarcación parte desde la posición mas próxima a la orilla que sea posible y avanza mar adentro hasta la profundidad límite que alcance el BP que son 8m. Una vez lleguen al punto límite volverán a la costa para tener una mejor definición del perfil, este método es conocido también como doble escandallo.

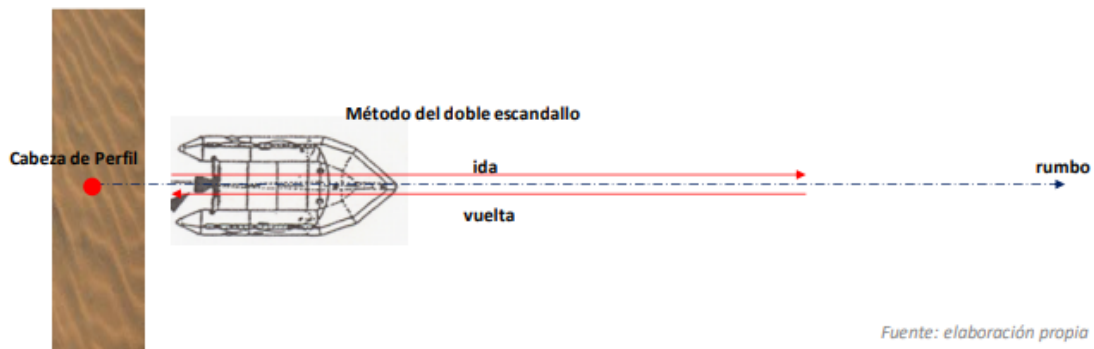


Figura 12. Método del doble escandallo

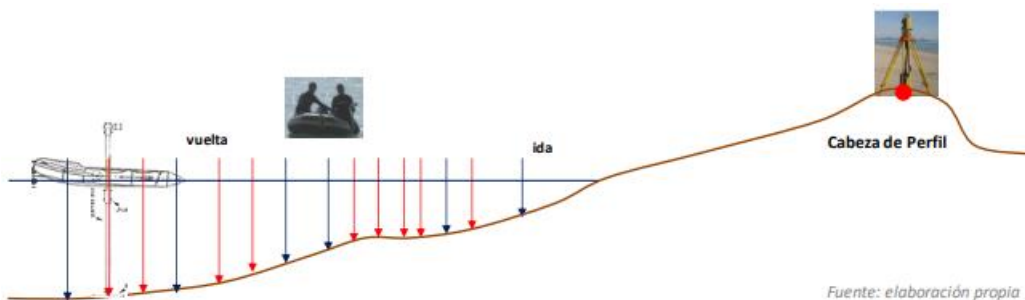


Figura 13. Método del doble escandallo

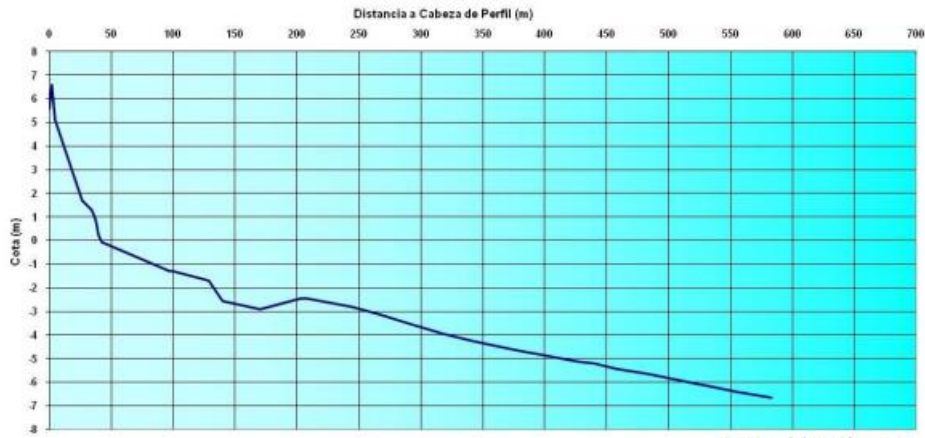


Figura 14. Perfil batimétrico

5.2.4. Levantamiento Línea Cero

Para definir la evolución de la parte emergida se define la Línea Cero, no en la orilla, y con el apoyo topográfico el operador recorrerá la orilla de la playa marcando los puntos de subida del oleaje (runup) y el retroceso (rundown) que determinarán la cota cero de la playa.

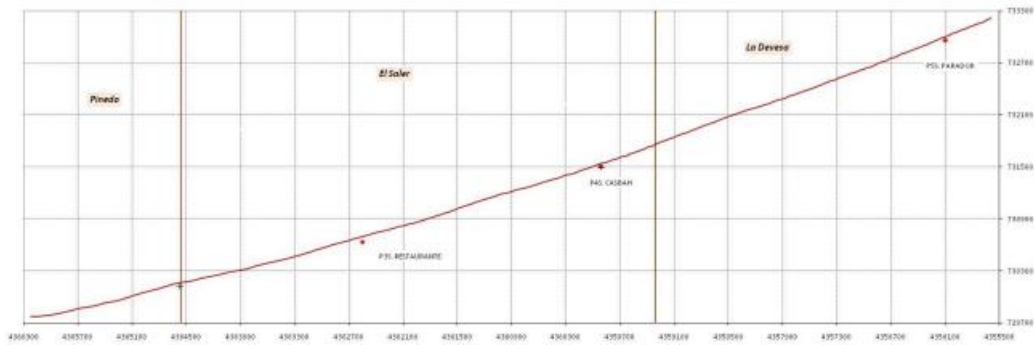


Figura 15. Línea cero

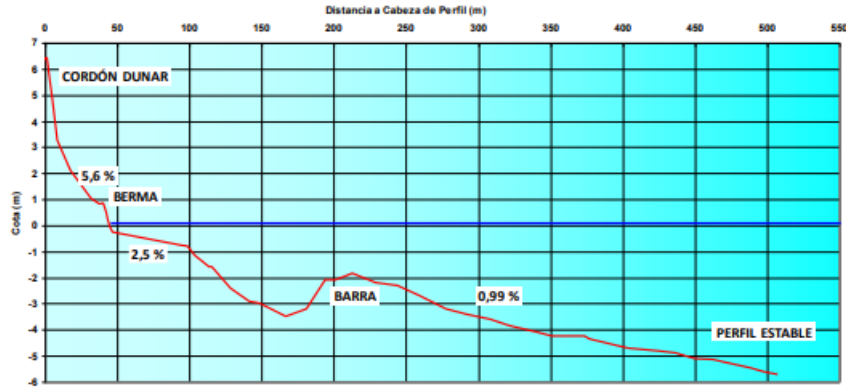


Figura 16. Perfil estable

5.3. Ejecución del plan de seguimiento

Este se realizará a dos veces al año, una en épocas de temporales y otra en épocas de calma para así saber los cambios que se generan en la costa en cada época del año.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1												
2												
3												
4												

Aporte de arenas	
Levantamiento de perfiles	

Tabla 10. Plan de seguimiento y eventualidad de las actuaciones

6. Bibliografía

Grupo Amper, 2020. Proyecto de regeneración de las playas de Canet, Almardà, Corinto y Malvarrosa, de los términos municipales de Canet d'en Berenguer y Sagunto (Valencia).

Serra, J.C., 2024. Apuntes ingeniería de costas: Volumen III. Oceanografía, dinámica y procesos litorales

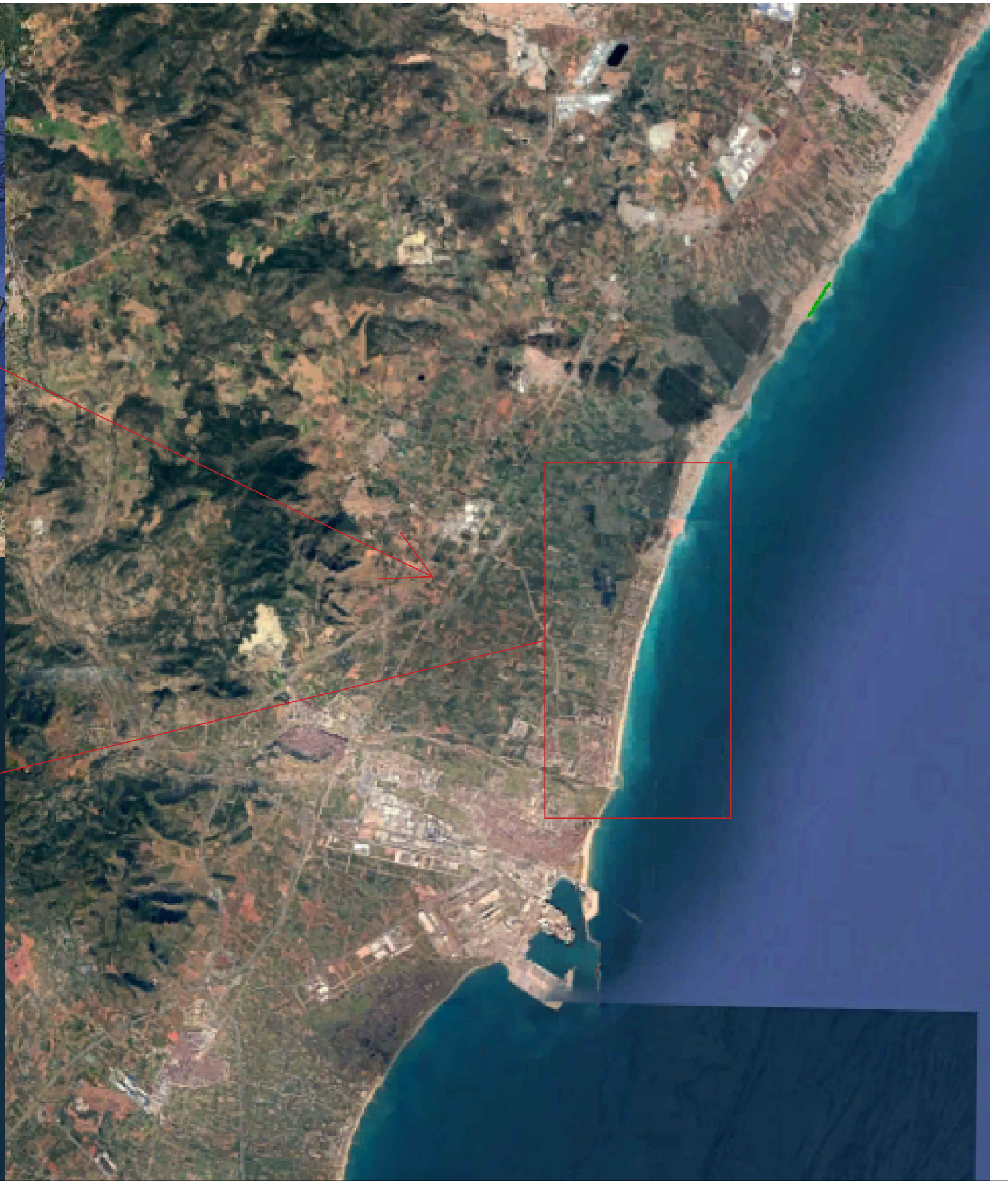
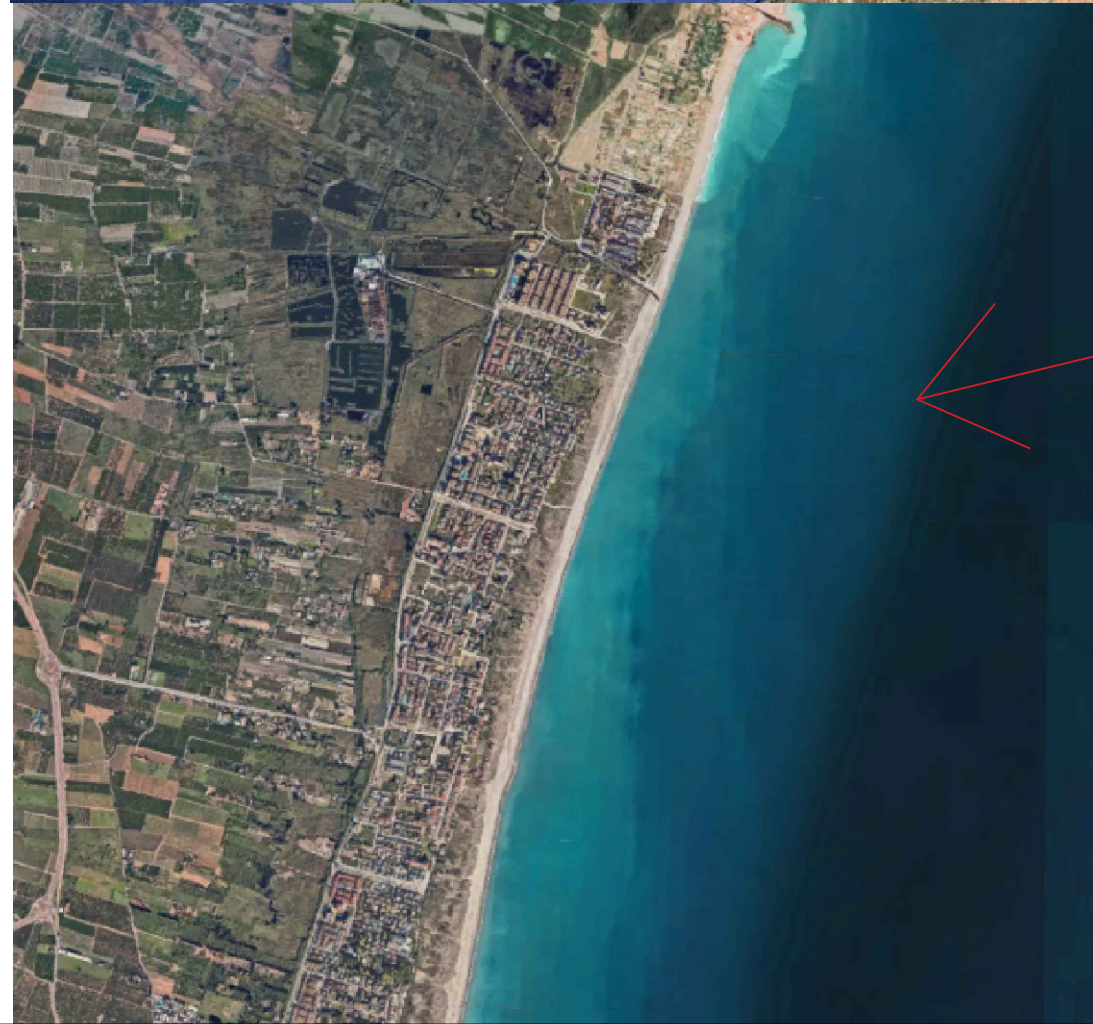
Serra, J.C., 2024. Apuntes ingeniería de costas: Volumen IV. Oceanografía, dinámica y procesos litorales

DOCUMENTO N°2: PLANOS



Índice de Planos

- LOCALIZACIÓN
- PLANTA SOLUCION VISTA GENERAL
- PLANTA SOLUCION
- EVOLUCIÓN DE LA COSTA VISTA GENERAL
- EVOLUCIÓN DE LA COSTA
- SECCIÓN TIPO DEL DIQUE Y VISTA EN PLANTA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

Autor:
David Ibáñez Dolz

Fecha:
JULIO 2024

Título del estudio:
ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA
Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO

Escala:
VARIAS

Título del plano:
LOCALIZACIÓN

Plano Nº:
1

HOJA 1 DE 1



© 2024 Microsoft Corporation © 2024 Maxar ©CNES (2024) Distribution Airbus DS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 25000	Título del plano: PLANTA SOLUCION VISTA GENERAL	Plano Nº: 2 HOJA 1 DE 1
--	------------------------------------	------------------------------	---	---------------------	--	-------------------------------



© 2024 Microsoft Corporation © 2024 Maxar © CNES (2024) Distribution Airbus DS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 5000	Título del plano: PLANTA SOLUCION	Plano Nº: 3 HOJA 1 DE 4
--	------------------------------------	------------------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-------------------------------



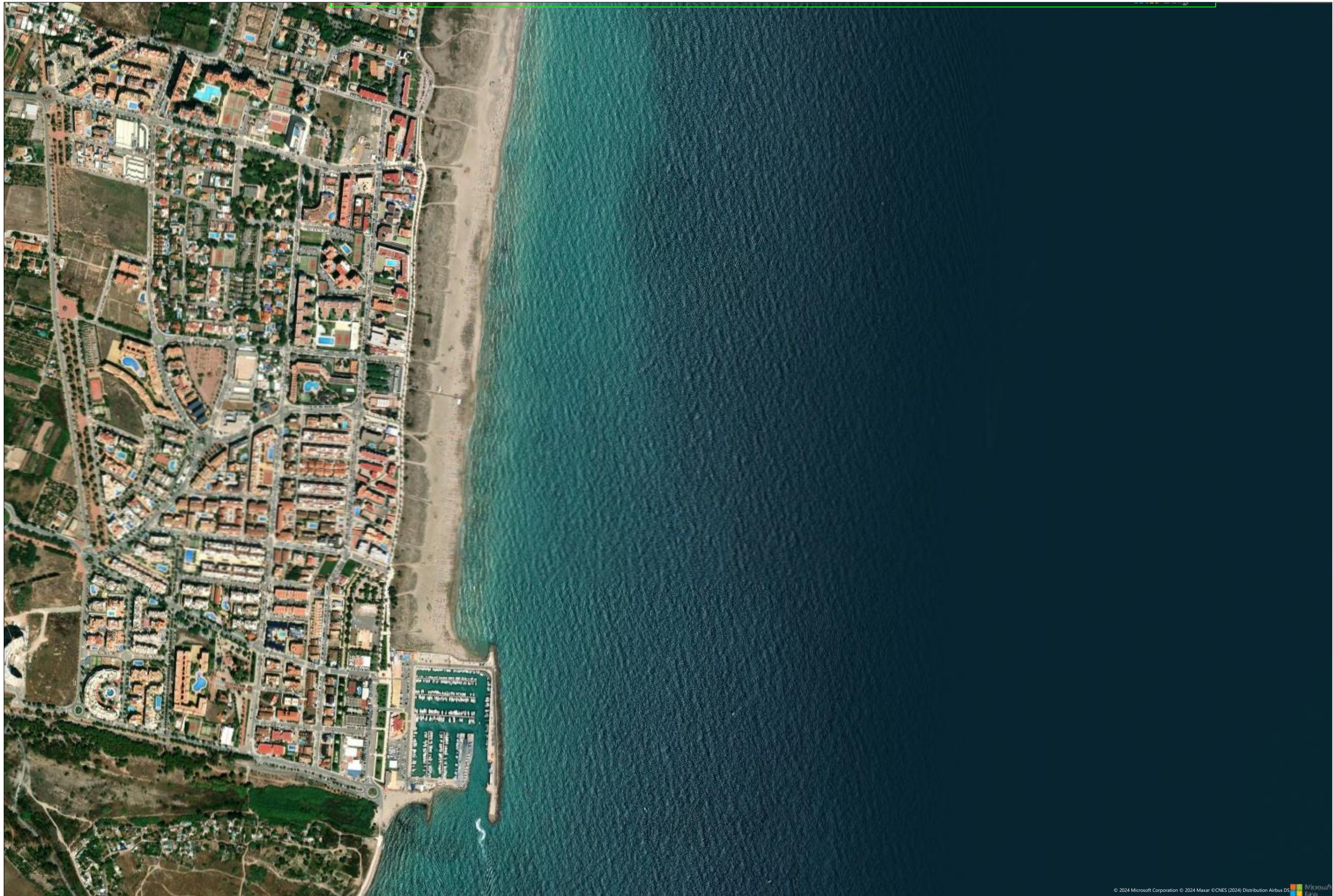
© 2024 Microsoft Corporation © 2024 Maxar ©CNES (2024) Distribution Airbus DS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 5000	Título del plano: PLANTA SOLUCION	Plano Nº: 4 HOJA 2 DE 4
--	------------------------------------	------------------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-------------------------------



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 5000	Título del plano: PLANTA SOLUCION	Plano Nº: 5
						HOJA 3 DE 4



© 2024 Microsoft Corporation © 2024 Maxar © CNES (2024) Distribution Airbus DS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 7500	Título del plano: PLANTA SOLUCION	Plano Nº: 6 HOJA 4 DE 4
--	------------------------------------	------------------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-------------------------------



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 25000	Título del plano: EVOLUCIÓN DE LA COSTA PLANTA GENERAL	Plano Nº: 7 HOJA 1 DE 1
--	------------------------------------	------------------------------	---	---------------------	---	-------------------------------



© 2024 Microsoft Corporation © 2024 Maxar ©CNES (2024) Distribution Airbus DS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANET D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 5000	Título del plano: EVOLUCIÓN DE LA COSTA	Plano Nº: 8 HOJA 1 DE 4
--	------------------------------------	------------------------------	---	--------------------	--	-------------------------------



© 2024 Microsoft Corporation © 2024 Maxar ©CNES (2024) Distribution Airbus DS



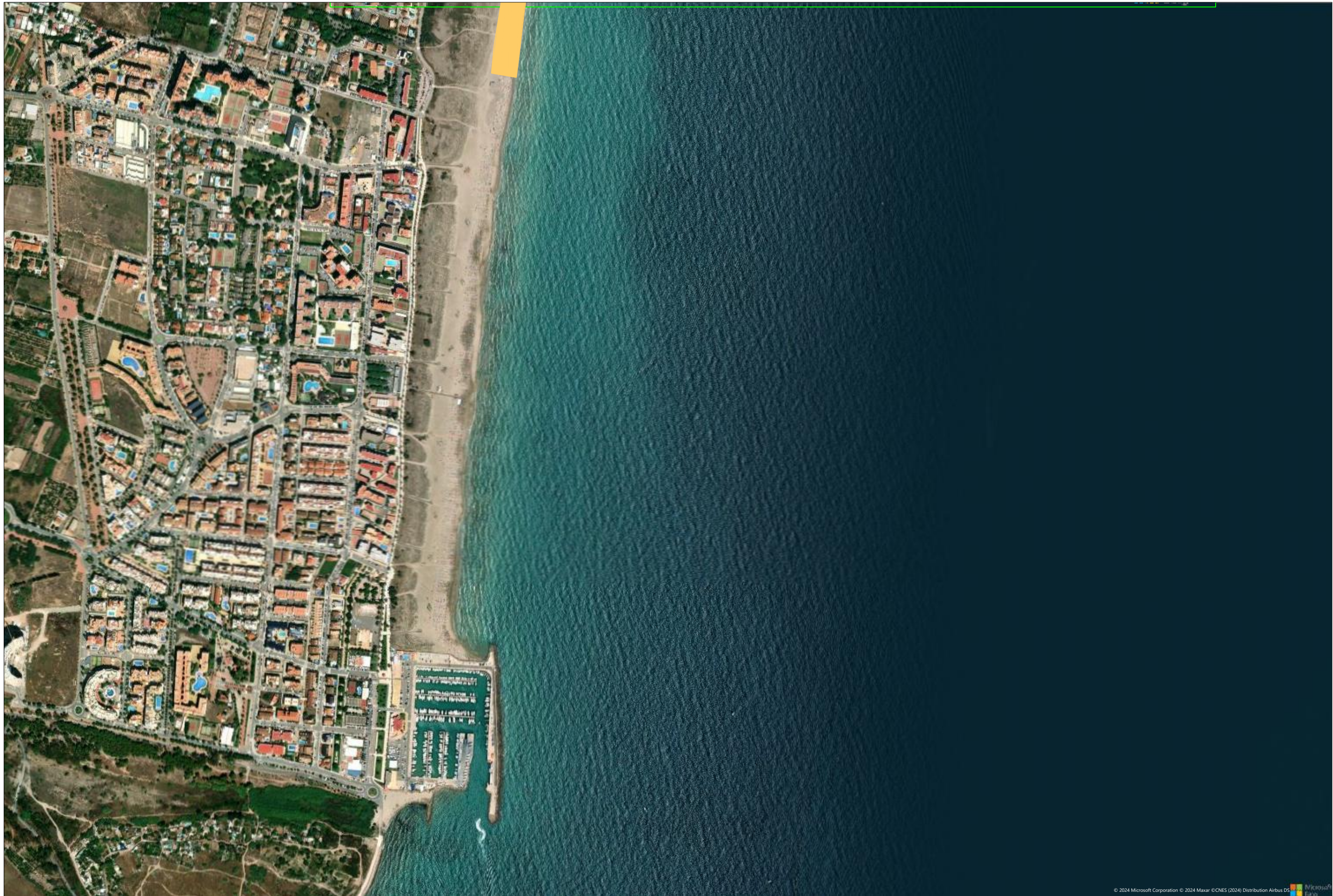
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 5000	Título del plano: EVOLUCIÓN DE LA COSTA	Plano Nº: 9 HOJA 2 DE 4
--	------------------------------------	------------------------------	---	--------------------	--	-------------------------------



© 2024 Microsoft Corporation © 2024 Maxar ©CNES (2024) Distribution Airbus DS

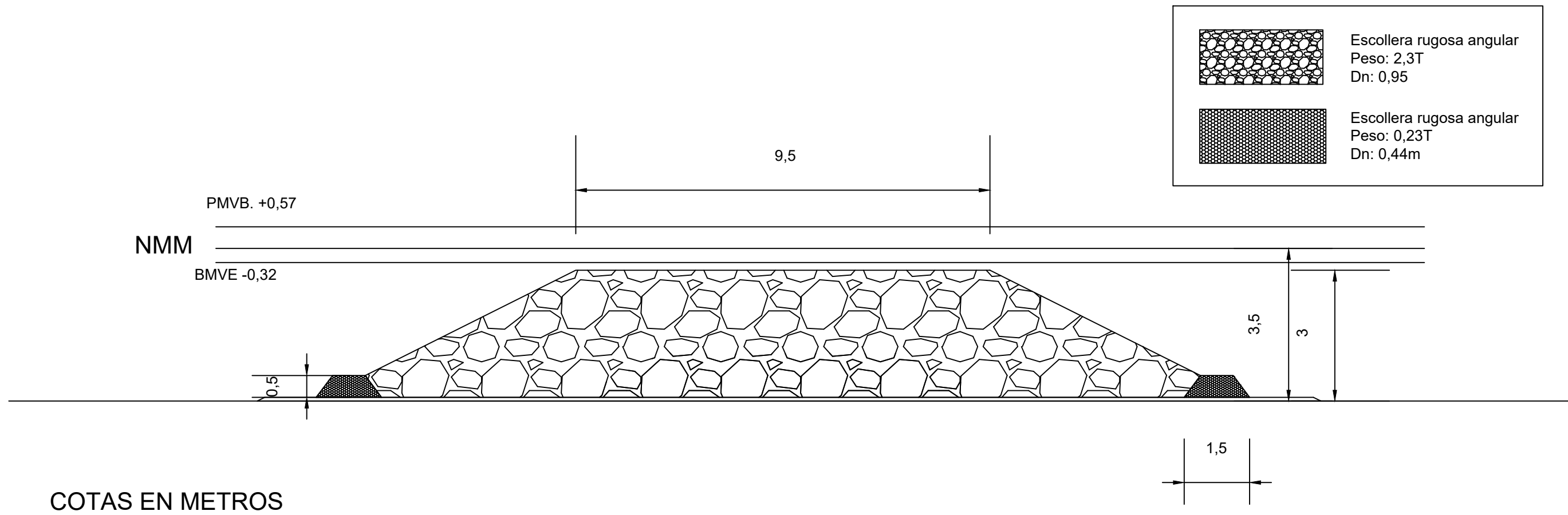
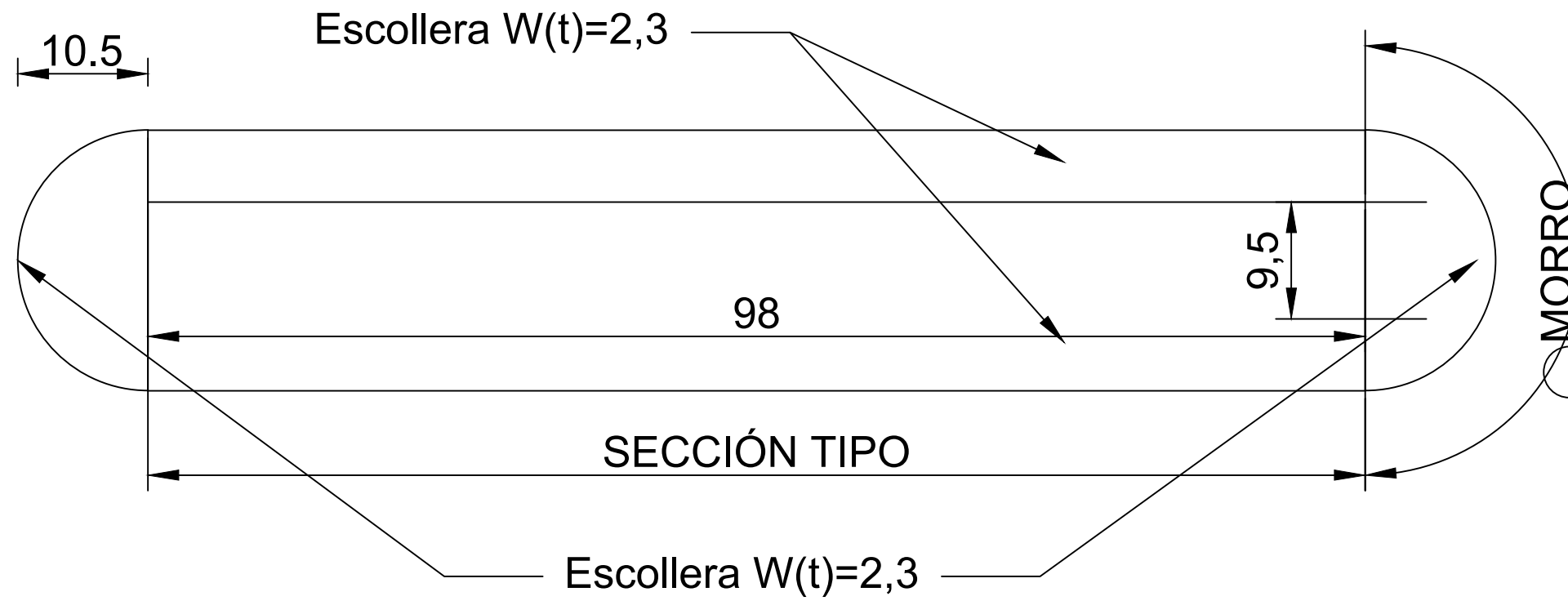


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 5000	Título del plano: EVOLUCIÓN DE LA COSTA	Plano N°: 10 HOJA 3 DE 4
--	------------------------------------	------------------------------	---	--------------------	--	--------------------------------



© 2024 Microsoft Corporation © 2024 Maxar © CNES (2024) Distribution Airbus DS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: SEPTIEMBRE 2024	Título del estudio: ESTUDIO DE REGRESIÓN Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DE LAS PLAYAS DE CANET, ALMARDA Y CORINTO UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE CANER D'EN BERENGUER Y SAGUNTO	Escala: 1: 7500	Título del plano: EVOLUCIÓN DE LA COSTA	Plano Nº: 11 HOJA 4 DE 4
--	------------------------------------	------------------------------	---	--------------------	--	--------------------------------



COTAS EN METROS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Autor: David Ibáñez Dolz	Fecha: JULIO 2024	Título del estudio: Estudio para la mejora de la seguridad vial de la CV-5040 en el acceso sur al municipio de Cullera	Escala: VARIAS	Título del plano: SECCIÓN TIPO DEL DIQUE Y VISTA EN PLANTA	Plano Nº: 12 HOJA 1 DE 1
--	------------------------------------	----------------------	--	-------------------	---	--------------------------------