

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES-----	8
2	OBJETO-----	8
3	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES -----	9
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD FISIOGRAFICA-----	18
5	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO -----	21
6	ESTUDIO DE LA DINÁMICA LITORAL -----	23
6.1	INTRODUCCIÓN-----	23
6.2	DATOS-----	24
6.3	CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA MARÍTIMO-----	28
6.3.1	Viento -----	28
6.3.2	Oleaje -----	39
6.3.2.1	Régimen medio.-----	47
6.3.2.2	Régimen extremal. -----	48
6.4	COTA DE INUNDACIÓN -----	50
6.5	CAMBIO CLIMÁTICO-----	64
6.6	BATIMETRÍA-----	67
6.7	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-----	68
6.7.1	Contexto geológico-----	68
6.8	TRANSPORTE LITORAL Y BALANCE SEDIMENTARIO -----	71
6.8.1	Consideraciones previas -----	71
6.8.2	Tasas de erosión/ sedimentación -----	73
6.8.3	Evolución de la Línea de Costa -----	77
6.9	PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS-----	78
6.10	CONCLUSIONES-----	79
7	BIBLIOGRAFÍA-----	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las instalaciones de saneamiento. Fuente: Plano I-01 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	10
Figura 2 Secciones de pozo de registro de las instalaciones de saneamiento. Fuente: Plano I-01 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	11
Figura 3 Dimensiones de las instalaciones de saneamiento. Fuente: Plano I-01 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	11
Figura 4. Distribución de las instalaciones de abastecimiento. Fuente: Plano I-02 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	13
Figura 5. Sección zanjas y dimensiones de las instalaciones de abastecimiento. Fuente: Plano I-02 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	14
Figura 6 Distribución de las instalaciones de electricidad. Red de tomas. Fuente: Plano I-03 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	15
Figura 7 Sección zanjas de las instalaciones de electricidad. Red de tomas. Fuente: Plano I-03 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	15
Figura 8 Distribución de las instalaciones de electricidad. Red de alumbrado. Fuente: Plano I-04 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	16
Figura 9 Sección zanjas de las instalaciones de electricidad. Red de alumbrado Fuente: Plano I-04 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	16
Figura 10. Distribución de las instalaciones de telecomunicaciones. Fuente: Plano I-05 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	17
Figura 11 Sección zanjas de las instalaciones de telecomunicaciones. Fuente: Plano I-05 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).	17
Figura 12: Vista aérea de la Playa de Las Piletas	18
Figura 13. Espacios naturales protegidos en el entorno del ámbito de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.	19
Figura 14. Reserva de la Biosfera Doñana. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.	20
Figura 15. Unidades Fisiográficas del Litoral en el área de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.	21
Figura 16 Ubicación geográfica de las instalaciones. Escala 1:5.000	22

Figura 17. Ubicación geográfica de las instalaciones. Escala 1:2.000	22
Figura 18. Clasificación a Escala Temporal/Espacial de los Procesos Costeros.	23
Figura 19. Procedencia de los datos empleados para el presente estudio.	25
Figura 20. Ubicación de la Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	25
Figura 21. Ubicación del punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.	26
Figura 22. Rosa de los vientos. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	29
Figura 23. Rosa de los vientos. Invierno (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	30
Figura 24. Rosa de los vientos. Primavera (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	30
Figura 25. Rosa de los vientos. Verano (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	31
Figura 26. Rosa de los vientos. Otoño (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	31
Figura 27. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de invierno en los años 1996-2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	32
Figura 28. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de primavera en los años 1996-2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	33
Figura 29. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de verano en los años 1996-2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	33
Figura 30. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de otoño en los años 1996-2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	34
Figura 31. Velocidad de viento media y máxima (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Fuente: Puertos del Estado.	34
Figura 32. Rosa de los vientos. Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.....	35
Figura 33. Rosa de los vientos. Invierno (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.....	36
Figura 34. Rosa de los vientos. Primavera (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.....	36
Figura 35. Rosa de los vientos. Verano (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.....	37
Figura 36. Rosa de los vientos. Otoño (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.....	37
Figura 37. Velocidad del viento, Punto SIMAR 315019035. Medias y máximas mensuales en los años 2012-2026 (Fuente: Puertos del Estado).	38
Figura 38. Rosa de oleaje. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	40
Figura 39. Histogramas. Altura significativa de ola y Período pico. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	41

Figura 40. Histograma de altura significativa de ola. Invierno (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	41
Figura 41. Histograma de altura significativa de ola. Primavera (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	42
Figura 42. Histograma de altura significativa de ola. Verano (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	42
Figura 43. Histograma de altura significativa de ola. Otoño (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	43
Figura 44. Gráfico de altura significativa de ola máxima y media mensual para un periodo comprendido entre 1996 y 2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	43
Figura 45. Rosa de oleaje punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.	44
Figura 46. Histograma de altura significativa de ola. Invierno (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.	45
Figura 47. Histograma de altura significativa de ola. Primavera (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.	46
Figura 48. Histograma de altura significativa de ola. Verano (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.	46
Figura 49. Histograma de altura significativa de ola. Otoño (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.	47
Figura 50. Gráfico de altura significativa de ola máxima y media mensual para un periodo comprendido entre 2012 y 2026. Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.	47
Figura 51. Régimen medio del oleaje (1996-2024). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	48
Figura 52. Régimen Extremal de Oleaje (1996-2024). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	49
Figura 53. Factores que afectan a la cota de inundación. Fuente: Atlas de Inundación.	51
Figura 54. Componentes de SCI. Atlas de Inundación.	52
Figura 55. Ubicación del área IV y subzona a. Atlas de Inundación.	54
Figura 56. Localización de la Información Instrumental. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español.	54
Figura 57. Información analizada. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español.	55
Figura 58. Orientaciones significativas. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español.	55
Figura 59. Planta batimétrica y topográfica de la playa de estudio.	57
Figura 60. Perfil Longitudinal de la playa de estudio.	57
Figura 61. Perfil de tormenta y perfil de acreción (VAN RIJN, L.C. 1998)	58
Figura 62. Régimen Extremal de Cota de Inundación para una playa abierta, área IV subzona a. Atlas de Inundación.	59
Figura 63. Niveles de referencia área IV. Subzona a. Atlas de Inundación.	61
Figura 64. Régimen extremal NM. Área IV, subzona a, Atlas de Inundación.	61

Figura 65. Parámetros incluidos en la formulación de Van del Meer y Jansson (1995). Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español.	63
Figura 66. UG de la UC-CA2.1 Puerto de Bonanza-Puerto de Chipiona	66
Figura 67. Batimetría de la zona de estudio. Fuente: Estudio Ecocartográfico de la Provincia de Cádiz.	68
Figura 68. Encuadre geológico de la cuenca del Guadalquivir. Fuente: Mayoral, E.J., Abad, M. 2008.	69
Figura 69. Mapa geológico del ámbito de estudio. Fuente: Diputación Provincial de Cádiz. .	70
Figura 70. Transporte transversal hacia mar y hacia costa. Fuente: Universidad de Cádiz. .	72
Figura 71. Deriva de playa o <i>Beach drift</i> . Fuente: Universidad de Cádiz.	72
Figura 72. Modelo morfodinámico de funcionamiento de las playas incluidas en la unidad UC-CA2 Puerto de Bonanza-Puerto de Chipiona. Fuente: Estrategias para la protección de la costa.	73
Figura 73. Tasas de erosión históricas en el ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.	74
Figura 74. Tasas de erosión recientes en el ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.	75
Figura 75. Evolución de la línea de costa.	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Espacios naturales protegidos presentes en el entorno del ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.	19
Tabla 2. Velocidad media y dirección principal de procedencia de los vientos por trimestre. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	32
Tabla 3. Velocidad media y dirección principal de procedencia de los vientos por trimestre. Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.	38
Tabla 4. Estimaciones del Régimen Extremal (1996-2024). Puertos del Estado	50
Tabla 5: Orientación de la Playa de Las Piletas.	56
Tabla 6. SCI (m) para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años.	59
Tabla 7: SNM para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años.	62
Tabla 8. Resumen cálculo de la longitud en la horizontal a la que llega el Ru.	64
Tabla 9. Tasas de erosión en UC-CA2. Fuente: Estrategias para la protección de la costa. .	76

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL PARA LAS INSTALACIONES ASOCIADAS A LAS CARRERAS DE CABALLOS EN LA PLAYA DE LAS PILETAS, TÉRMINO MUNICIPAL DE SANLÚCAR DE BARRAMEDA (CÁDIZ)

RECEPCION	JUNTA DE ANDALUCIA	
	Delegación Territorial de Sostenibilidad y Medio Ambiente en Cádiz	
	2699903937628 - 16/04/2026	
	Registro Telemático	Hora
	Delegación Territorial de Sostenibilidad y Medio Ambiente en Cádiz	14:47:47

ATLANTIDA MEDIO AMBIENTE SL - -		16/04/2026 14:46	PÁGINA 7/86
VERIFICACIÓN	FjXBI4DMZPAZBQY4QN5CYJS6ER24LG	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	
			

1 ANTECEDENTES

El presente estudio se realiza a petición de la SOCIEDAD DE CARRERAS DE CABALLOS DE SANLÚCAR, con C.I.F. G-11.053.055 y domicilio en Avenida de las Piletas, s/n de la Ciudad de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), CP 11540. Esta sociedad se encuentra representada por D. Hermenegildo Mergelina Díez, con N.I.F. 31.611.449-L, en su calidad de Gerente de la misma.

2 OBJETO

El objeto del presente estudio es el de dar cumplimiento a lo que se establece en los artículos 91.3 y 93 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.

En el artículo 91 se establece el contenido mínimo que debe contemplarse en los proyectos a aportar para la solicitud de uso u ocupación del dominio público marítimo terrestre.

En su punto 3 se indica que cuando el proyecto contenga la previsión de actuaciones en el mar o en la zona marítimo-terrestre, deberá comprender un estudio básico de la dinámica litoral referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 93 de este Reglamento.

El presente estudio pretende evaluar el grado de interacción entre los procesos físico-naturales que determinan la dinámica litoral de la unidad fisiográfica con las instalaciones propuestas, y el grado de afección que puede ejercer a cada uno de dichos procesos. Por tanto, el objeto de este estudio es el de analizar y valorar si la instalaciones pueden suponer alguna afección a la dinámica litoral y no al revés, esto es, no se valora si dichas instalaciones pueden verse afectadas en algún momento por la dinámica costera.

Todo ello se analiza desde una perspectiva integradora, apostando por la inclusión del mayor número de elementos posibles relacionados con las características de la playa y su entorno más inmediato, así como de las características de las instalaciones y su diseño.

El proyecto tiene como finalidad la instalación de una serie de infraestructuras soterradas en la zona de las Piletas de Sanlúcar de Barrameda, donde se acota

provisionalmente un recinto para la celebración anual, durante el mes de agosto, del evento de las Carreras de Caballos en la Playa de Sanlúcar.

3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Actualmente, para la celebración del evento se acota provisionalmente un área de la playa situada al final del paseo marítimo, en la zona de Las Piletas, de aproximadamente 21.000 m².

Para ello, resulta necesaria la dotación de una serie de infraestructuras, que actualmente se instalan de manera provisional, mayoritariamente aérea o incluso a nivel de suelo, sin soterrar.

Una vez finalizado el evento, se desmonta el recinto, se restituye totalmente el entorno y vuelve a su estado natural.

Se propone el soterramiento de tales instalaciones, de manera que puedan permanecer ocultas durante todo el año, para volverse a conectar en los días de celebración de las Carreras de Caballos. Con ello se consigue al menos dos objetivos de los tres pilares del triángulo de la sostenibilidad:

- Sostenibilidad medioambiental, al mantener inalterado el entorno natural en la zona.
- Sostenibilidad económica, al optimizar económicamente la celebración del evento, ya que el desmontaje y montaje anual de estas infraestructuras para muy pocos días suponen un gasto innecesario que se podría reducir de manera ostensible.

Red de Saneamiento (Distribución radial)

Dada la naturaleza temporal del evento y su ubicación en entorno dunar, la solución técnica busca la mínima afección al terreno. Para ello, se han proyectado dos estaciones de bombeo (pozos de impulsión) situadas en puntos estratégicos dentro del propio recinto. Desde cada pozo se genera una distribución radial de colectores, lo que permite agrupar las conexiones de las arquetas temporales optimizando las pendientes y minimizando la profundidad de las excavaciones necesarias. La carga de vertido se ha equilibrado entre ambos pozos de la siguiente manera: Sector de Influencia A: Da servicio a uno de los aseos de las gradas, la zona de vestuarios para participantes, una zona de restauración y el espacio reservado para las fuerzas de seguridad. Sector de Influencia B: Atiende al segundo de los aseos anexos a las gradas,

la zona VIP, la zona de carpa y sus aseos anexos y la zona de “Palcos”. Esta bicefalia del sistema asegura que, en caso de incidencia técnica en un sector, el 50% de la infraestructura del evento permanezca totalmente operativa.

Debido a la ubicación del evento en la zona de playa, el recinto se encuentra a una cota topográfica inferior a la de la red de alcantarillado municipal. Por ello, la evacuación por gravedad es inviable. Para resolver este desnivel, cada pozo está equipado con bombas sumergidas de aguas cargadas. Estas unidades impulsan el caudal de forma mecánica hacia la red urbana superior. Se han seleccionado bombas con capacidad de transporte de sólidos y válvulas de retención integradas, garantizando que el agua evacuada no retorne al pozo y asegurando un vertido constante y controlado hacia el punto de conexión pública.

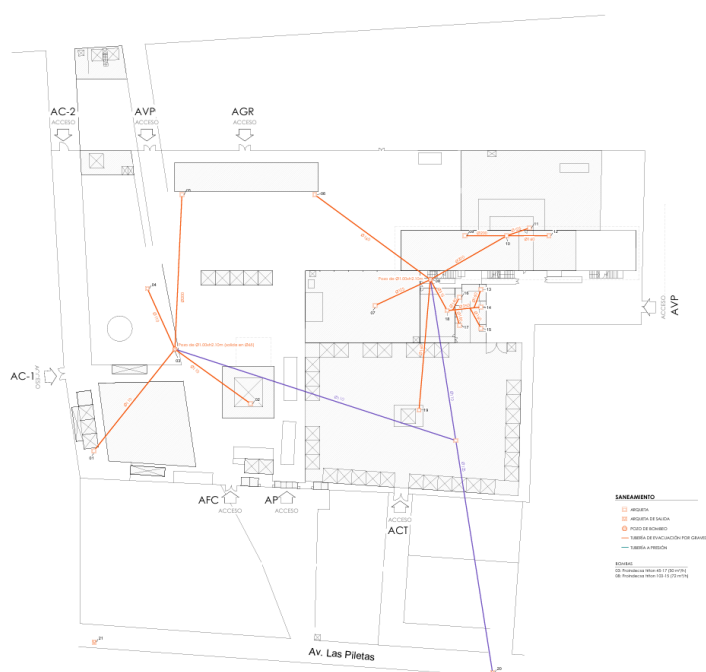


Figura 1. Distribución de las instalaciones de saneamiento. Fuente: Plano I-01 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).

El diseño se aleja de los estándares de una red común para adaptarse a las particularidades de un uso intensivo durante el mes de agosto

Para la gestión de Caudales Punta que difiere de una red urbana, donde el flujo es progresivo, aquí el vertido es discontinuo y masivo, coincide con los periodos de

descanso de la actividad. Los pozos actúan como vasos de regulación, permitiendo que las bombas evacuen el agua de forma eficiente durante estos picos de demanda. Ante la alta probabilidad de vertido de residuos sólidos (toallitas y similares) en un evento de gran afluencia, se ha priorizado el paso de sólidos en las bombas y un diámetro de impulsión de DN 110, evitando interrupciones en el servicio por atascos mecánicos.

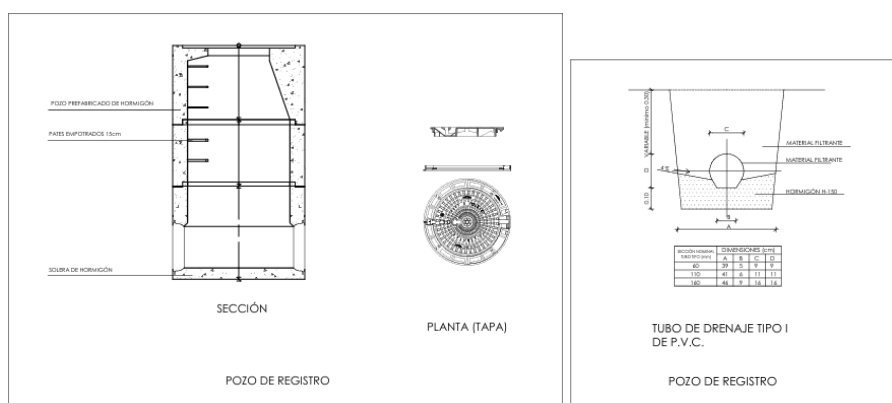


Figura 2 Secciones de pozo de registro de las instalaciones de saneamiento. Fuente: Plano I-01 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).

Nº	Máximo diámetro de salida	Tamaño de arqueta	Profundidad arqueta	Cota terreno	Cota cara superior enterrada	Excavación
1	110 50x50	50	50	2,85	2,45	0,9
2	110 50x50	50	50	2,32	1,92	0,9
3	200 P1x1.70	170	170	2,38	1,98	2,1
4	110 50x50	50	50	2,5	2,1	0,9
5	200 60x60	60	60	2,31	1,91	1
6	160 60x60	60	60	2,33	1,93	1
7	125 50x50	50	50	2,38	1,68	1,2
8	315 P1x1.70	170	170	2,47	2,07	2,1
9	200 60x60	60	60	2,38	1,98	1
10	200 60x60	60	60	2,38	1,68	1,3
11	125 50x50	50	50	2,38	1,98	0,9
12	160 60x60	60	60	2,38	1,98	1
13	160 60x60	60	60	2,38	1,98	1
14	160 60x60	60	60	2,38	1,98	1
15	160 60x60	60	60	2,38	1,98	1
16	160 60x60	60	60	2,38	1,98	1
17	160 60x60	60	60	2,38	1,98	1
18	315 70x80	80	80	2,38	1,98	1,2
19	160 60x60	60	60	2,04	1,64	1

Figura 3 Dimensiones de las instalaciones de saneamiento. Fuente: Plano I-01 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).

Red de abastecimiento (Red en anillo)

Para garantizar un suministro ininterrumpido y una presión equilibrada en todo el recinto de playa, la red de abastecimiento se ha proyectado mediante un sistema de anillo principal perimetral. Esta tipología de red mallada permite que el agua llegue a cualquier punto de consumo desde dos direcciones distintas, minimizando las pérdidas de carga y asegurando la redundancia del sistema.

Desde este anillo principal, parten las derivaciones radiales que dan servicio a las mismas áreas descritas en el sistema de saneamiento (Zonas de Seguridad, Vestuarios, Gradas, VIP y Restauración). Con el fin de garantizar una gestión eficiente y facilitar labores de mantenimiento sin interrumpir la actividad global, se han dispuesto los siguientes elementos de control:

- Válvulas de Seccionamiento en el Anillo: Se han previsto cuatro llaves de corte estratégicamente ubicadas en el trazado principal, permitiendo el aislamiento de sectores específicos del anillo en caso de fuga o avería.
- Llaves de Corte en Ramales: Cada derivación hacia las zonas de servicio cuenta con su propia llave de paso independiente, permitiendo la desconexión selectiva de barras de restauración o núcleos de aseos temporales.

La elección de materiales y diámetros responde a la necesidad de una instalación robusta capaz de soportar las exigencias de un evento masivo durante el mes de agosto:

- Tubería de Fundición (DN 110): El anillo principal se ejecuta en fundición con un diámetro de 110 mm. Este material ofrece una resistencia mecánica superior frente a posibles cargas externas en el terreno arenoso y una durabilidad óptima ante los picos de presión.
- Ramales de Derivación (32 mm y 40 mm): Las conexiones secundarias se han dimensionado para asegurar un caudal suficiente en los puntos de consumo críticos, como las cocinas de la Carpa Principal y los sistemas de descarga de los aseos públicos.

Al igual que en el saneamiento, el cálculo de la red no sigue patrones residenciales. Se ha dimensionado para responder al efecto "concurcencia", donde el 70% o más de los puntos de consumo pueden activarse simultáneamente durante los periodos de descanso, evitando caídas de presión que invaliden el funcionamiento de griferías temporizadas o sistemas de llenado de cisternas.

El diseño en anillo, combinado con el seccionamiento por sectores, convierte a la red en un sistema de alta resiliencia hidráulica. Frente a las fluctuaciones de demanda propias de un recinto con zonas VIP y restauración de alta capacidad, la red asegura una presión de servicio constante.



Figura 4. Distribución de las instalaciones de abastecimiento. Fuente: Plano I-02 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).



Ø NOMINAL TUBERÍAS DE FIBROCEMENTO	A	H
DE Ø 50 A Ø 80	0.50	0.80
Ø 100	0.50	1.25
DE Ø 110 A Ø 300	0.60	1.35
DE Ø 400 A Ø 500	0.70	1.50

NOTAS:
 Ø TUBERÍAS, EN MILÍMETROS
 MEDIDAS A x H, EN METROS
 1 RELLENO DE LAS ZANJAS CON MATERIAL CRIBADO SIN PIEDRAS SUPERIORES A 6 cm COFINADO AL 90 % PM

CUADRO DIMENSIONES ZANJAS

Figura 5. Sección zanja y dimensiones de las instalaciones de abastecimiento. Fuente: Plano I-02 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).

Alumbrado e instalación eléctrica

La canalización subterránea para alumbrado estará formada por dos tubos de PVC corrugados instalados en zanjás rellenas con tierras de la propia excavación, que se conectarán mediante arquetas prefabricadas de registro. Se instalarán basamentos permanentes enterrados a pie de las farolas que se montarán y desmontarán para el evento.

Para la instalación eléctrica se ejecutará instalación subterránea mediante dos tubos protectores de polietileno de doble pared sobre zanja con fondo de lecho de arena compactada y posterior relleno con tierras limpias procedentes de la excavación, conectadas mediante arquetas prefabricadas de registro. Estas canalizaciones se mantendrán vacías, con guías, para la instalación en su interior de las líneas eléctricas correspondientes para la celebración del evento.

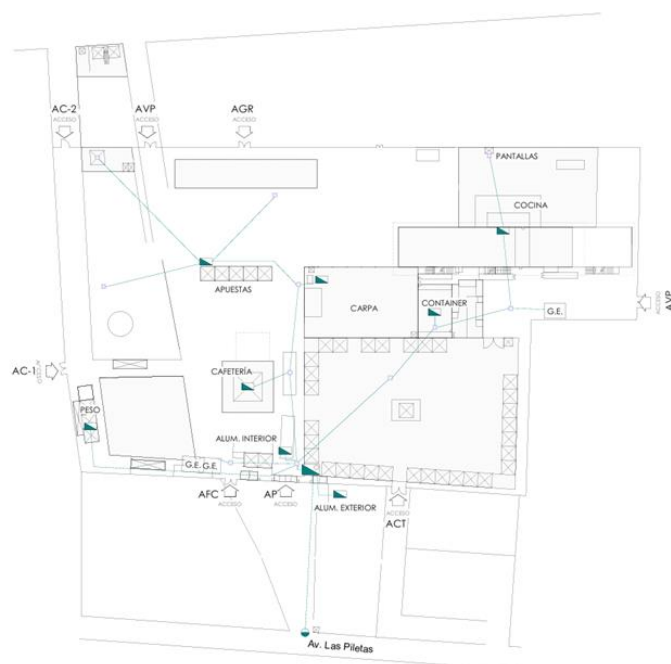


Figura 6 Distribución de las instalaciones de electricidad. Red de tomas. Fuente: Plano I-03 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).

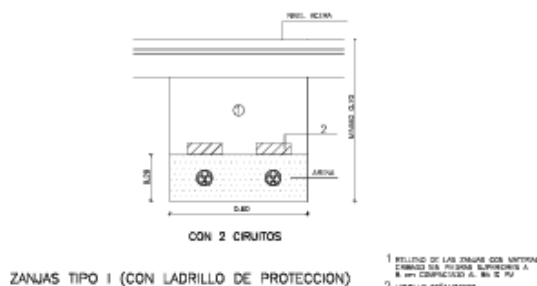


Figura 7 Sección zanjas de las instalaciones de electricidad. Red de tomas. Fuente: Plano I-03 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).

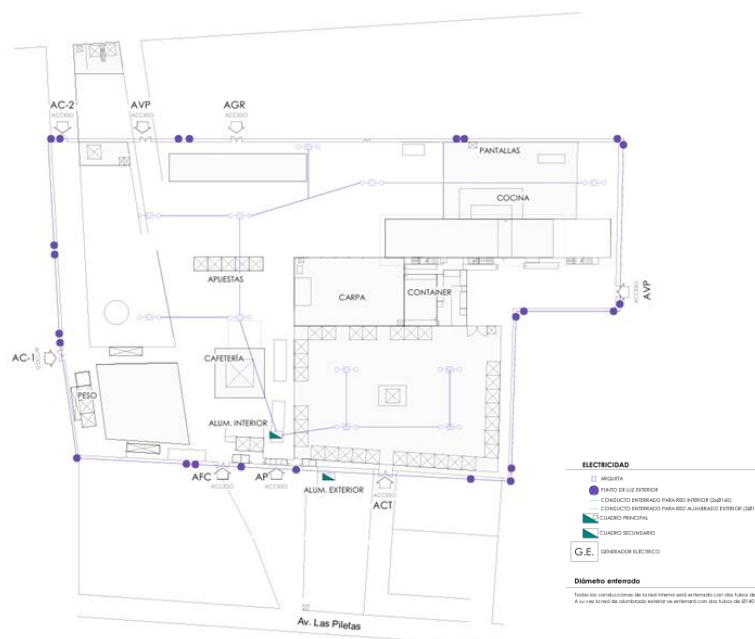


Figura 8 Distribución de las instalaciones de electricidad. Red de alumbrado. Fuente: Plano I-04 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).



Figura 9 Sección zanjas de las instalaciones de electricidad. Red de alumbrado Fuente: Plano I-04 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).

Red de telecomunicaciones

La canalización subterránea para red de telecomunicaciones estará constituida por tres tubos de PVC con solera y envoltura de hormigón HM-20, conectados mediante arquetas prefabricadas. Incorporarán asimismo las guías correspondientes para el tendido de las líneas necesarias para la celebración del evento.

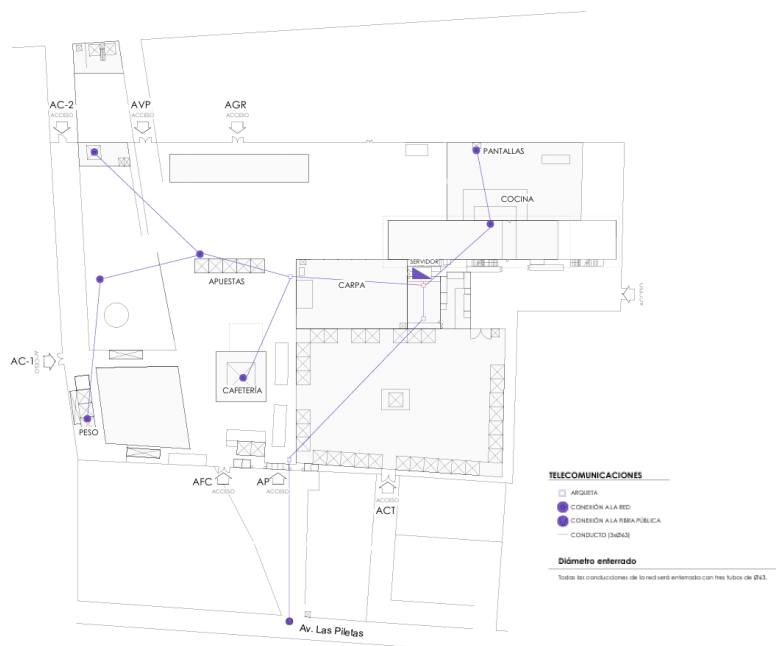


Figura 10. Distribución de las instalaciones de telecomunicaciones. Fuente: Plano I-05 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).

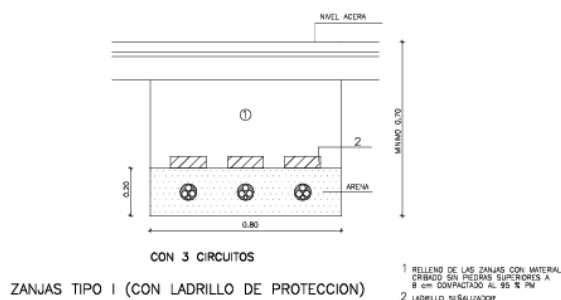


Figura 11 Sección zanjas de las instalaciones de telecomunicaciones. Fuente: Plano I-05 Proyecto de infraestructuras soterradas permanentes para el evento Carreras de Caballos en playa de Sanlúcar. Avenida de las Piletas, S/N, Sanlúcar de Bda (Cádiz).

4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD FISIOGRAFICA

Como se indica en la memoria justificativa, las instalaciones se ubican en dominio público marítimo terrestre con la tipología de playa.

Las instalaciones se sitúan sobre la unidad fisiográfica de la playa de Las Piletas, en el T.M. de Sanlúcar de Barrameda.



Figura 12: Vista aérea de la Playa de Las Piletas

Según el estudio ecocartográfico del litoral de la provincia de Cádiz, realizado por el MITECO, presenta una longitud de unos 2.485 metros y una anchura media de 404 metros, aunque muy variable.

Según las Fichas de Perfil de la Zonificación para la gestión de la ZSP de Andalucía, elaborada por la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía, Las Piletas se encuentra en un escenario 12 Áreas Urbanas con Frentes Residenciales Ordenados (Ficha 09_Barrío de Las Piletas), ZSP de suelo urbano, DPMT sensible, presentando una ZS de tránsito ocupada.

Se trata de una playa de arena tipo dorada con oleaje moderado Y con un grado de ocupación medio.

Aunque el ámbito de actuación está fuera de los límites de espacios naturales protegidos, si se encuentra muy próximo al Parque Nacional de Doñana y su Zona de Protección, incluido también en la Red Natura 2000, declarado como ZEC y ZEPA (ES0000024).

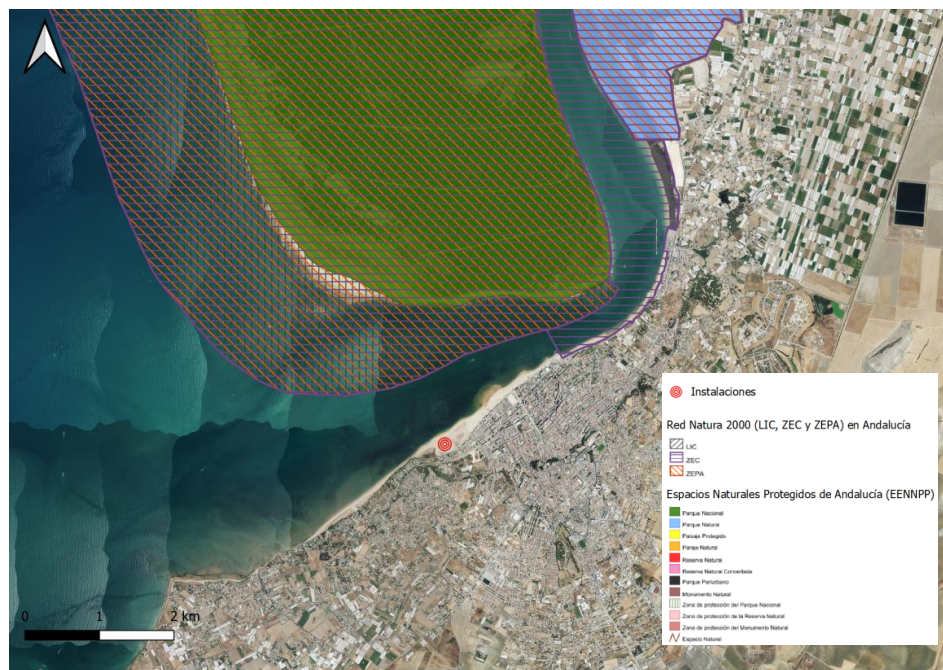


Figura 13. Espacios naturales protegidos en el entorno del ámbito de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.

Figura de protección	Distancia al área de actuación (m)
Parque Nacional de Doñana	1.700
Parque Natural de Doñana	4.750
ZEC Doñana y ZEPA (ES0000024)	850

Tabla 1. Espacios naturales protegidos presentes en el entorno del ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.

Por otra parte, las instalaciones se encuentran en la Zona terrestre de transición de la Reserva de la Biosfera Doñana.

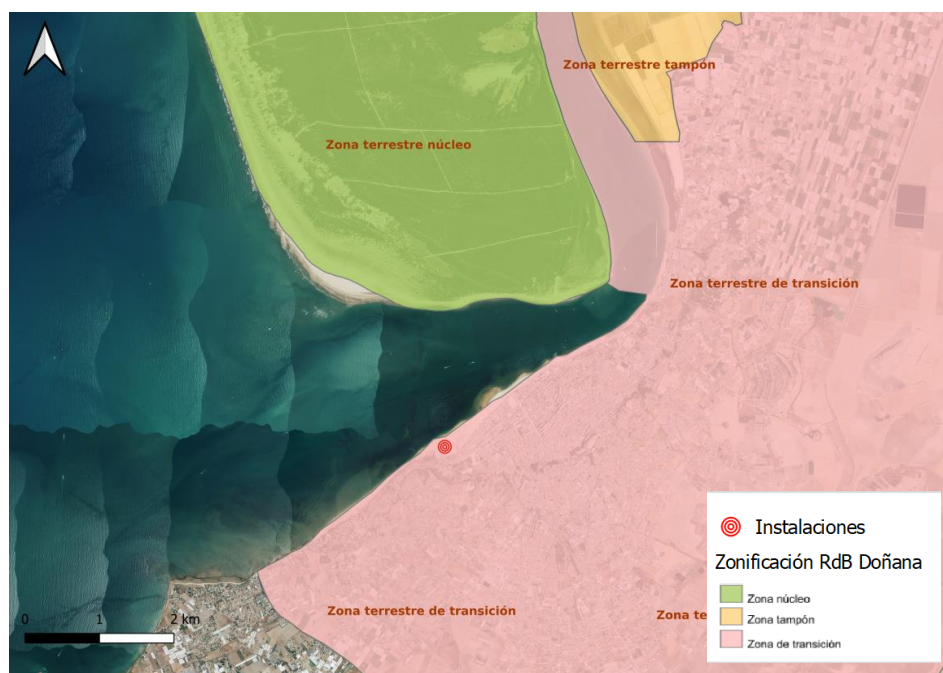
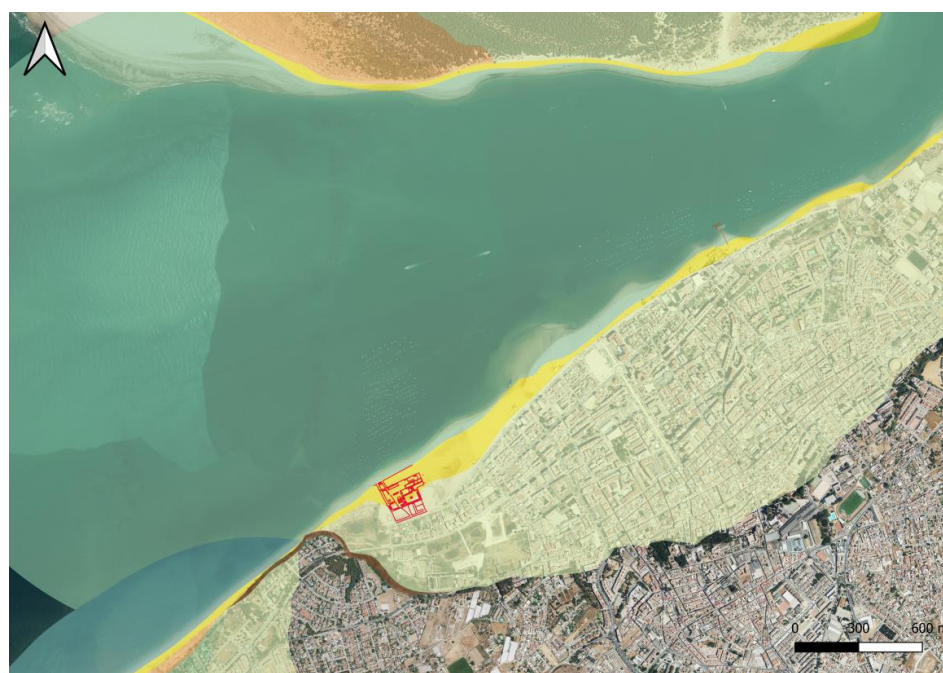


Figura 14. Reserva de la Biosfera Doñana. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.

De acuerdo con el mapa de unidades fisiográficas del litoral andaluz, las instalaciones se ubican sobre una formación sedimentaria litoral de *Playa seca (backshore)* y *Mantos eólicos indiferenciados*.

Gran parte trasera coincide con manto eólico, aunque se encuentra urbanizado. La zona marina al frente se corresponde con *Estuarios y caños mareales*, concretamente con el estuario del río Guadalquivir.



- | | |
|---|--|
| — Instalaciones | Formaciones sedimentarias litorales : Playa seca (backshore) |
| Unidades Fisiográficas | Mantos eólicos : Indiferenciados |
| Costas rocosas y acantiladas | Mantos eólicos : Manto eólico (nivel 1) |
| Elementos antropicos en el frente costero : Puertos | Marismas fluvio-pluviales : No diferenciadas |
| Fondo de valle/llanura de inundación | Marismas mareales : Estuarios (cauce y caños principales) |
| Formaciones dunares : Conectadas al nivel del mar | Plataformas litorales actuales y rasas |
| Formaciones dunares : Indiferenciadas | |

Figura 15. Unidades Fisiográficas del Litoral en el área de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.

5 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La zona de actuación se ubica en el extremo suroeste de la Playa de Las Piletas.

El centro de gravedad de las instalaciones se encuentra aproximadamente en las siguientes coordenadas UTM-30, ETRS-89:

X= 199.330

Y= 4.075.588

El recinto donde se celebra el evento se encuentra ubicado en dominio público marítimo terrestre, afectado por los siguientes deslindes:

DL-28-CA (O.M.15/09/1992)

C-269-CA (O.M. 28/05/1991)

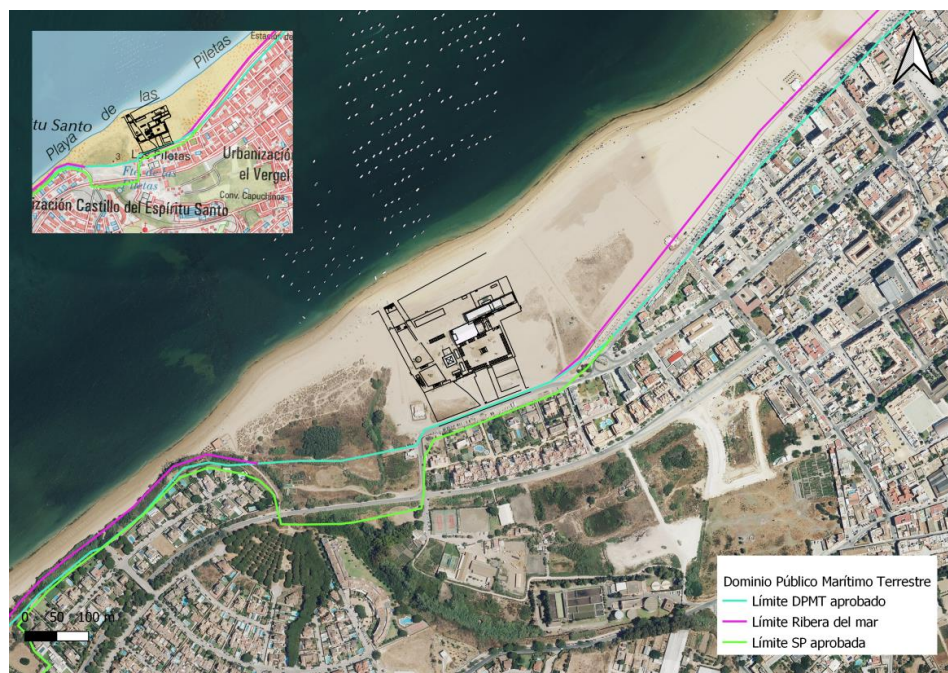


Figura 16 Ubicación geográfica de las instalaciones. Escala 1:5.000



Figura 17. Ubicación geográfica de las instalaciones. Escala 1:2.000

6 ESTUDIO DE LA DINÁMICA LITORAL

6.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anexo es el de hacer una caracterización general de los procesos costeros que afectan a la unidad fisiográfica de la Playa de Las Piletas.

Las características de la franja litoral de esta unidad fisiográfica son el resultado de la interacción de una serie de procesos que actúan a diferentes escalas temporales y espaciales sobre la morfología.

La complejidad de dichos procesos y su solapamiento continuo requieren una distinción entre ellos, centrándose este estudio en los clasificados como de tercer orden y una especial mención a la erosión y sedimentación, pertenecientes al segundo orden.

PROCESOS DE PRIMER ORDEN	
Cambio climático	Nivel global y a escala geológica
Cambios en el nivel del mar	
Tectónica de placas	
PROCESOS DE SEGUNDO ORDEN	
Erosión/sedimentación	Nivel regional. Décadas o estacional
Actividad biogénica	
Actividad criogénica	
PROCESOS DE TERCER ORDEN	
Vientos	Nivel regional. Semanas y minutos
Olas, corrientes y mareas	

Figura 18. Clasificación a Escala Temporal/Espacial de los Procesos Costeros.

A partir de las fuentes de datos existentes para la unidad fisiográfica, se va a tratar de realizar una aproximación que caracterice su comportamiento hidrodinámico, con el fin de comprender en qué medida puede llegar a afectar las instalaciones proyectadas a los procesos anteriormente descritos.

Para la realización del estudio se han realizado cálculos y estimaciones basadas en los datos disponibles que, de manera general, pueden aportar una idea simplificada de la hidrodinámica costera en esta zona.

6.2 DATOS

Los datos utilizados en el estudio pertenecen a diversas fuentes disponibles en la web de Puertos del Estado (PPE), la Consejería de Medio Ambiente y Sostenibilidad, la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) y la Dirección General de la Costa y del Mar (DGCM).

- Datos obtenidos desde Puertos del Estado

La caracterización de los regímenes de viento y oleaje que afectan al ámbito de estudio se realiza a partir de los registros históricos y predictivos de Puertos del Estado, organismo que cuenta con una red de recepción y tratamiento de datos oceanográficos, distribuida por todo el espacio marítimo nacional.

Por un lado, se toma como referencia los datos obtenidos de la Red de Aguas profundas, provenientes de la red de boyas instaladas en diversos puntos de mar abierto y desde las que se toman datos in situ de distintas variables oceanográficas.

Estos datos se comparan con los obtenidos por la Red SIMAR, derivados de modelos numéricos y que incorporan los resultados del subconjunto SIMAR-44 y el subconjunto WANA (Fig. 17).

En el caso de la costa sanluqueña y en la latitud en la que se sitúa la unidad fisiográfica objeto de estudio, se ha tomado como referencia los datos registrados por la **Boya del Golfo de Cádiz**.

Esta boya oceanográfica inició su actividad en el año 1996 y desde entonces Puertos del Estado recibe datos en continuo de los parámetros que caracterizan el régimen de oleaje y el régimen de vientos en la zona. En la figura 18 se resumen las características de situación de la boya.

Como punto SIMAR más próximo a la zona de estudio, se utilizará el referenciado como **SIMAR 315019035**. Este punto se ubica en las coordenadas 36.76°N y 6.45°W, (Fig. 19).

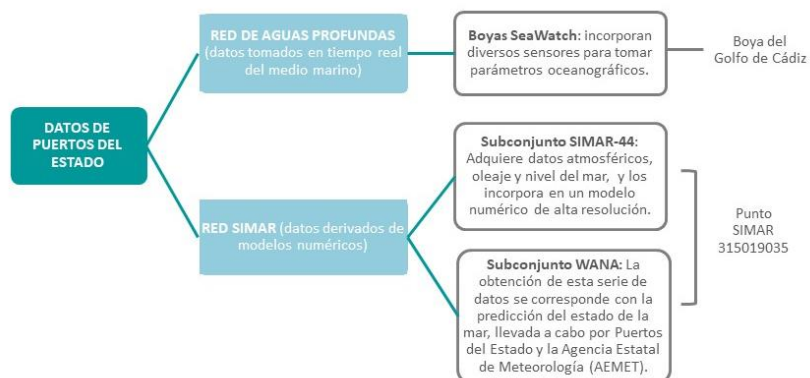


Figura 19. Procedencia de los datos empleados para el presente estudio.

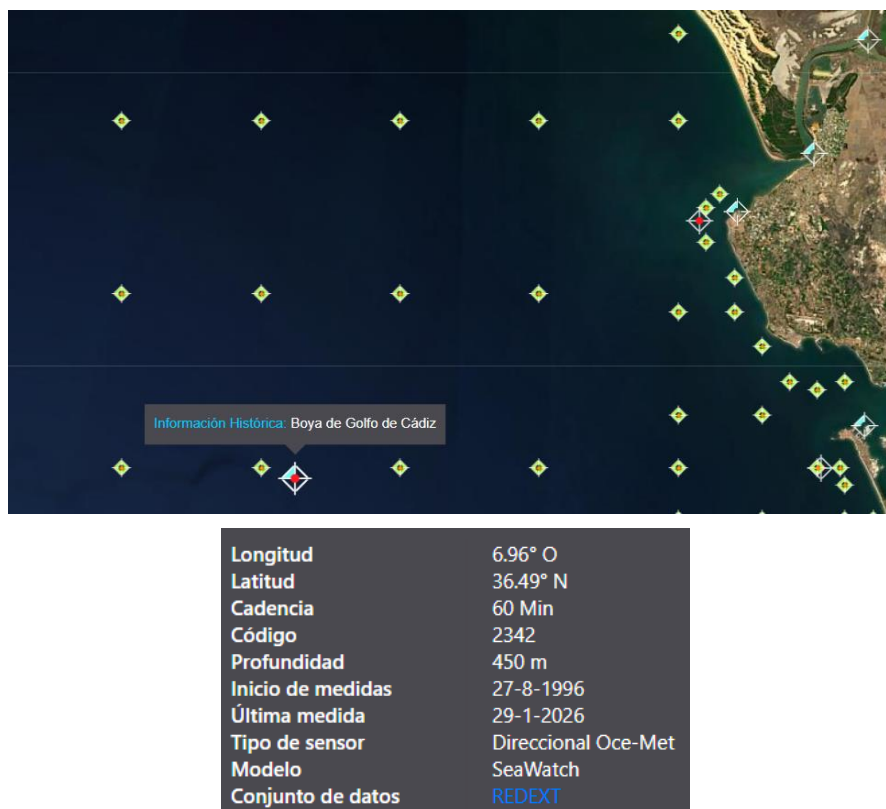


Figura 20. Ubicación de la Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

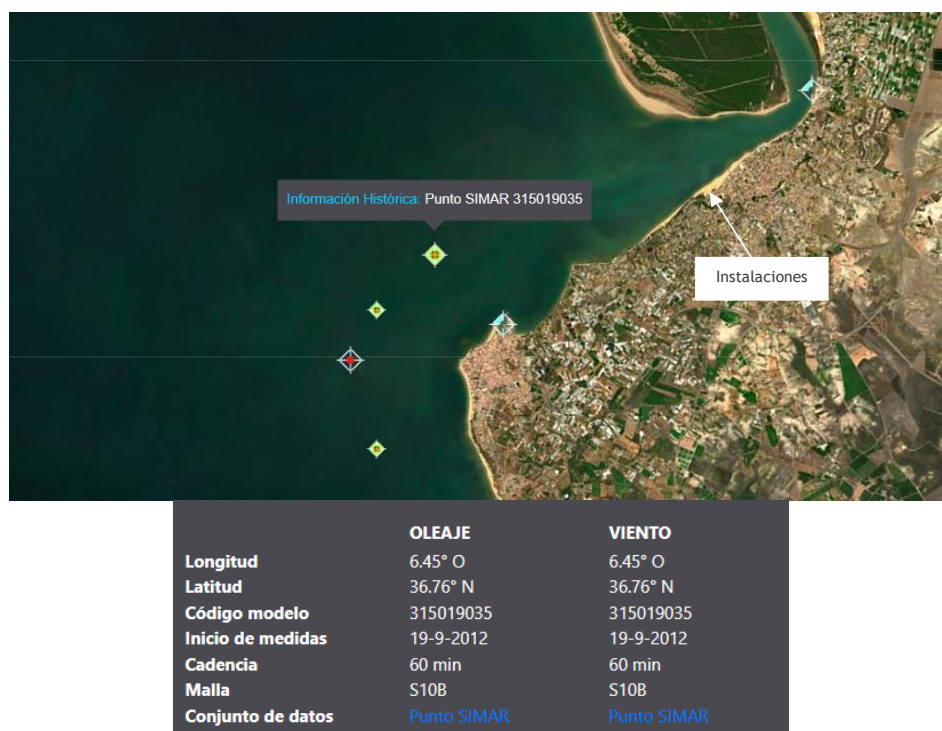


Figura 21. Ubicación del punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

Las series de datos SIMAR son series temporales de parámetros de viento y oleaje, cuya actualización diaria nos ofrece un histórico de variación de los mismos desde el año de inicio de su funcionamiento hasta la actualidad.

La red SIMAR se constituye a partir de la unificación de dos grandes conjuntos de datos gestionados por Puertos del Estado: SIMAR-44 y WANA. Si bien antes se trataban por separado, en la actualidad se han fusionado para una mayor cobertura espacial y una mejora en el número de puntos de muestreo disponibles.

a) Subconjunto SIMAR-44:

Adquiere datos atmosféricos, oleaje y nivel del mar, y los incorpora en un modelo numérico de alta resolución.

Para el Atlántico y el Estrecho de Gibraltar, los datos proceden de dos simulaciones de oleaje y viento, una realizada por Puertos del Estado de forma independiente y la otra por el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) en marco del proyecto VANIMEDAT-II.

Para la obtención de los datos de viento en el Atlántico y del Estrecho de Gibraltar, este subconjunto utiliza el modelo regional RCA3.5 alimentado con los datos del reanálisis atmosférico global ERA-40.

Estas simulaciones fueron realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, www.aemet.es) con una resolución en la malla de 12' de latitud por 12' de longitud (aproximadamente 20 Km por 20 Km).

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado el modelo numérico WAM. Dicha aplicación es un modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. Los datos se han generado con una cadencia horaria. Se ha realizado descomposición de mar de viento y mar de fondo.

Se ha considerado la posibilidad de dos contribuciones de mar de fondo con el fin de poder describir situaciones con mares de fondo cruzados.

Por otro lado, para el entorno del Golfo de Cádiz, Estrecho de Gibraltar y del Archipiélago Canario se han anidado a la malla principal mallas secundarias con una resolución que en el caso del Estrecho de Gibraltar llega a los 1' de longitud x 1' latitud.

El modelo WAM utilizado para generar estos datos incluye efectos de refracción y asomeramiento. No obstante, dada la resolución del modelo, se pueden considerar despreciables los efectos del fondo. Por tanto, para uso práctico los datos de oleaje deben interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.

b) Subconjunto WANA

La obtención de esta serie de datos se corresponde con la predicción del estado de la mar, llevada a cabo por Puertos del Estado y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Se trata de datos analíticos, lo que supone que para cada instante del modelo existen parámetros de viento y presión referentes a la evolución anterior de los parámetros de modelado y a las observaciones realizadas.

Las series temporales del conjunto WANA han ido incorporando mejoras en cuanto a su resolución espacial y temporal, de tal manera que, del 2012 en adelante, los datos de viento presentan una resolución temporal de 1h y una resolución espacial de 3 km,

mientras que, para el oleaje en la zona de Cádiz, se tiene una resolución temporal de 1h y espacial de 5 km.

Para generar los campos de oleaje se han utilizado dos modelos: WAM y WaveWatch, alimentados por los campos de viento del modelo HIRLAM. Ambos son modelos espectrales de tercera generación que resuelven la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. La resolución espacial de los modelos varía dependiendo de la zona, ya que se han desarrollado aplicaciones específicas para diferentes áreas: Atlántico, Mediterráneo, Cantábrico, Cádiz, Canarias y Estrecho de Gibraltar. Se ha realizado una descomposición de mar de viento y mar de fondo.

Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se han considerado dos contribuciones posibles para el mar de fondo.

Es importante tener en cuenta, que, con independencia de la coordenada asignada a un nodo WANA, los datos de oleaje deben de considerarse, siempre, como datos en aguas abiertas y profundidades indefinidas.

6.3 CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA MARÍTIMO

6.3.1 Viento

El viento es uno de los factores dominantes sobre la dinámica marina. Aunque se trata de un proceso de alta variabilidad dentro de una escala temporal pequeña, su intensidad y dirección varía continuamente, presenta patrones de comportamiento cíclico, cuyo conocimiento es determinante para entender cómo afecta la hidrodinámica sobre el litoral, y a su vez, cómo las actuaciones antrópicas sobre el mismo pueden interrumpir su natural influencia.

De entre los datos tomados en tiempo real relativos al viento, los más cercanos a la zona de estudio se corresponden con la Boya del Golfo de Cádiz, dado que la estación meteorológica de Sevilla-Chipiona, aunque más próxima al área de estudio, se encuentra inactiva desde 2006.

La rosa de los vientos que ofrece los registros de la Boya del Golfo de Cádiz aparece en la Figura 20, y representa valores obtenidos en los últimos 30 años (periodo 2006-2026). Se puede observar la gran variabilidad anual en las direcciones de procedencia de los vientos en la zona, siendo los procedentes del NNW y W los más frecuentes. En

cuanto a la velocidad del viento, son los procedentes del E y ESE los que alcanzan las mayores velocidades, superando los 8 m/s con más frecuencia.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Boya de Golfo de Cádiz
 Periodo: 1996 - 2026 - Eficacia: 84.07%

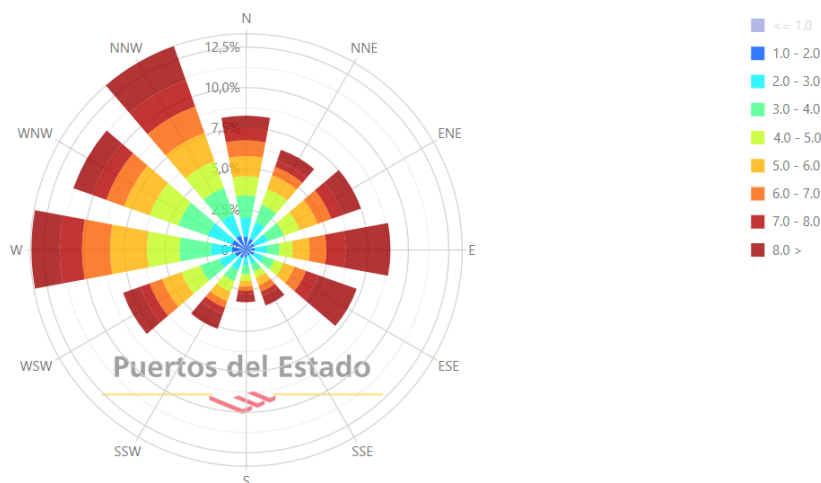


Figura 22. Rosa de los vientos. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Debido a esta variabilidad, se va a descomponer el año en periodos más cortos, analizándose por separado la velocidad media registrada del viento y su dirección de procedencia.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Boya de Golfo de Cádiz
Periodo: Invierno (1996 - 2026) - Eficacia: 84.83%

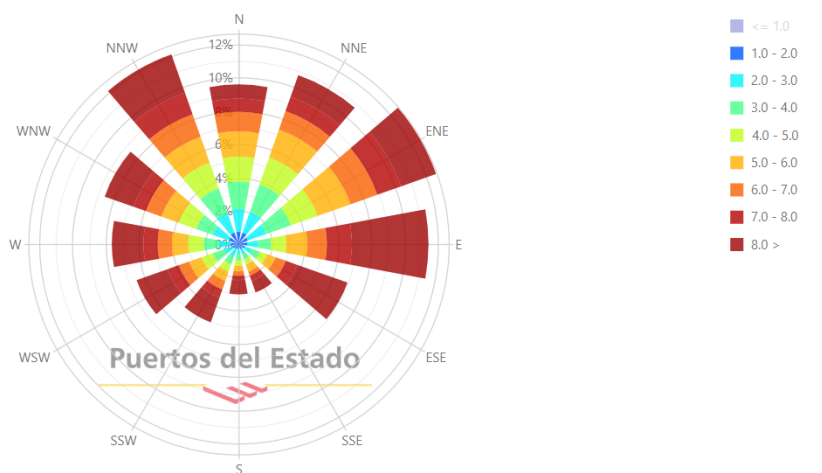


Figura 23. Rosa de los vientos. Invierno (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Boya de Golfo de Cádiz
Periodo: Primavera (1996 - 2026) - Eficacia: 82.63%

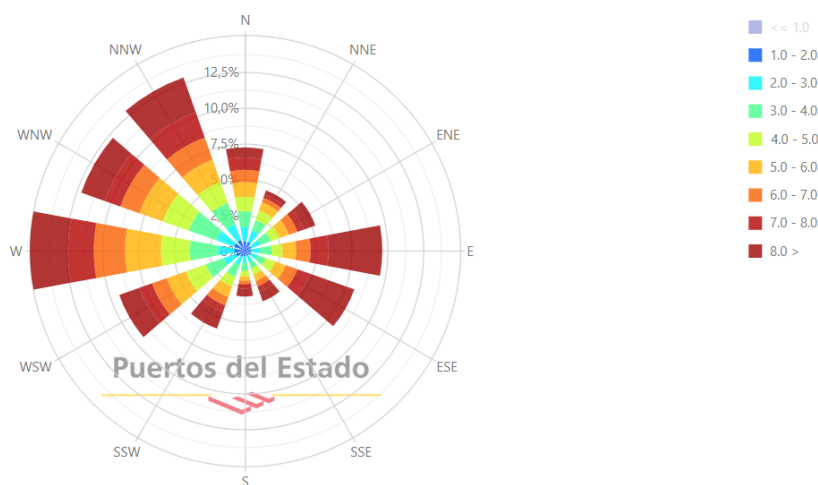


Figura 24. Rosa de los vientos. Primavera (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Boya de Golfo de Cádiz
 Periodo: Verano (1996 - 2026) - Eficacia: 82.83%

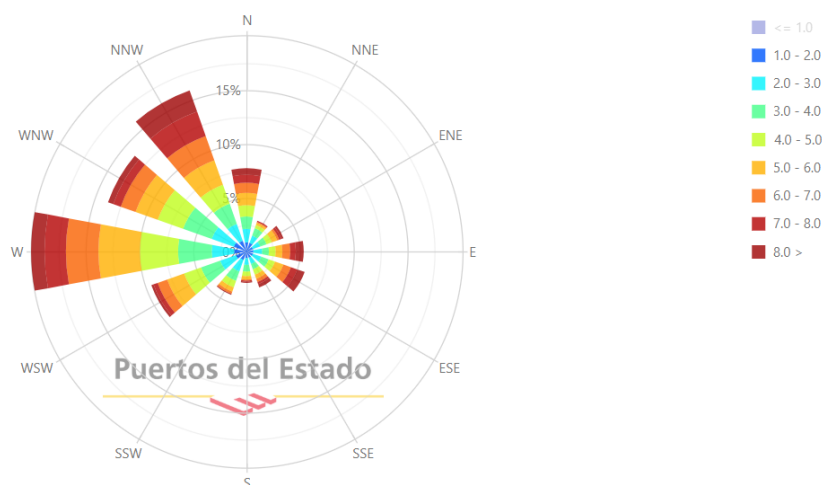


Figura 25. Rosa de los vientos. Verano (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Boya de Golfo de Cádiz
 Periodo: Otoño (1996 - 2026) - Eficacia: 86.03%

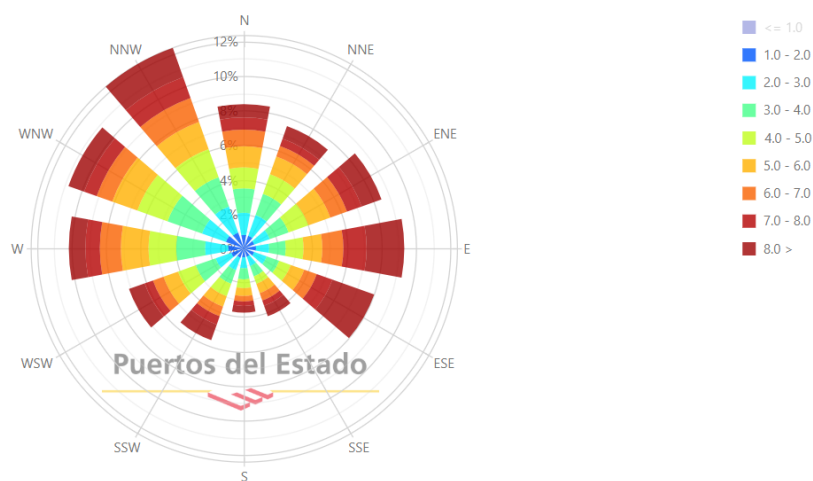


Figura 26. Rosa de los vientos. Otoño (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

En la tabla 2, se recoge la dirección y velocidad media más frecuente de los vientos registrados para cada uno de los trimestres en el periodo 1996-2026 (desde el inicio de la toma de datos). En general, existe una alta variabilidad en cuanto a la dirección del viento, aunque predominan los de componente oeste. Los vientos menos

frecuentes para prácticamente todos los periodos son los de componente sur. El periodo junio-agosto es el que presenta menor variabilidad en cuanto a dirección, frente al trimestre de septiembre a noviembre, que alterna vientos procedentes de todas las direcciones.

Periodo del año	Origen	Velocidad media (m/s)
Dic-feb	ENE	>8
Mar-may	W	5-6
Jun-ago	W	5-6
Sep-nov	NNW	3-4

Tabla 2. Velocidad media y dirección principal de procedencia de los vientos por trimestre. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

En cuanto a la velocidad media del viento por trimestre, en todos los casos resulta más frecuente las comprendidas entre 3,5 y 4 m/s, con frecuencias en torno al 7-10% en función de la estación. El trimestre con menos frecuencia de vientos fuertes es el de junio-agosto, donde las velocidades rara vez superan los 10 m/s. Por el contrario, el periodo invernal es el que presenta valores más altos en cuanto a velocidades medias, llegando a suponer en torno a un 11% los vientos que superan los 10 m/s (Figs. 25-28).

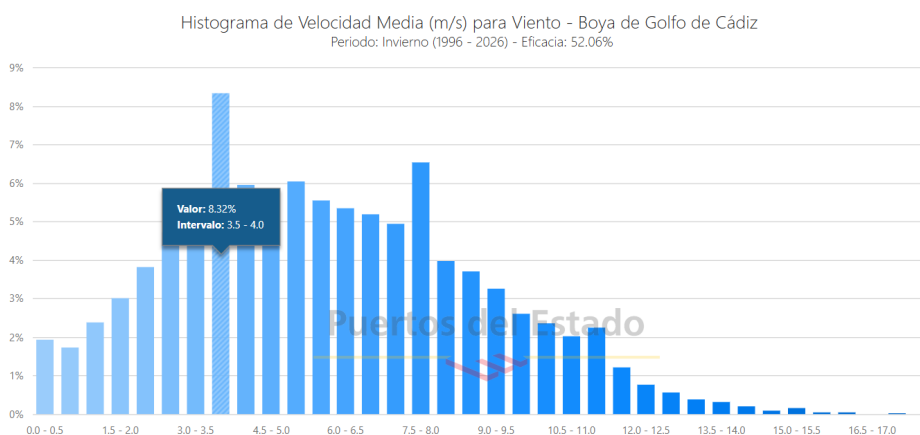


Figura 27. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de invierno en los años 1996-2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

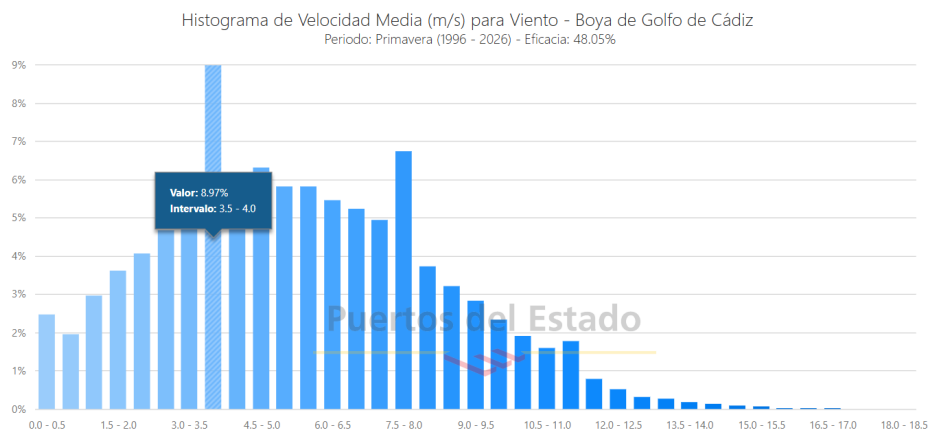


Figura 28. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de primavera en los años 1996-2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

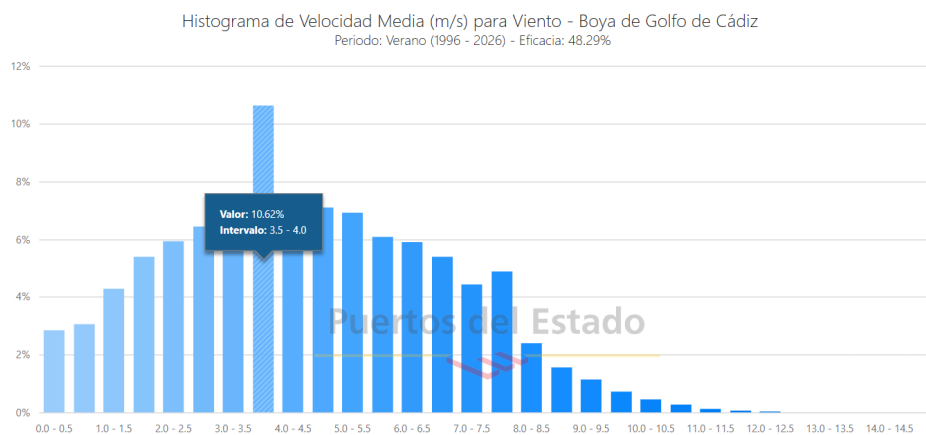


Figura 29. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de verano en los años 1996-2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

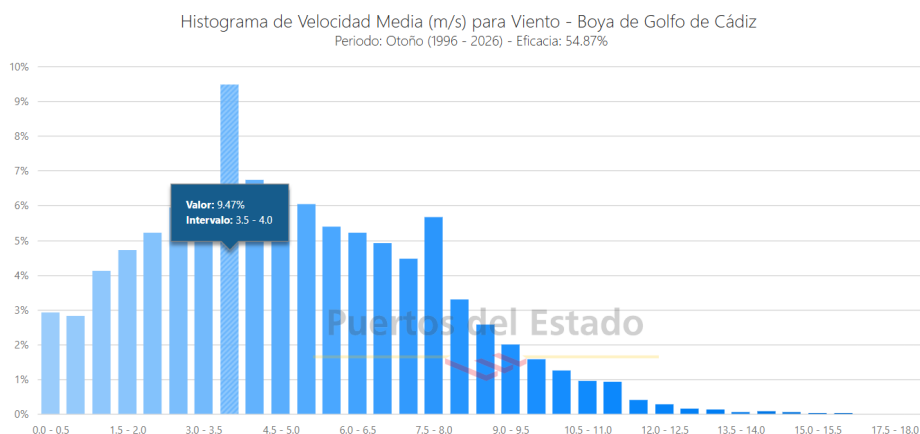


Figura 30. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de otoño en los años 1996-2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Observando los valores de velocidad del viento históricos, se comprueba que la mayor parte de los valores medios se sitúan entre los 4 y 6 m/s. En cuanto a los máximos, la velocidad del viento rara vez supera los 20 m/s, aunque puntualmente se han registrado valores muy elevados, con un máximo en abril de 2017 y octubre de 2023 de 24,84 m/s.

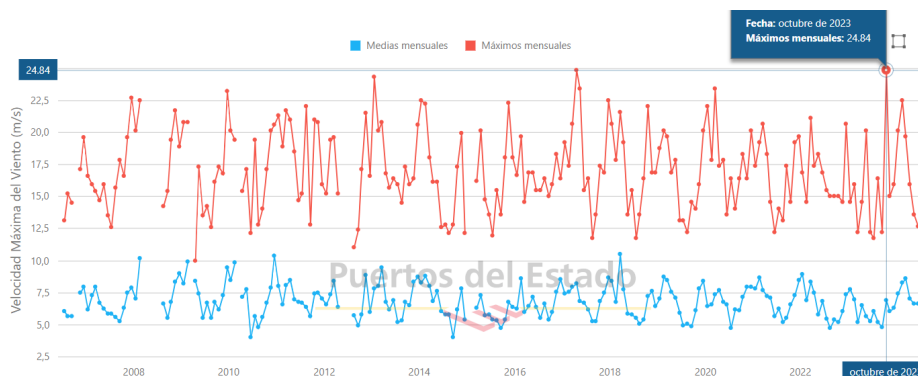


Figura 31. Velocidad de viento media y máxima (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Fuente: Puertos del Estado.

Si se comparan los anteriores datos recogidos por la Boya del Golfo de Cádiz con los obtenidos en el punto SIMAR 315019035, más próximo a la zona de estudio, se observa un predominio de los vientos de componente Oeste, aunque son los procedentes del Este los que presentan mayores velocidades, superando con frecuencia los 8 m/s.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 315019035
 Periodo: 2012 - 2026 - Eficacia: 87.81%

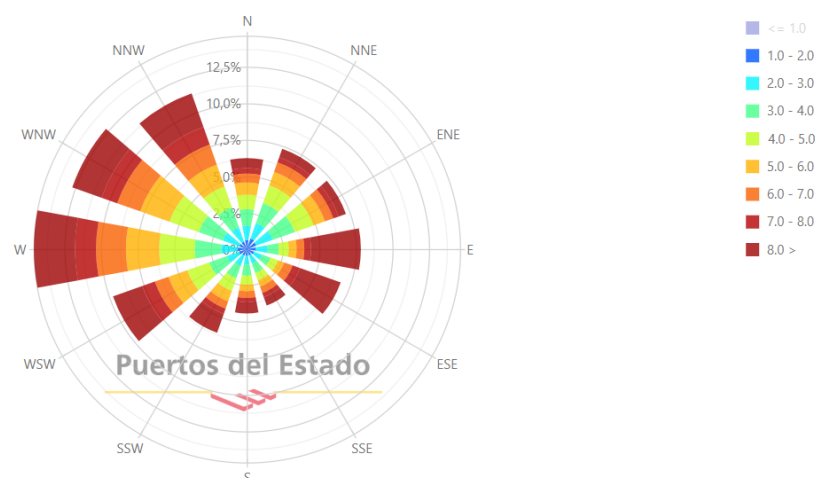


Figura 32. Rosa de los vientos. Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

Analizando la información por periodos estacionales, se observa que, en invierno, los vientos procedentes del NNE son los que presentan mayor frecuencia, aunque los vientos con componente oeste resultan también muy frecuentes. Los que obtienen mayores velocidades son los procedentes del E y ESE, superando los 8 m/s la mayor parte del tiempo.

En primavera, la componente Norte se reduce drásticamente en favor de los vientos de procedencia Oeste, aunque son los vientos del Este los que siguen siendo más fuertes en la mayoría de los casos.

En verano se reduce la frecuencia de los vientos procedentes de todas las direcciones, a excepción de los del Oeste, aunque con velocidades más moderadas. Los vientos del este, aunque menos frecuentes, resultan más intensos.

En otoño vuelven a aumentar la frecuencia de los vientos en todas direcciones.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 315019035
 Periodo: Invierno (2012 - 2026) - Eficacia: 90.31%

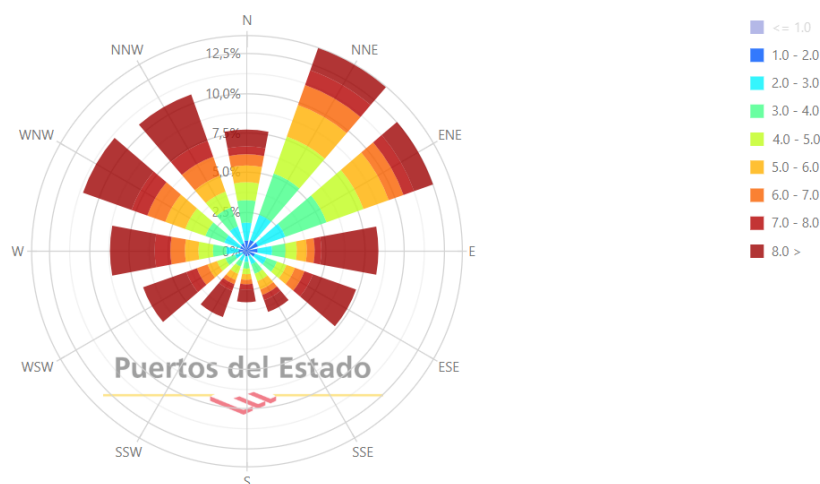


Figura 33. Rosa de los vientos. Invierno (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 315019035
 Periodo: Primavera (2012 - 2026) - Eficacia: 84.16%

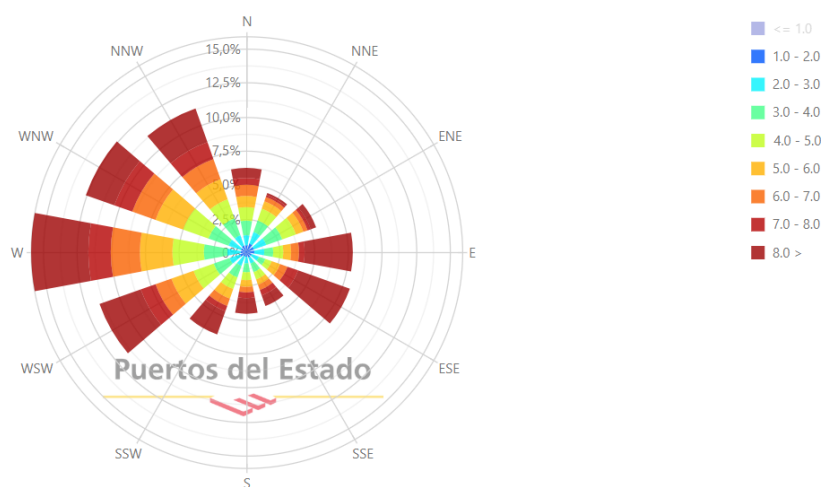


Figura 34. Rosa de los vientos. Primavera (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 315019035
 Periodo: Verano (2012 - 2026) - Eficacia: 86.01%

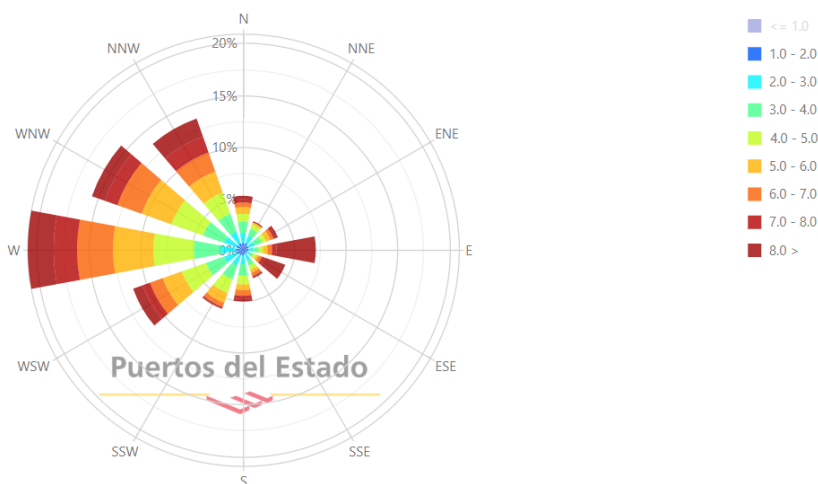


Figura 35. Rosa de los vientos. Verano (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 315019035
 Periodo: Otoño (2012 - 2026) - Eficacia: 90.83%

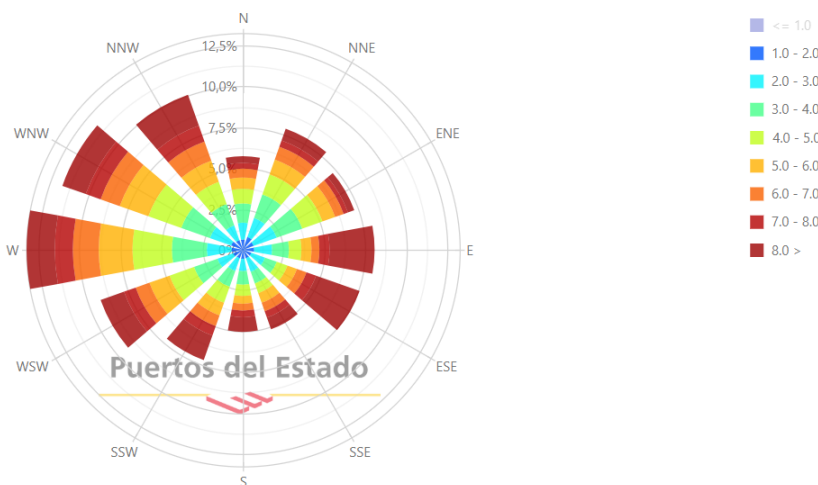


Figura 36. Rosa de los vientos. Otoño (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

Las velocidades obtenidas son elevadas, con medias entre 5 y 6 m/s, llegando a superar los 8 m/s con elevada frecuencia.

Periodo del año	Origen	Velocidad más frecuente (m/s)
Dic-feb	NNE	>8
Mar-Mayo	W	>8
Junio-Ago	W	5-6
Sep-Nov	W	5-6

Tabla 3. Velocidad media y dirección principal de procedencia de los vientos por trimestre. Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

Comparando los resultados obtenidos del punto SIMAR 315019035 con los recogidos en alta mar por la Boya de Cádiz, se observa que las tendencias de los vientos predominantes siguen la misma pauta para los vientos en verano y primavera.

Con respecto a los máximos, los valores del punto SIMAR 315019035 resultan sensiblemente más elevados que los registrados mar adentro por la boya del Golfo de Cádiz, con un máximo de 24 m/s en abril de 2017.

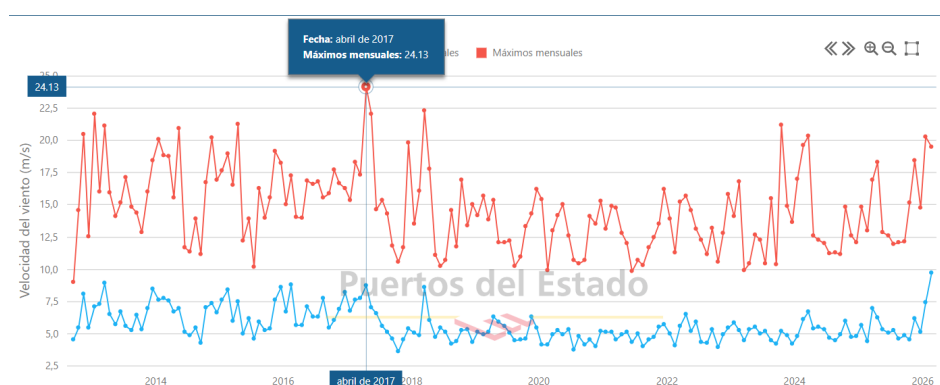


Figura 37. Velocidad del viento, Punto SIMAR 315019035. Medias y máximas mensuales en los años 2012-2026 (Fuente: Puertos del Estado).

En definitiva, considerando la ubicación de las instalaciones objeto de estudio, y que éstas se prevén soterradas, los vientos que más incidirían sobre la zona vendrán mayoritariamente desde el mar.

Por otro lado, se considera que, para que se inicie la removilización de arenas de tamaño de grano medio, se requiere de una velocidad de viento mínima de 4,5 m/s. En este caso, esta velocidad se ve superada con frecuencia, por lo que la arena seca sería removilizada y transportada a lo largo de la playa, no encontrando en las instalaciones obstáculo.

Considerando que se trata de una playa en la que el viento circula sin apenas obstáculos, la presencia de la instalación no supone una barrera tal que afecte a la circulación general del viento. La alteración del flujo de viento resulta puntual y localizada, sin que por ello se afecte a los patrones naturales.

6.3.2 Oleaje

El oleaje es uno de los procesos más importantes a tener en cuenta en el estudio de la hidrodinámica litoral. Sus características determinan la morfología costera, y tanto los elementos naturales como las construcciones antrópicas que puedan desarrollarse (espigones, puertos o arrecifes artificiales, entre otros), van a dar lugar a su modificación, desencadenando cambios en el régimen de transporte de sedimentos y otros aspectos derivados.

De igual modo que los datos de viento, se comparan los datos reales obtenidos por la Boya del Golfo de Cádiz con los estimados por el punto SIMAR 315019035.

Así, del análisis direccional del oleaje registrado por la **Boya del Golfo de Cádiz** se obtiene la representación de la rosa de oleaje para este punto (Fig. 36).

Se observa un claro predominio del oleaje procedente del oeste, dada la distancia a costa a la que se encuentra la Boya del Golfo de Cádiz, todavía sin afectar por la disposición de la línea de costa. De este modo, el frente de oleaje se aproxima a la playa objeto de estudio con cierta inclinación con respecto a la línea de costa, aunque se va situando de forma más o menos paralela conforme se acerca a la playa.

En relación a la altura significativa de ola, la más frecuente se encuentra entre 0.5 y 1 metro, con más del 70% del oleaje incidente con una altura significativa por debajo de 1,5 metros. En casos excepcionales, se han registrado alturas que han superado los 4.5-5 metros.

En cuanto al periodo de pico, existe gran variabilidad, con aproximadamente el 40% concentrados entre 3,5 y 6 (s).

Rosa de Altura Significante (m) para Oleaje - Boya de Golfo de Cádiz
Periodo: 1996 - 2026 - Eficacia: 66.77%

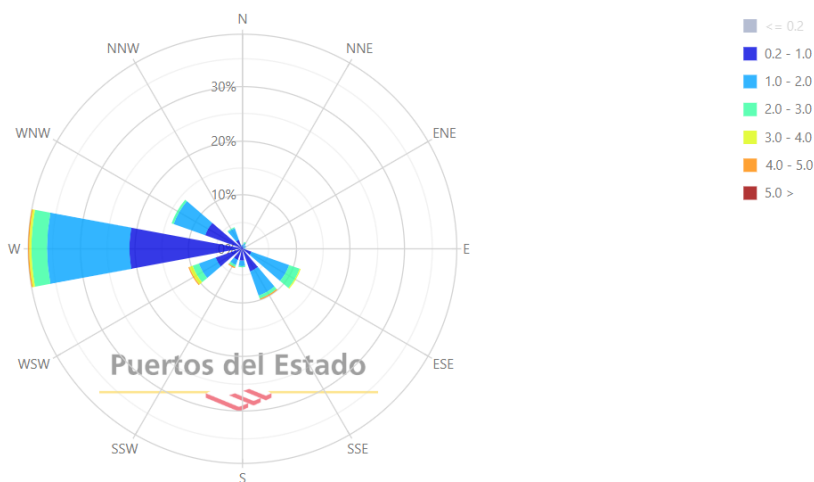
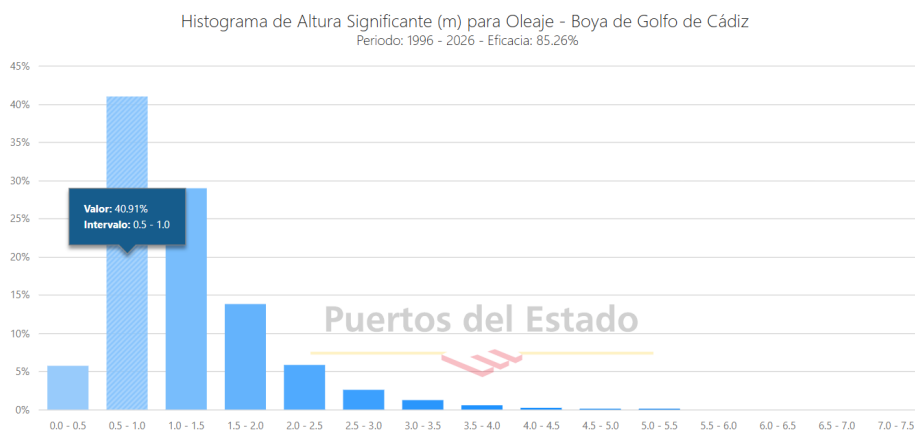


Figura 38. Rosa de oleaje. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.



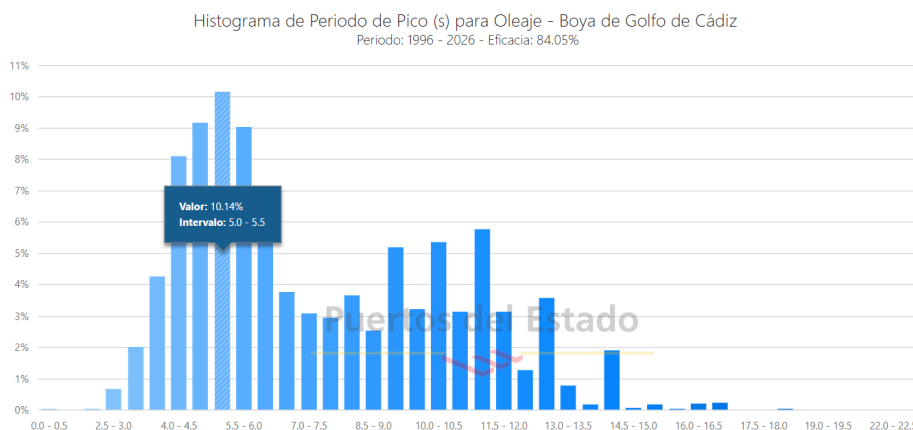


Figura 39. Histogramas. Altura significativa de ola y Período pico. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Observando la variabilidad estacional, los oleajes de mayor altura se obtienen en invierno, con un predominio de altura significativa entre 1.0-1.5 metros y mayor presencia de alturas más elevadas. Verano es el periodo más tranquilo desde el punto de vista de los temporales, con oleajes que rara vez superan los 2 metros de altura.

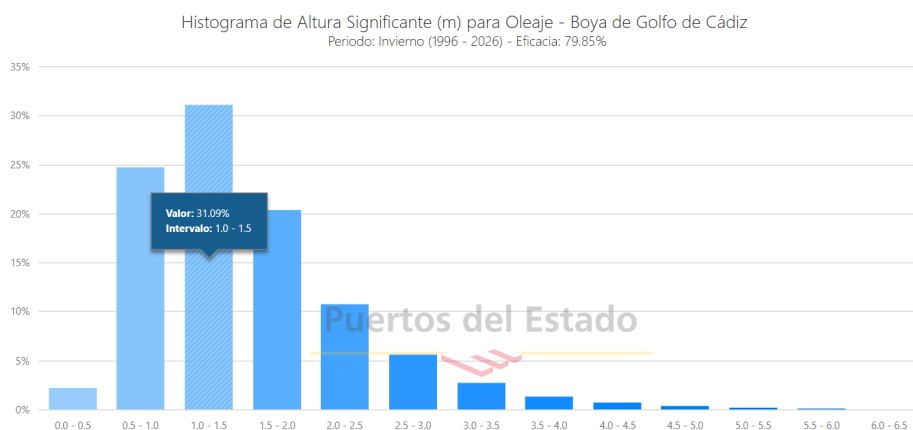


Figura 40. Histograma de altura significativa de ola. Invierno (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

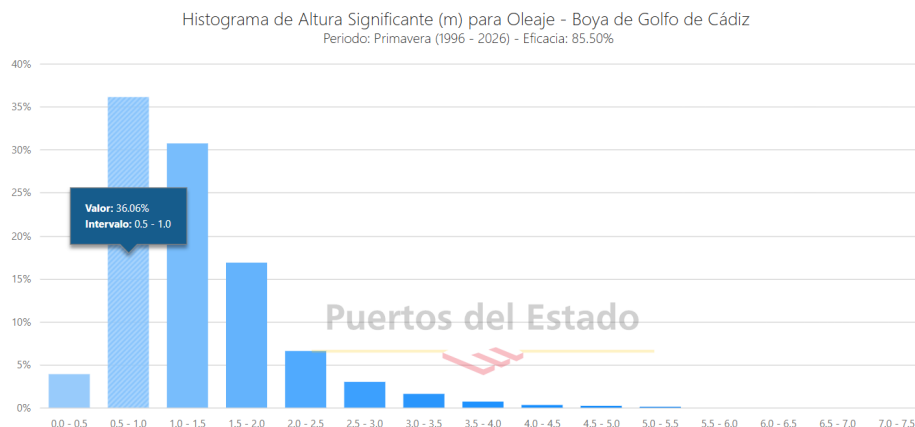


Figura 41. Histograma de altura significativa de ola. Primavera (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

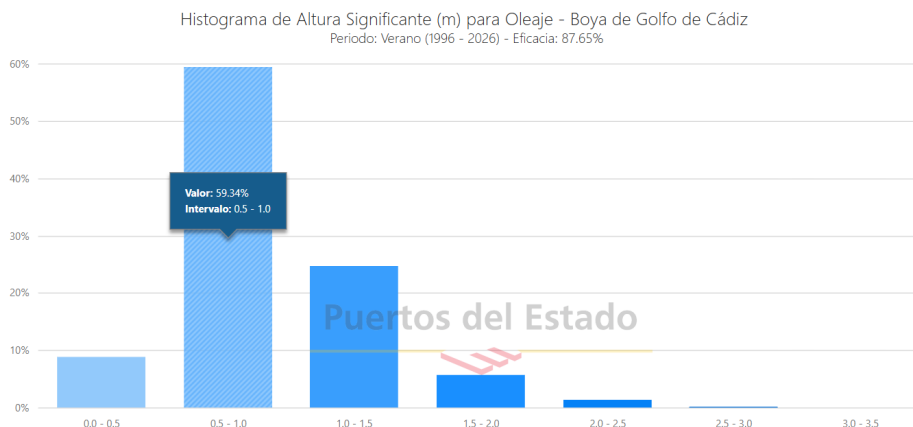


Figura 42. Histograma de altura significativa de ola. Verano (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

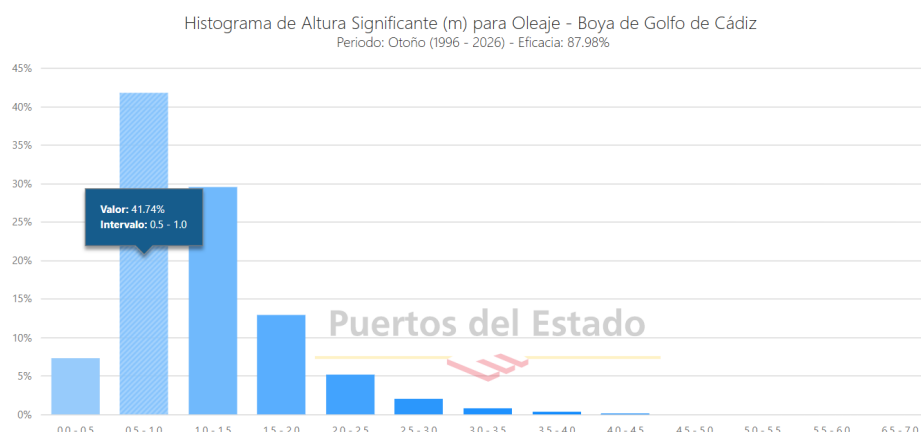


Figura 43. Histograma de altura significativa de ola. Otoño (1996-2026). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

En la Figura 42 se presenta un gráfico que corresponde a la altura significativa máxima y media mensual alcanzada entre 1996 y 2026. Los valores medios oscilan entre 0,7 y 2,5 aproximadamente, con una mayoría en torno a 1,20. Los valores máximos rondan los 3-6 metros de altura. El valor máximo alcanzado fue registrado en marzo de 2018, con 7,22 metros.

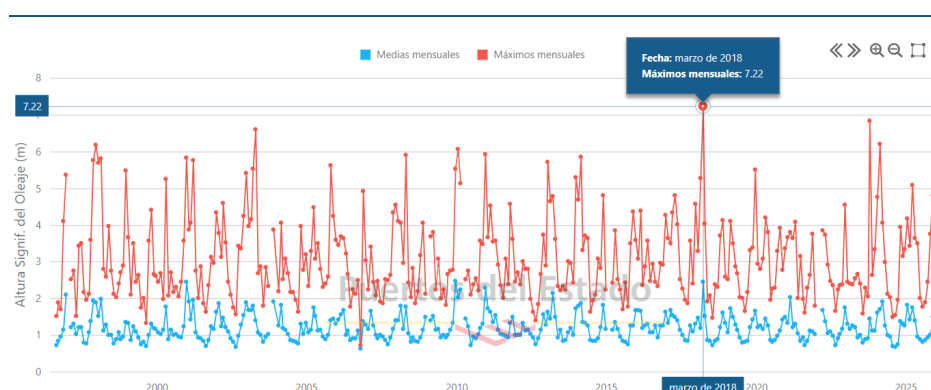


Figura 44. Gráfico de altura significativa de ola máxima y media mensual para un periodo comprendido entre 1996 y 2026. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Este valor máximo resulta excepcionalmente alto y se produjo por una situación meteorológica caracterizada por diversas borrascas que generaron un temporal marítimo importante, afectando a zonas de alta mar del Atlántico y del Mediterráneo y a casi toda la costa española, especialmente a la costa de Cádiz.

El oleaje fue especialmente destacable en el Golfo de Cádiz, donde la boya del mismo nombre batió su propio récord de altura significativa durante la tarde del 1 de marzo. Con un registro histórico de más de 20 años, alcanzó los 7,22 metros de altura significativa (Hs) a las 15 horas (14h GMT) del 1 de marzo, superando su anterior récord de 6,6 metros registrados en abril de 2003. Este valor extremo coincidió con la hora de la pleamar, muy próxima a las mareas vivas, por lo que el efecto combinado de los dos fenómenos agravó el impacto del temporal en la costa. De forma no tan intensa, pero superando también el anterior récord, se registró una altura de ola significativa de 6,8m en octubre de 2023.

De igual manera, al observar la rosa de oleaje según los datos recogidos por el **punto SIMAR 315019035**, la dirección predominante sigue siendo la del oeste, aunque adquiere importancia la procedente del WSW dada la orientación de la costa en la ubicación del punto SIMAR (en la zona más externa de la desembocadura del Guadalquivir) (Fig. 43).

Rosa de Altura Significante (m) para Oleaje - Punto SIMAR 315019035
 Periodo: 2012 - 2026 - Eficacia: 87.90%

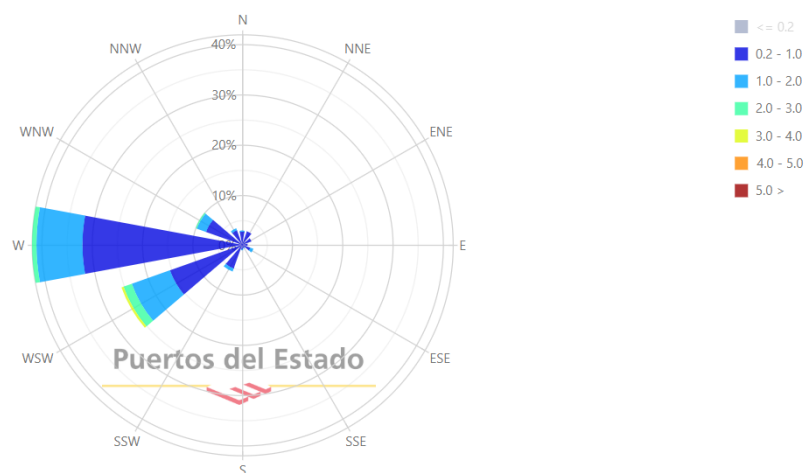


Figura 45. Rosa de oleaje punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

Atendiendo a la altura de ola significativa, las alturas medias oscilan entre 0,2 y 1 metro, en general por debajo de las alturas registradas en alta mar.

Los valores máximos difieren drásticamente de los registrados por la Boya del Golfo de Cádiz. En el primer caso, las alturas máximas superan con relativa frecuencia los 4 metros, mientras que para el punto SIMAR, los valores sólo sobrepasan los 3,5

metros en contadas ocasiones. El máximo valor obtenido por el punto SIMAR en el periodo estudiado se corresponde con una altura de ola de 3,69 metros en enero de 2026. El máximo excepcional registrado en marzo de 2018 en alta mar (7,22 metros), coincide con una altura significativa de ola de 3,55 metros, uno de los mayores valores de la serie temporal.

Analizando la variación estacional, se observa que, a lo largo de todo el año, las alturas de ola significativa más frecuentes se encuentran en el intervalo 0,5-1,0 metros. Comparando los resultados con los registros de la boya del Golfo de Cádiz, se aprecia una sensible reducción de la altura de ola en los valores obtenidos por el punto SIMAR, más próximo a costa, para todos los periodos estacionales. Los resultados de invierno, primavera y otoño resultan muy similares. En verano, en torno al 90% del oleaje incidente no supera el metro de altura.

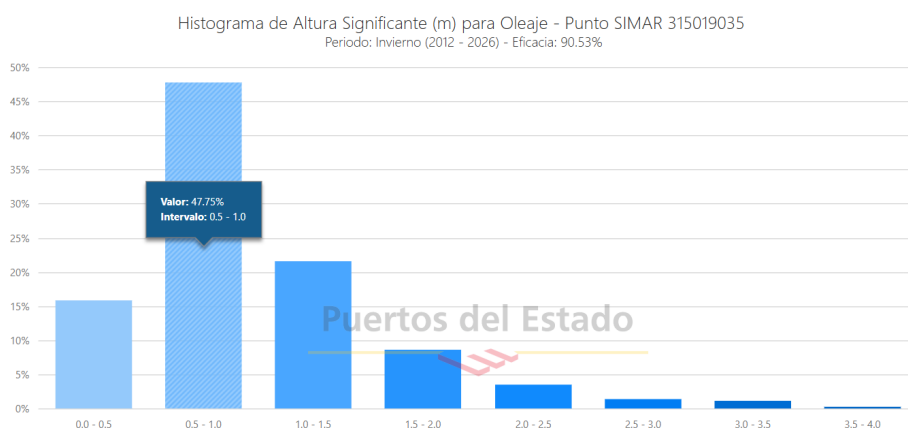


Figura 46. Histograma de altura significativa de ola. Invierno (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

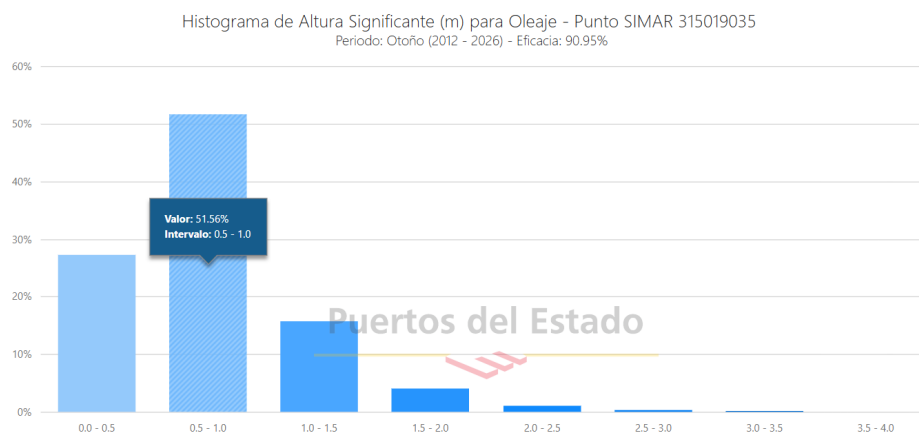


Figura 49. Histograma de altura significativa de ola. Otoño (2012-2026). Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

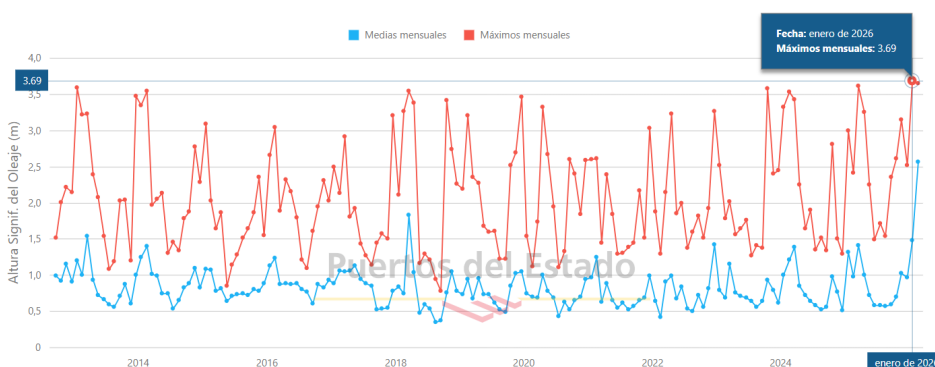


Figura 50. Gráfico de altura significativa de ola máxima y media mensual para un periodo comprendido entre 2012 y 2026. Punto SIMAR 315019035. Puertos del Estado.

6.3.2.1 Régimen medio.

El régimen medio del oleaje es la herramienta que permite conocer el conjunto de estados del oleaje que más probablemente nos podemos encontrar. La serie temporal de los datos considerados se representa mediante la distribución teórica de Weibull.

Nos permite conocer la persistencia con la que el oleaje se mantiene por encima o por debajo de un determinado umbral. Normalmente, el valor umbral viene determinado por las condiciones que requiere una actividad para ser desarrollada en interacción con la dinámica de este agente.

En la Figura 49, se representa el régimen medio del oleaje calculado por Puertos del Estado para la Boya del Golfo de Cádiz. El periodo analizado es global entre los años

1996 y 2024. Los puntos azules corresponden a estados del oleaje observados, mientras que la línea es el ajuste lineal de la distribución de Weibull.

Así pues, de este diagrama se deduce que en el periodo analizado se han observado alturas de ola significativa, para oleaje en mar abierto, de casi 4,00 metros. No obstante, la probabilidad de alcanzar alturas por encima de 2,20 metros es muy pequeña, encontrándose, en el 90 % de los casos, valores por debajo de este umbral.

Cabe resaltar que los valores de oleaje cerca de costa son sensiblemente menores que en mar abierto, tal y como se ha mostrado con los datos registrados por la Boya del Golfo de Cádiz y el punto SIMAR, de manera que la probabilidad de alcanzar alturas mayores a 2,2 metros es aún menor.

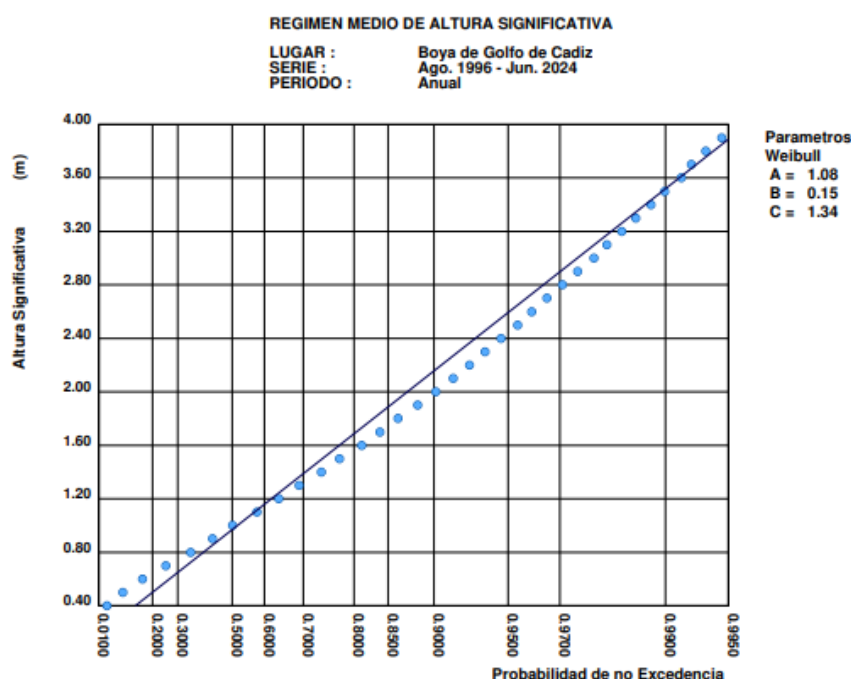


Figura 51. Régimen medio del oleaje (1996-2024). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado

6.3.2.2 Régimen extremal.

El régimen extremal del oleaje surge como respuesta a la necesidad de acotar el riesgo que corre una determinada instalación en interacción con este agente, en este caso, teniendo en cuenta las situaciones de temporal.

Para ello se analiza la altura significativa de ola asociada a la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de los temporales en una determinada zona. La representación de un régimen extremal se hace mediante un modelo estadístico y se determina conforme a criterios establecidos que determinan las condiciones que implican un oleaje de temporal, y el umbral sobre el cual cierta actividad debe ser cesada (Fig. 50).

Se ha tomado como nivel referencia de altura significativa de ola 3 m, dado que en el 90% de los casos el oleaje no supera los 2,20 metros, es decir, esa altura significativa se corresponde con oleaje de tormenta si dichas condiciones se mantienen por un tiempo mínimo de cinco días.

REGIMEN EXTREMAL ESCALAR DE OLAJE

LUGAR : Cádiz
 PARÁMETRO : Altura Significante
 PROFUNDIDAD : 450.0
 SERIE ANALIZADA : Ago. 1996 - Jun. 2024

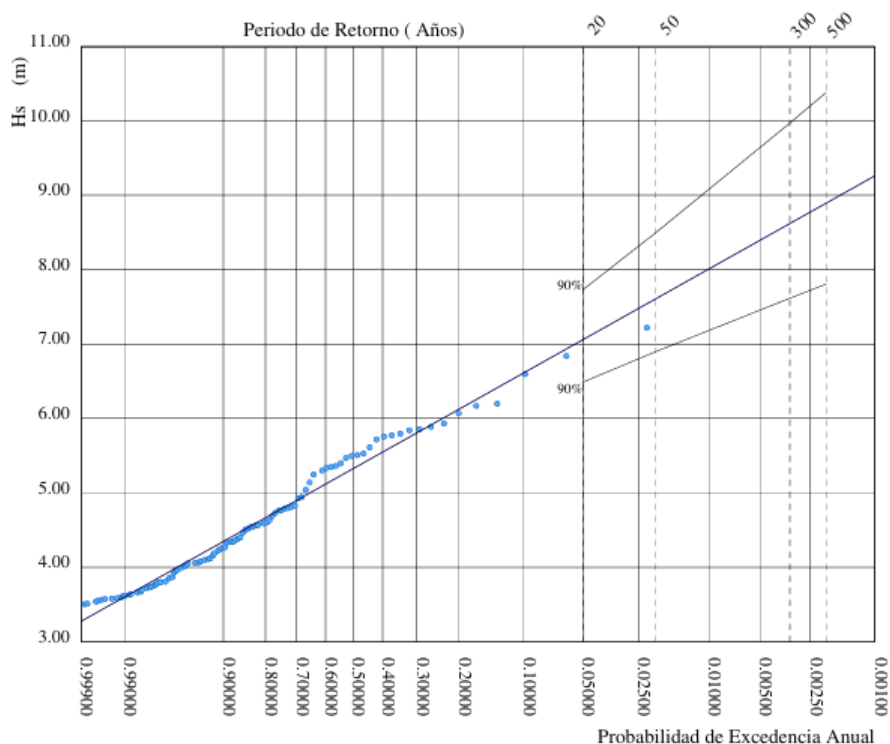


Figura 52. Régimen Extremal de Oleaje (1996-2024). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado

Se considera la probabilidad de excedencia respecto de una altura de diseño (altura significativa frente la cual una instalación se verá afectada), para un periodo de vida útil (periodo de tiempo durante el cual es necesario garantizar la permanencia en servicio de una instalación).

Las probabilidades de excedencia para los valores más altos de este parámetro vienen recogidas en la tabla siguiente.

Periodo de retorno (años)	Hs (m)
20	7,06
50	7,61

Tabla 4. Estimaciones del Régimen Extremal (1996-2024). Puertos del Estado

Así, se constata que el evento registrado en 2018 con Hs superior a 7 metros se correspondería con los valores esperables más elevados para este parámetro, con periodos de retorno de 50 años.

6.4 COTA DE INUNDACIÓN

El régimen de inundación alcanzado por una playa por acción de la dinámica marina y meteorológica es un fenómeno especialmente complejo, tanto por el gran número de elementos que intervienen en el proceso de inundación, como por la interacción entre dichos elementos.

El fenómeno de inundación en una playa puede ser representado de acuerdo al siguiente esquema (fig. 51). En un instante determinado, la playa está caracterizada por un nivel de marea (NM) compuesto por la marea astronómica y la marea meteorológica (MA+MM) y una batimetría. Sobre dicho nivel de marea se encuentra el oleaje que, en función de sus características y de la batimetría de la playa, se propaga hacia la costa. Al alcanzar la costa, el oleaje rompe en la playa, produciéndose un movimiento de ascenso de la masa de agua a lo largo del perfil de playa run-up (RU). Todos estos factores están relacionados entre sí. Además de la interacción entre los elementos (oleaje-batimetría-nivel de marea-ascenso), el fenómeno de la inundación presenta la complicación añadida de que algunos de los factores (oleaje, viento...) son variables aleatorias y, por tanto, su presentación está sujeta a una determinada probabilidad.

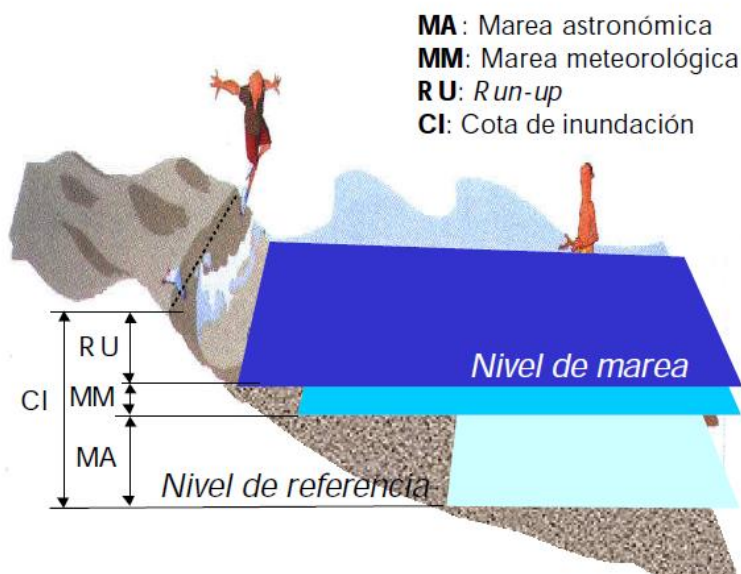


Figura 53. Factores que afectan a la cota de inundación. Fuente: Atlas de Inundación.

Por consiguiente, la determinación de la cota de inundación es un problema estocástico de extremos. Una de las consecuencias de que sea un problema estocástico, es que **no existe un “límite determinista al que llegan las olas durante el peor temporal”**, sino que cada nivel tendrá “una probabilidad de ser sobrepasado en un temporal determinado”. Por lo tanto, el objetivo que se plantea es la obtención de la función de distribución de la cota de inundación.

Así, para la simulación de la cota de inundación en la unidad fisiográfica objeto de estudio se ha utilizado como referencia el Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español. Este trabajo desarrolla una metodología para simular la *Cota de inundación* (SCI), la cual se puede expresar como la suma de las siguientes componentes:

$$SCI(t) = SMA(t) + SMM(t) + RU(t)$$

Donde:

SCI (t): Cota de Inundación

SMA: Marea astronómica

SMM: Marea meteorológica

RU: Run-up

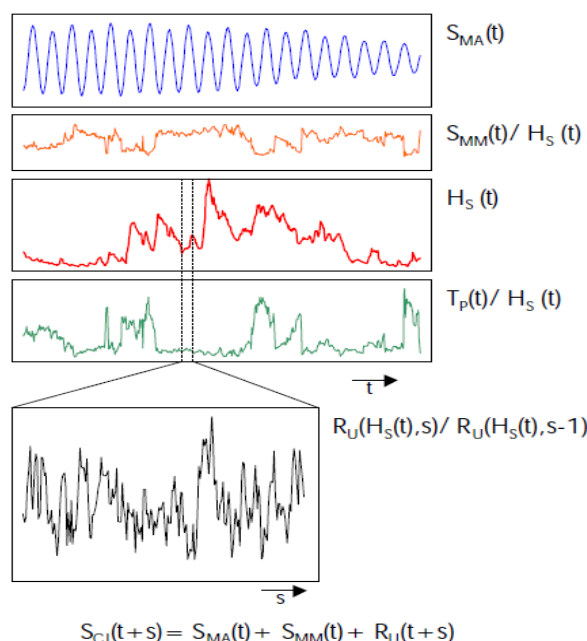


Figura 54. Componentes de SCI. Atlas de Inundación.

La SCI es por tanto, la suma del efecto de ascenso del nivel del mar en la playa debido al efecto de la marea astronómica (SMA), la marea meteorológica (SMM) y el run-up (RU).

Marea astronómica: la marea astronómica supone el desplazamiento temporal de la superficie del mar respecto a un nivel fijo de referencia debido al efecto de atracción de los astros. Este parámetro determina cómo se produce el ascenso de la cota de inundación sobre la playa, variando en función del efecto combinado de un pico de tormenta y los estados de pleamar y bajamar.

Marea meteorológica: el efecto de la presión atmosférica y la acción tangencial del viento sobre la superficie del mar, provocan variaciones en el desplazamiento vertical de su superficie libre respecto de un nivel de referencia, alcanzando valores medios de en torno a 1 m.

Run up: es el desplazamiento vertical provocado por dos fenómenos, el *Set up*, o el aumento de la H_s de la ola provocada por el efecto de asomeramiento, al interaccionar el desplazamiento de la ola con el fondo, y el *Swash*, o desplazamiento de la lámina de agua sobre la superficie de la playa tras la rotura del oleaje. Este

último, está condicionado por la percolación y la gravedad, es decir, las características de los materiales que forman la playa y la pendiente emergida de la misma.

Para establecer las cotas de inundación en un periodo de retorno de 5, 10 y 50 años, se van a seguir una serie de pasos detallados a continuación, que se corresponden con el uso que se ha dado de la información ofrecida en el Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español.

I. Zonificación:

El Atlas de Inundación ofrece una zonificación del litoral peninsular que define áreas homogéneas de acuerdo con las siguientes características:

- Oleaje
- Marea astronómica
- Marea meteorológica
- Configuración de la costa
- Emplazamiento de las fuentes de información

La unidad fisiográfica se encuentra en el “AREA IV”. Al tener en cuenta las variaciones del efecto de la marea astronómica, éste área queda dividida en tres subzonas, de las cuáles la “SUBZONA a” es la que nos concierne (Fig. 53).

En la figura 53 se define la ubicación de dicha área y subzona. Los símbolos que aparecen representados en la subzona de interés hacen referencia al emplazamiento y características de las fuentes de información utilizadas. En este caso, se contrastan los datos registrados por el Mareógrafo de Cádiz, el Mareógrafo de Huelva, y por otro lado los registrados de oleaje por la Boya de Cádiz (Figs. 54-55).

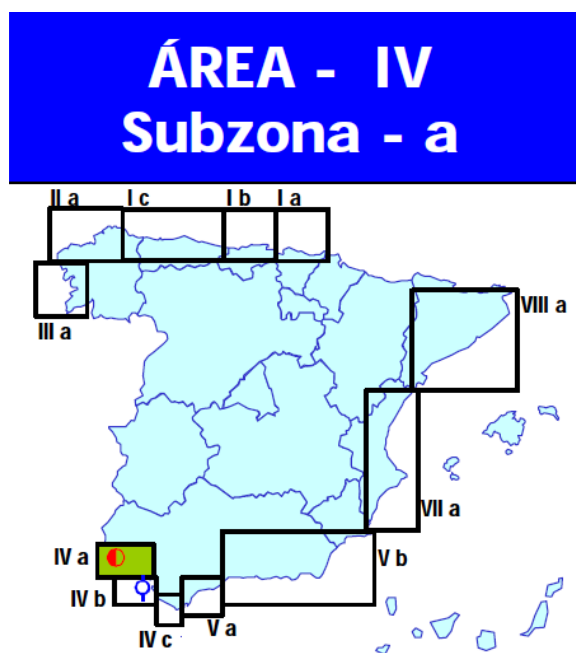


Figura 55. Ubicación del área IV y subzona a. Atlas de Inundación.

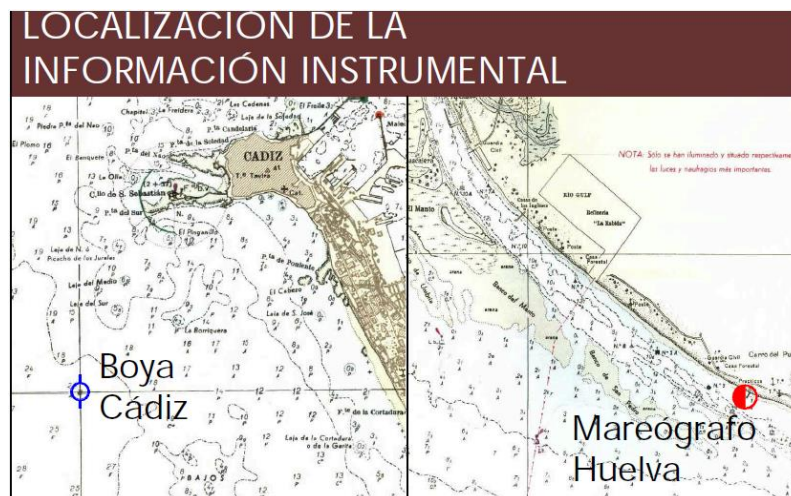


Figura 56. Localización de la Información Instrumental. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español

INFORMACIÓN ANALIZADA			
MAREA ASTRONÓMICA		OLEAJE	
Mareógrafo	Huelva	Boya	Cádiz
Situación	37°08'34" N 06°51'35" W	Situación	36°30'20"N 06°20'10"W
Período medida	1992 / 1995	Profundidad	22 m
		Período medida	1992 / 1997
MAREA METEOROLÓGICA		OBSERVACIONES VISUALES	
Residuo Nivel del Mar del Mareógrafo de Huelva		Cuadrícula: 35°N - 37.1°N 5.6°W - 10°W	
		Período medida: 1950-1985	

Figura 57. Información analizada. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español

II. Orientación de la Playa de Las Piletas

Para cada Área se dan las direcciones significativas en intervalos de 22.5°. Dichas direcciones representan la normal a las curvas batimétricas de las playas. De esta forma se puede evaluar el resultado para los valores de la cota de inundación para todas las playas en función de su orientación.

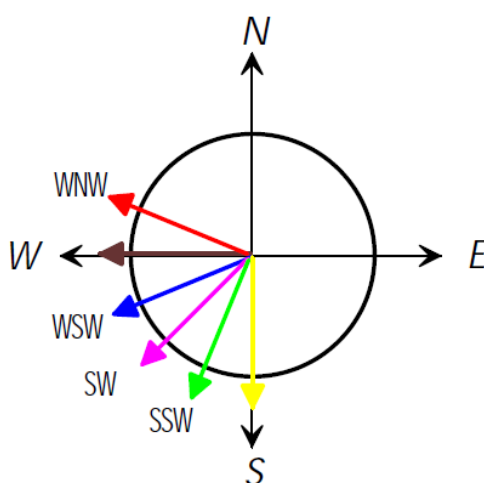


Figura 58. Orientaciones significativas. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español

Se presenta la orientación para la Playa de Las Piletas, objeto de este estudio, con el fin de poder posteriormente compararla con los regímenes del Atlas de Inundación.

Nombre de la playa	Orientación	Concordancia con orientaciones significativas*	Color de referencia
LAS PILETAS	ENE-WSW	WNW	

Tabla 5: Orientación de la Playa de Las Piletas.

*Como se ha indicado anteriormente, las orientaciones significativas ofrecidas por el Atlas de Inundación son las perpendiculares a las curvas batimétricas.

El cálculo de la pendiente de la playa Tan β , se ha obtenido a partir de los perfiles medios de la playa objeto de estudio.

El perfil de una playa cambia constantemente, observándose diferencias importantes entre estaciones, como resultado de la dinámica marina.

Es especialmente el oleaje incidente en la zona el que modelará estos perfiles en función de su intensidad y los periodos de tormenta. Estos cambios derivan en el desplazamiento de las barras sumergidas, la erosión y acreción, y la presencia o ausencia de berma. Simplificando entre los múltiples perfiles que puede presentar una playa, son los más representativos el perfil disipativo y el reflejante.

Para la utilización del gráfico correspondiente al régimen medio de cota de inundación en una playa abierta, el Atlas de Inundación distingue entre estos perfiles, utilizando el valor de su pendiente como parámetro de referencia. El criterio viene dado por $\tan \beta = 0.15$. Valores por encima de esta referencia corresponden a playas reflejantes, y valores inferiores corresponden a playas disipativas.

En el caso de la playa objeto de estudio, la pendiente emergida (Tan β) de la playa tiene un valor de 0.0118 mientras que la pendiente sumergida (Tan α) es de 0.0031

La playa de Las Piletas se corresponde, por tanto, con una playa DISIPATIVA.

Estos datos se han obtenido calculando la pendiente media a través del perfil de playa que se puede observar en la siguiente ilustración.

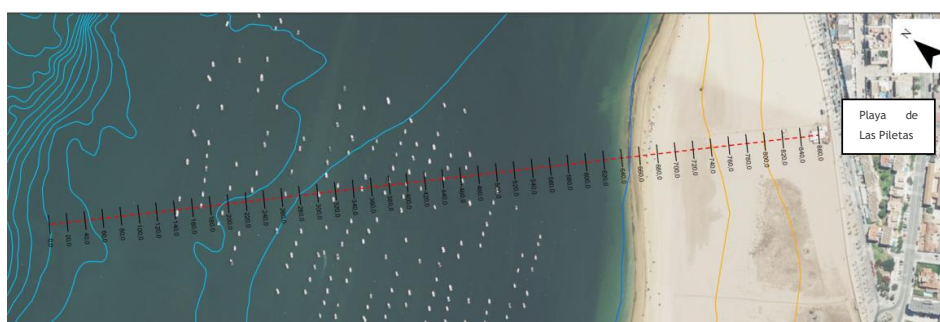


Figura 59. Planta batimétrica y topográfica de la playa de estudio.

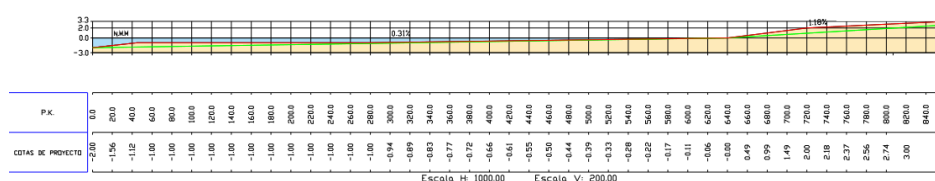


Figura 60. Perfil Longitudinal de la playa de estudio.

En cualquier caso, hay que poner de manifiesto que el perfil de playa anterior resulta teórico y se trata de un perfil medio, pero los perfiles de playa son dinámicos y varían en función de la energía recibida por el oleaje y los temporales.

En una playa rectilínea, en la boca del estuario y no afectada por contornos terrestres, islas o bajos rocosos, las irregularidades a media escala (del orden de centenares de metros) y de pequeña escala (del orden de decenas de metros), están asociadas a las migraciones de las barras en los distintos estados de la playa, en continuo equilibrio entre las fuerzas constructoras y erosivas del oleaje. Las barras emigran hacia tierra o hacia el mar dependiendo de las condiciones de oleaje, modificando el perfil de la playa y dando lugar a lo que se conoce como perfil de invierno o de tormenta y perfil de verano o de acreción.

De este modo, existe un movimiento estacional del material, que se distribuye de distinta manera originando diferentes interacciones entre el oleaje incidente y la arena. En una playa en equilibrio, la cantidad de arena es la misma a lo largo de todo el año, aunque se distribuya de manera desigual. En verano, la playa es más ancha, acumulándose la arena en la parte superior. En invierno, la playa es más estrecha y parte del material se coloca en la parte sumergida, formando la barra de arena. Estas barras migratorias actúan como una reserva temporal de arena, además de como una

barrera flexible contra las olas y las corrientes por ellas inducidas. La interacción entre las barras y el campo de oleaje/ corrientes da lugar a cambios característicos en la topografía de la playa y de las propias barras.

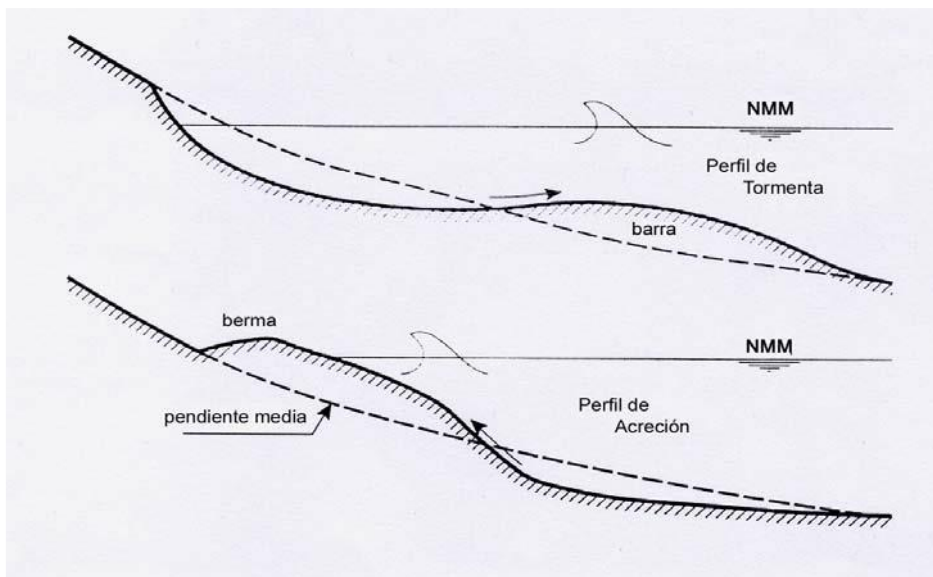


Figura 61. Perfil de tormenta y perfil de acreción (VAN RIJN, L.C. 1998)

- III. **Determinación de SCI respecto al NMMA a partir del Régimen Extremal de la Cota de Inundación en una playa, teniendo en cuenta la orientación de la playa de este estudio, y su carácter disipativo.**

RÉGIMEN EXTREMAL DE COTA DE INUNDACIÓN EN UNA PLAYA ABIERTA

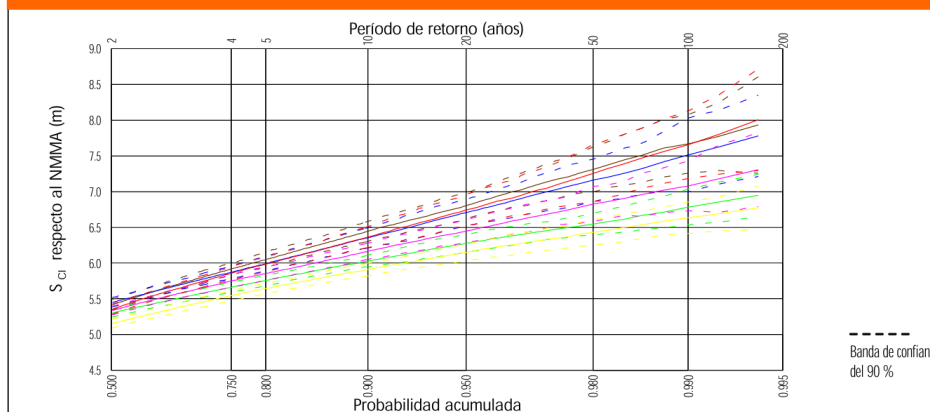


Figura 62. Régimen Extremal de Cota de Inundación para una playa abierta, área IV subzona a. Atlas de Inundación.

La metodología utilizada para el cálculo del régimen de niveles de cota de inundación presentada en el Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español consiste en la simulación del proceso físico de inundación con base en las funciones de distribución de las variables marea astronómica, marea meteorológica, altura de ola significativa y período de pico. Es decir, es una metodología compuesta de cálculos directos (simulaciones) e indirectos, para los cuales contempla una serie de aproximaciones basadas en probabilidades. Una de estas aproximaciones es acotar el cálculo para playas abiertas, *no se realiza para playas de ningún otro tipo*.

Así, mediante el uso del régimen extremal de cota de inundación dado por el Atlas de Inundación, se determina para esta playa, en función de su orientación y su carácter disipativo, los valores de su cota de inundación para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años, que aparecen a continuación:

SCI5(m)	SCI10(m)	SCI50(m)
6	6,35	7,28

Tabla 6. SCI (m) para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el régimen extremal de la cota de inundación aportada por el Atlas de Inundación, supera la cota a la que se encuentra las instalaciones en todos los casos.

Sin embargo, es importante recordar que la elaboración de la información procedente del Atlas de Inundación, a partir del cual se han calculado los valores de cota de inundación, se ha realizado con limitaciones en los datos y/o admitiendo una serie de simplificaciones a tener en cuenta. La cota de inundación de la playa se obtiene bajo la hipótesis de que el talud de esta es indefinido. Sin embargo, esto no es exactamente así en la realidad y a partir de una determinada cota, el perfil de playa cambiará y estará compuesto por una zona de berma, no considerada en la simulación realizada.

Es fundamental la consideración de soterrada de las instalaciones.

De acuerdo con los registros oceanográficos, la Hs del oleaje no supera el metro de altura en el 90% de los casos para el período estival, manteniéndose por debajo de los 2 metros en casos extremos. Fuera de dicho periodo, se han registrado casos (aunque de baja frecuencia) en el que la Hs ha alcanzado los 4 metros, lo que supone el doble de los registros estivales. Así, los oleajes máximos registrados en verano resultan un 50% menor de los temporales que tienen lugar el resto del año, lo que incide directamente en una sobreestimación de la cota de inundación correspondiente al periodo estival.

Así mismo, cabe recordar que lo que se valora en este estudio es la afección que pudiera ocasionar la presencia de las instalaciones a la dinámica litoral y no al revés, esto es, no se valora la afección que pudiera producirse sobre la instalación en caso de que sea alcanzada por la lámina de agua.

IV. Determinación del nivel medio de marea NM respecto al NMMA a partir del régimen extremal del nivel de marea.

La Playa de Las Piletas presenta un régimen mesomareal, de periodicidad semidiurna.

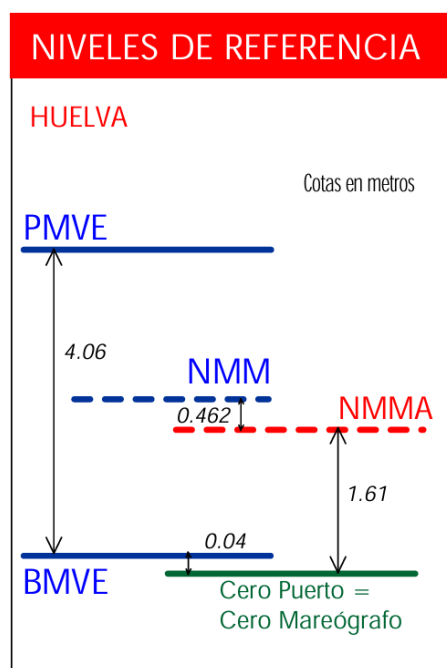


Figura 63. Niveles de referencia área IV. Subzona a. Atlas de Inundación.

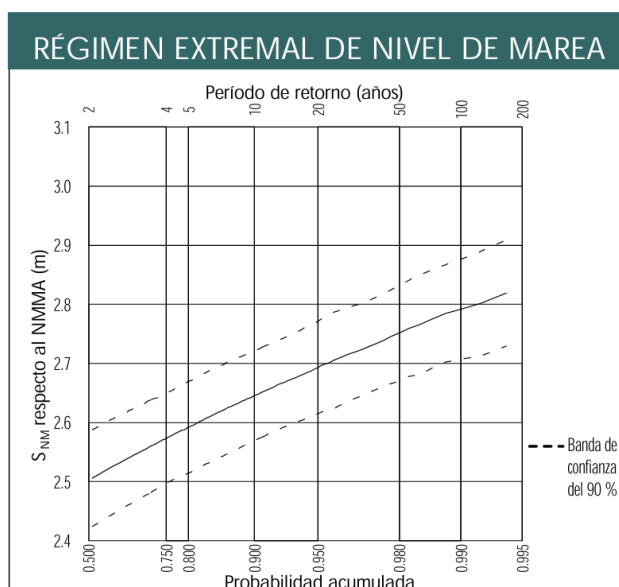


Figura 64. Régimen extremal NM. Área IV, subzona a, Atlas de Inundación.

Para tener en cuenta la variación del nivel de marea, se ha calculado el valor de SNM, a partir del ábaco del régimen extremal de nivel de marea (Fig. 62), para un periodo de retorno de 5, 10 y 50 años (Tabla 7).

SNM ₅	SNM ₁₀	SNM ₅₀
2,59	2,65	2,74

Tabla 7: SNM para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años.

Así, considerando sólo el efecto de la marea, el nivel del mar alcanzaría la cota a la que se encuentran las instalaciones.

V. Cálculo de Ru:

El Run-up es el ascenso del nivel del mar debido al oleaje incidente en una determinada playa. Su valor depende de la altura significativa (Hs), y el periodo de pico (Tp), medidos en una playa, que a su vez presentará valores característicos de talud medio de ascenso y descenso de esta. Las relaciones que se establecen entre los distintos parámetros vienen dadas por la expresión de Van der Meer y Janssen (1995). En la Figura 63 se representa de forma esquemática la relación entre ellos.

Para el cálculo de los regímenes de Hs-Tp en la playa, se han propagado las variables del oleaje para cada una de las mismas, llevando a cabo en la metodología una serie de simplificaciones en cuya descripción este estudio no va a profundizar.

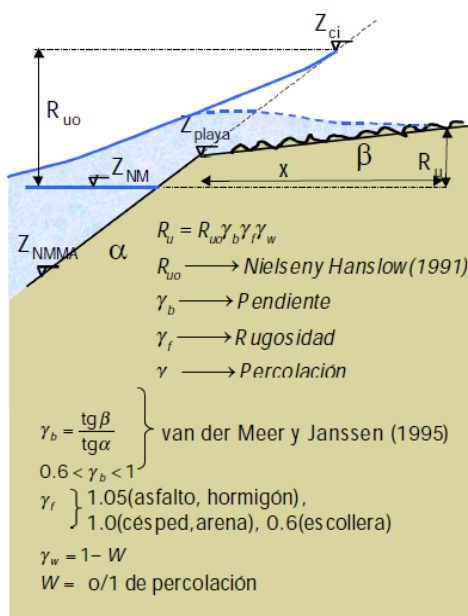


Figura 65. Parámetros incluidos en la formulación de Van der Meer y Janssen (1995). Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español.

Para estimar el run up se utiliza la fórmula de Van der Meer y Janssen (1995), la cual permite calcular R_u en un perfil compuesto por dos alineaciones α y β , conocido el run-up que tendría la primera alineación R_{u0} (dado por el Atlas) y las características de rugosidad y percolación de la segunda alineación.

Formulación de Van der Meer y Jansen (1995):

$$R_u = R_{u0} \gamma_b \gamma_f \gamma_w$$

R_{u0} se calcula como la diferencia en metros de la cota de inundación prevista para un periodo de retorno determinado, y el nivel del mar estimado para el mismo periodo.

$$R_{u0} = S_{CI}(t) - S_{NM}(t)$$

Una vez obtenido R_u , se podrá calcular la longitud de la playa inundada según la siguiente expresión:

$$X = R_u / \tan \beta$$

Para obtener R_{u0} se requiere hacer una estima del nivel de marea (S_{NM}) por el cual se propaga la ola que llega a la cota S_{CI} . En una primera aproximación, si S_{CI} es la cota de inundación correspondiente a R años de periodo de retorno, se tomará como S_{NM}

la correspondiente, también a R años de período de retorno. Estos datos los hemos calculado en los dos pasos anteriores, por lo que combinándolos con los datos que caracterizan a la playa en cada caso obtendríamos el valor de R_u y X . Para la realización de estos cálculos y su interpretación se han asumido unos valores para los parámetros γ_w y γ_f iguales a la unidad.

En la Tabla 8 se representan los resultados de la aportación del oleaje incidente a la cota de inundación. A la vista de los resultados, el incremento del nivel del mar producido por el oleaje incidente para condiciones extremas está entre 3,41 m, a cinco años de periodo de retorno, y 4,54 m a 50 años. A mayor periodo de retorno, mayor es la cota de inundación por oleaje, siendo la superficie de la playa inundada proporcionalmente creciente.

Periodo de retorno	R_{U0}	R_U	X
5	3,41	3,41	288,98
10	3,70	3,70	313,56
50	4,54	4,54	384,75

Tabla 8. Resumen cálculo de la longitud en la horizontal a la que llega el R_u .

Los resultados obtenidos para la distancia inundada son elevados, dada la baja pendiente de la playa.

Sin embargo, se corresponde con valores extremos, con un periodo de retorno de 50 años. Por otra parte, estos valores no diferencian entre periodos estacionales y están basados en valores máximos alcanzados durante los temporales más importantes, cuya ocurrencia se sitúa fundamentalmente en los meses de invierno y primavera.

6.5 CAMBIO CLIMÁTICO

En este estudio no están incluidos los cálculos y reflexiones que exige el efecto del cambio climático sobre la variación del nivel del mar, éstos se incluyen en el Estudio de Cambio Climático que acompaña a la tramitación y da cumplimiento a lo que se establece en los artículos 91.2 y 92 del Reglamento de Costas.

Las principales apreciaciones y conclusiones de dicho estudio se enumeran a continuación.

Las principales consecuencias que conlleva el cambio climático sobre el océano son el aumento del nivel del mar y la temperatura del agua. Asociados a estos efectos se

desencadena toda una serie de cambios de estado que afectan directamente a los ecosistemas y a la hidrodinámica marina.

Un leve pero significativo cambio climático puede llegar a generar, además de una posible ligera variación en la posición del nivel del mar, una acusada modificación de la dinámica de vientos y corrientes litorales, desencadenando fuertes transformaciones en el paisaje costero (Gracia Prieto, J. y col., 2012). Por tanto, toda ocupación de la línea de costa es susceptible de verse afectada por estas variaciones, por lo que son fundamentales los criterios de precaución a la hora de evaluar posibles situaciones futuras en el estado y comportamiento de la hidrodinámica y la playa.

Las observaciones históricas y las proyecciones indican que el calentamiento global y la presión ejercida por las personas están alterando y creando cambios y desequilibrios en la costa que conocemos. Entender estos cambios y planificar para afrontarlos son cuestiones de gran importancia y urgencia para España, su sociedad y sus valores naturales costeros (Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española, 2017).

Por ello, el Servicio de Apoyo a las Reformas Estructurales de la Comisión Europea encomendó a Coastal & Marine Union (EUCC), el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHCantabria), la Universidad de Cádiz y MedCities, desarrollar las Estrategias para la protección de la costa en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático (de ahora en adelante Estrategias), en respuesta a la petición del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

Esta estrategia divide el litoral de las provincias indicadas en Unidades Costeras y de Gestión, haciendo un intenso estudio de comportamiento actual y proyección futura sobre riesgos por erosión e inundación, proponiendo, así mismo medidas de protección frente a ellos. El ámbito de estudio se incluye en la Unidad Costera **UC-CA2 Puerto de Bonanza-Puerto de Chipiona** que ha sido segmentada en una única UG:

- UG-CA2.1 que contiene las playas de Bonanza, de Bajo de Guía, de la Calzada, de las Piletas, de la Jara, del Montijo y Micaela (**Fig. 64**).



Figura 66. UG de la UC-CA2.1 Puerto de Bonanza-Puerto de Chipiona

Sobre dicha unidad costera, se ubican las instalaciones proyectadas, siendo esta zona objeto del análisis del Estudio de Cambio Climático que acompaña al presente Estudio de Dinámica Litoral. A continuación, se presentan de forma esquemática, las conclusiones del mismo:

- Se produce un **aumento cierto** del nivel mar.
- Los elementos que definen la morfodinámica de la playa (viento y oleaje) no varían de forma significativa en el tiempo.
- La temperatura superficial del agua está en claro aumento.
- Se espera un **incremento de los temporales costeros** en el corto plazo y pueden producirse **tarde en la primavera o pronto en el otoño**. Sin embargo, tomando como referencia los mayores temporales vividos en los últimos años

(Emma, 2018; Gloria, 2020; y el tren de borrascas de marzo de 2025 - Jana, Konrad, Laurence, Martinho y Nuria) de las playas en Sanlúcar de Barrameda, Las Piletas fue la que menos sufrió.

- La Unidad Costera donde se encuentra la **Playa de las Piletas** y las instalaciones para el desarrollo de las carreras de caballos presenta **riesgos significativos de erosión e inundación en la actualidad** y en aumento para cualquier escenario futuro. Sin embargo, Las Piletas es la única playa que supone una excepción al comportamiento erosivo del tramo y actualmente se encuentra en acreción.
- Las instalaciones asociadas a las carreras de caballos se ubican en una zona con **riesgo potencial de inundación**.
- Se determina un riesgo combinado de erosión e inundación medio en la actualidad y alto en el corto, medio y largo plazo, lo que motiva una intervención prioritaria en el corto plazo, según la Estrategia de Protección de la Costa, publicada por el MITECO en 2021.
- Se recomienda, sobre todo, realizar **actividades de prevención y sensibilización**, contribuir a la conservación del entorno y conocer el avance y comportamiento de la playa. Así mismo, llevar un registro pormenorizado del comportamiento de las playas tras los pasos de los grandes temporales costeros.

Se concluye que las instalaciones asociadas a las carreras de caballos pueden verse afectado a futuro tanto por la inundación debida al aumento del nivel del mar como a los efectos de los temporales costeros, sin embargo, en mucho menor grado que el resto de la Unidad Costera a la que pertenece la playa de Las Piletas, al encontrarse en una ubicación privilegiada en este sentido. No hay motivo para desaconsejar la regularización de las instalaciones existentes, siempre que se cumpla con las recomendaciones y la normativa de costas.

6.6 BATIMETRÍA

La playa de Las Piletas se sitúa en la desembocadura del río Guadalquivir, en su margen izquierdo. Los fondos son de escasa profundidad y pendiente suave, con una zona central más profunda de unos 10 metros, situada a casi un kilómetro de distancia a costa.



Figura 67. Batimetría de la zona de estudio. Fuente: Estudio Ecocartográfico de la Provincia de Cádiz.

6.7 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

A escala histórica (miles de años) la evolución morfológica de la línea de costa atlántica gaditana ha estado controlada por las oscilaciones del nivel del mar (también llamadas “eustáticas”) y por los movimientos tectónicos recientes. Para periodos cronológicos de menor duración (cientos de años), los cambios costeros se ven condicionados por la influencia que las oscilaciones climáticas han tenido sobre los procesos físicos litorales (oleaje, corrientes, mareas, vientos, etc.) y continentales (erosión hídrica y aportes sedimentarios fluviales a la costa, etc.), en paralelo a los cuales no se pueden olvidar los efectos generados por la neotectónica local y, puntualmente, por fenómenos físicos de muy alta energía y de origen diverso, tanto climático (temporales marítimos), como geológico (tsunamis) (Gracia Prieto, J. y col., 2012).

6.7.1 Contexto geológico

La Cuenca del Guadalquivir constituye uno de los tres grandes dominios geológicos de Andalucía. Ocupa un área extensa del territorio andaluz y por ella discurre el río más importante de la Comunidad: el Guadalquivir.

Geográficamente, la depresión del Guadalquivir está limitada al norte por los relieves hercínicos de Sierra Morena, al sur por los relieves subbéticos, al este por los prebéticos de la Sierra de Cazorla y al oeste por el Golfo de Cádiz. Aunque su topografía es muy suave, se observa un descenso progresivo de cota desde el sector oriental (800 m), hasta el occidental, situado a nivel del mar.

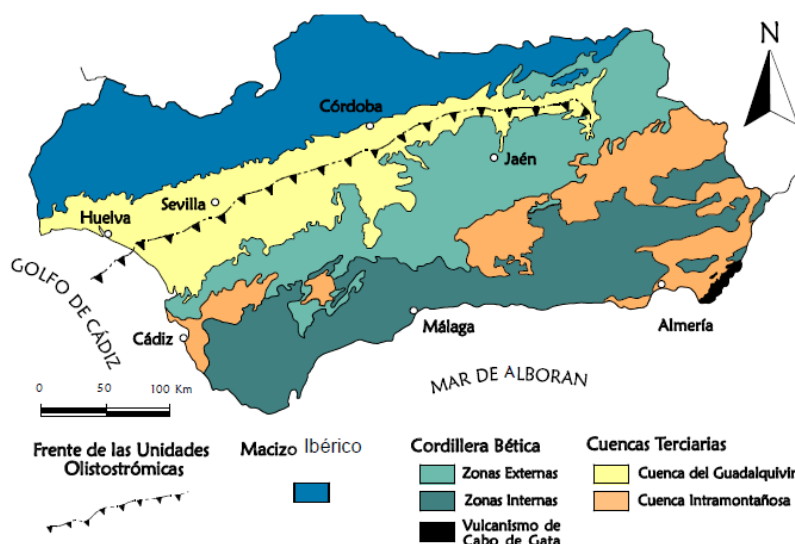


Figura 68. Encuadre geológico de la cuenca del Guadalquivir. Fuente: Mayoral, E.J., Abad, M. 2008.

La Cuenca del Guadalquivir se formó durante el Neógeno como una cuenca periférica al norte de la Cordillera Bética. El relleno sedimentario de la cuenca se realizó entre el Mioceno inferior y el Plioceno.

El relleno sedimentario de la cuenca puede dividirse en dos grandes conjuntos estratigráficos: el inferior, que incluye los materiales depositados previos a la colisión, y el superior, que comprende los materiales de la propia cuenca de antepaís. Los primeros, de edad Burdigaliense-Langiense-Serravaliense, están formados por facies de “moronitas” o “albarizas”, que consisten en margas de color blanco, ricas en foraminíferos, cocolitos y diatomeas depositadas en ambientes marinos profundos. Los segundos constituyen el relleno propiamente dicho de la cuenca de antepaís y se dividen en cinco secuencias deposicionales. Estas unidades sedimentarias, que alcanzan una potencia de entre 300 y 400 m, se componen de: a) facies de plataforma, formadas por arenas y lutitas que hacia techo pasan a areniscas bioclásticas; b) facies de talud, constituidas por arcillas; c) facies de cuenca, sedimentos pelágicos (alejados de costa) con gran diversidad de microfauna; y d)

facies turbidíticas, con depósitos de canal y lóbulo. Dichas unidades fueron depositadas en edades diferentes y afloran en diversos sectores de la cuenca.

Según el mapa geológico de la provincia de Cádiz, el ámbito de estudio se sitúa sobre depósitos litorales (unidad cartográfica 32), constituidos fundamentalmente por limos, arenas, gravas biogénicas y arcillas indicando una gran variedad de litológica y de facies. Estos cambios litológicos condicionan que las características hidrogeológicas de este conjunto de sedimentos sean muy variadas.



Figura 69. Mapa geológico del ámbito de estudio. Fuente: Diputación Provincial de Cádiz.

Al Suroeste, se encuentran los depósitos de laderas, agrupados en la unidad cartográfica 34, formados por arcillas, arenas y cantos de distintos tamaños que integran los sistemas de coluviones, glaciares, depósitos de solifluxión y conos de deyección, constituyendo todos ellos un conjunto con relativo interés hidrogeológico.

Hacia el interior (al este del ámbito) se diferencia la unidad cartográfica 29, en el tránsito entre el Plioceno y el Cuaternario, formada por arenas rojas algo cementadas con intercalaciones de niveles de gravas y conglomerados con cantos de cuarzo redondeados afectados en algunas zonas por procesos de rubefacción que dan lugar a grandes acumulaciones de arcillas rojas.

También se encuentra representada la unidad cartográfica 23, constituida por margas blancas ricas en sílice, formadas por esqueletos de Radiolarios y Diatomitas, denominadas en la región “moronitas” o “albarizas”. Afloran fundamentalmente en el sector noroccidental de la provincia, en el entorno de Jerez de la Frontera.

6.8 TRANSPORTE LITORAL Y BALANCE SEDIMENTARIO

6.8.1 Consideraciones previas

La Playa de Las Piletas es una playa urbana, longitudinal, de perfil disipativo, característico de playas de arena fina y/o niveles de energía bajos.

En general, la playa y la zona de rompientes conforman un ecosistema marino discreto que contiene productores primarios, consumidores y descomponedores, con contornos bien determinados por la playa y los sistemas circulatorios de la zona de rompientes.

El ecosistema de playa/zona de rompientes está controlado por el oleaje que remueve y transporta la arena, acumula el fitoplancton, bombea agua y materia orgánica en el sistema intersticial y mueve a los animales. Por otro lado, el viento es el motor de la dinámica en la playa seca, transportando la arena, el aerosol salino y los detritos y enterrando la vegetación.

En función de la dirección en que se produce, se distinguen:

- El transporte transversal, que se produce a lo largo del perfil de la playa y que está controlado por factores como el oleaje, presencia de reflujos o corrientes de resaca, variaciones del nivel del mar o pendiente del fondo. Tiene lugar de mar a costa y viceversa (Fig. 68).
- El transporte longitudinal, que es el que se produce paralelo a la línea de costa y depende, en cierta medida, del tipo de rompiente. Al incidir el oleaje con un cierto ángulo, la corriente de flujo asciende por la pendiente de la playa con ese ángulo, mientras que el refluo desciende con una dirección prácticamente perpendicular a la línea de costa. Esto es lo que se conoce como *Deriva de playa* o *Beach drift* (Fig. 69).

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL PARA LAS INSTALACIONES ASOCIADAS A LAS CARRERAS DE CABALLOS EN LA PLAYA DE LAS PILETAS, TÉRMINO MUNICIPAL DE SANLÚCAR DE BARRAMEDA (CÁDIZ)

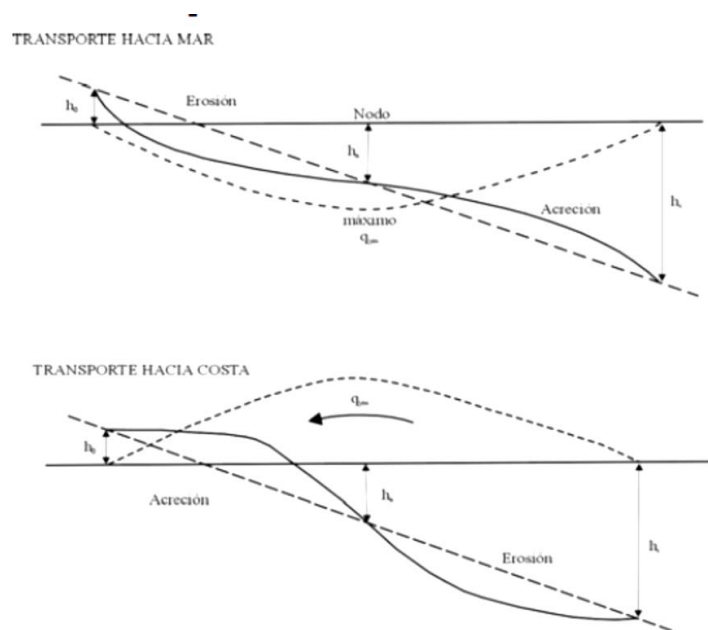


Figura 70. Transporte transversal hacia mar y hacia costa. Fuente: Universidad de Cádiz.

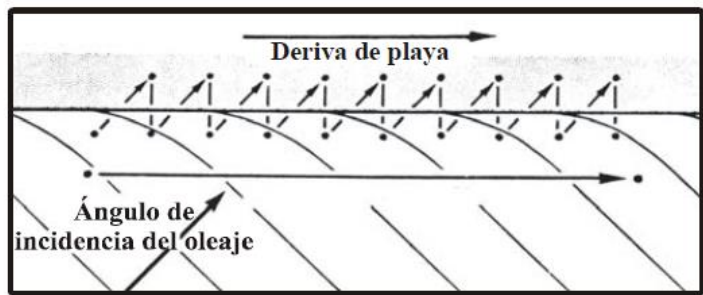


Figura 71. Deriva de playa o Beach drift. Fuente: Universidad de Cádiz.

En el tramo costero objeto de estudio, la deriva litoral discurre en dirección SSW-NNE.

Las Estrategias para la protección de la costa definen un modelo morfodinámico simplificado de funcionamiento de las playas existentes en cada una de las Unidades Costeras, donde queda recogida de forma gráfica la anterior afirmación:

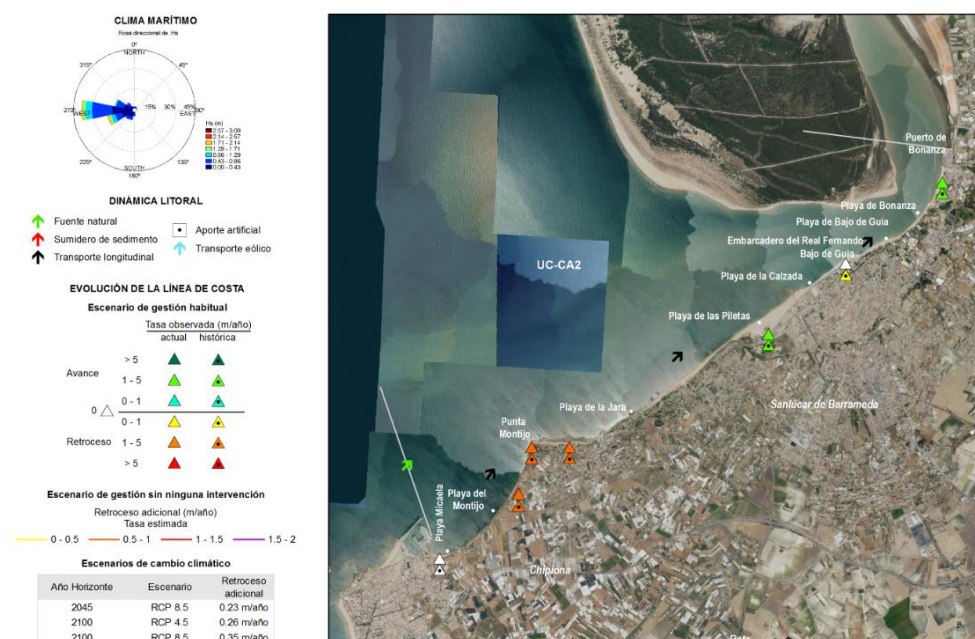


Figura 72. Modelo morfodinámico de funcionamiento de las playas incluidas en la unidad UC-CA2 Puerto de Bonanza-Puerto de Chipiona. Fuente: Estrategias para la protección de la costa.

6.8.2 Tasas de erosión/ sedimentación

Para completar este estudio, se ha considerado el cálculo de tasas de erosión costera como elemento fundamental para caracterizar la costa desde el punto de vista de su vulnerabilidad: a mayores tasas de erosión negativas (costa regresiva), mayor vulnerabilidad, y a mayores tasas de erosión positivas (costa progresiva) menor vulnerabilidad.

La Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente ha calculado las tasas de erosión de toda la costa andaluza, habiéndose seleccionado y validado algunos tramos de especial interés por la intensidad en su dinámica costera y, por tanto, su sensibilidad a los cambios en el volumen y la calidad del aporte sedimentario, a la fluctuación de los parámetros físicos de corrientes y oleajes, así como a la del propio nivel medio del mar.

La Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) dispone de información sobre las tasas de erosión de las playas andaluzas:

Tasas de erosión históricas.

Se incluyen las tasas de erosión de los periodos 1956-2013, 1956-1977, 1977-2013 en puntos distribuidos cada 50 metros a lo largo de la costa y representando cada uno de los tres periodos a lo largo de tres líneas separadas del frente costero 500, 850 y 1200 metros respectivamente, facilitando así la lectura cartográfica de los datos.

La playa de Las Piletas presenta tasas de erosión históricas variables tanto espacial como temporalmente. La zona donde se ubica la instalación presenta tasas de erosión positivas en el periodo 1977-2013, negativas en el periodo 1956-1977 y resultando el periodo global 1956-2013 de avance (tasa de erosión positiva):

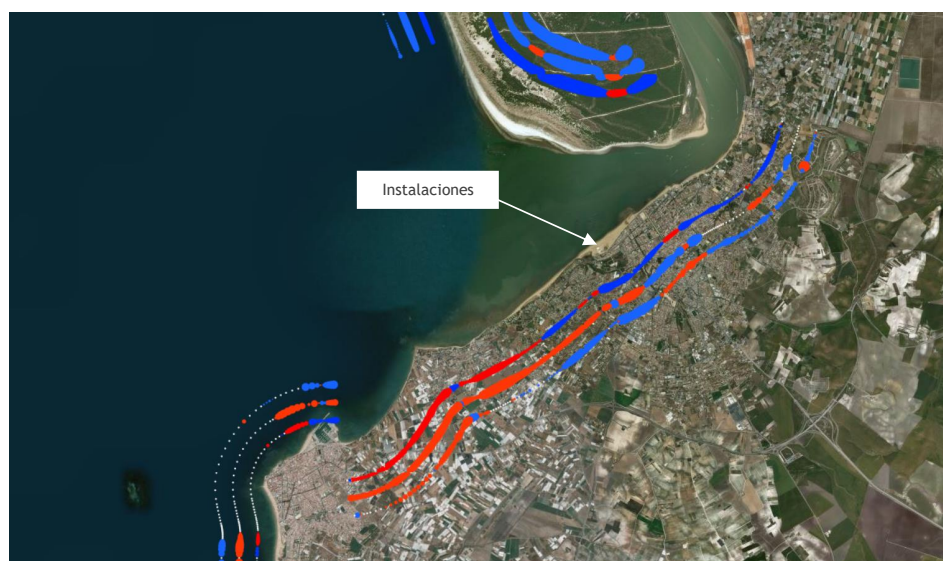


Figura 73. Tasas de erosión históricas en el ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.

Tasas de erosión pasado reciente.

Se incluyen las tasas de erosión de los periodos 2009-2013, 2009-2011, 2011-2013 en puntos distribuidos cada 50 metros a lo largo de la costa y representando cada uno de los tres periodos a lo largo de tres líneas separadas del frente costero 500, 850 y 1200 metros respectivamente.

La playa de Las Piletas presenta tasas de erosión recientes positivas.

En azul se representan los puntos de avance, en rojo los puntos de retroceso y en blanco los puntos neutros.

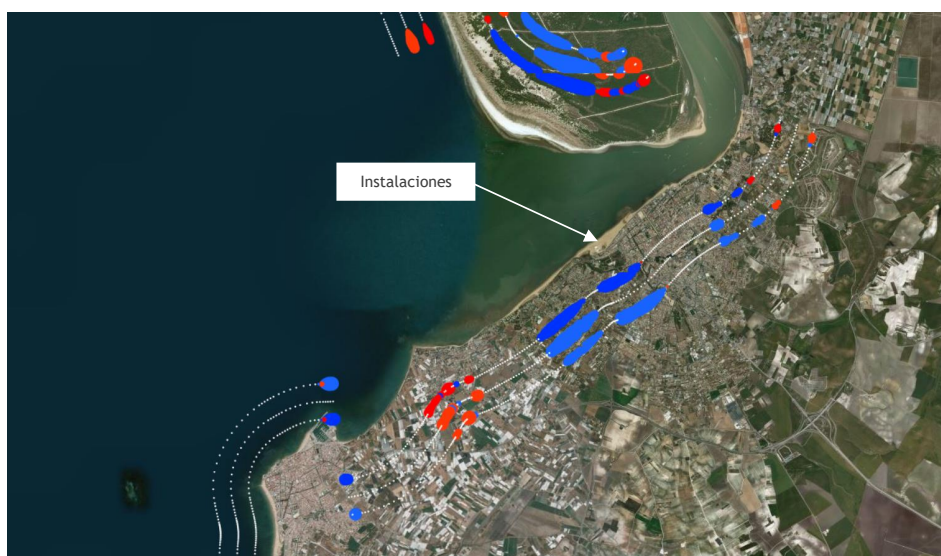


Figura 74. Tasas de erosión recientes en el ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.

Tasas de erosión actuales y futuras

Por su parte, el mencionado modelo morfodinámico simplificado de funcionamiento de la UG-CA 2.1, recoge el comportamiento de todas las playas de la unidad, sus tasas de erosión actuales y futuras y analiza las fuentes y sumideros de sedimento, así como los principales obstáculos o puntos críticos si los hay (no es el caso de la playa de Las Piletas):

- En el norte, las playas de Bonanza, de Bajo de Guía, de la Calzada y de las Piletas muestran acumulación de sedimento. Históricamente se han producido erosiones en el Bajo de Guía asociadas a los dragados del río Guadalquivir, en la actualidad en esta zona la línea de costa se encuentra estable.
- En el centro, las playas de la Jara y del Montijo se encuentran en retroceso, con tasas de erosión actuales similares a las producidas históricamente en esta zona.
- En el extremo sur de UC-CA2 la playa Micaela permanece estable.

Playa	Tasa erosión actual (m/año)
Playa de Bonanza	En acreción
Playa de Bajo de Guía	0
Playa de la Calzada	0

Playa de las Piletas	En acreción
Playa de la Jara	1.85
Punta Montijo	2.5
Playa de Montijo	2.5
Playa Micaela	0

Tabla 9. Tasas de erosión en UC-CA2. Fuente: Estrategias para la protección de la costa.

Las tasas de erosión constituyen un indicador de gran valor para conocer la evolución del frente costero e inferir los efectos, entre otros, de la regulación de los ríos (especialmente por su represamiento) y de la construcción de infraestructuras costeras. La primera por lo que supone en alteración del régimen de aportes sedimentarios y la segunda por constituir barreras al tránsito longitudinal de estos aportes.

Las **fuentes de sedimento** de la unidad UC-CA2 Puerto de Bonanza-Puerto de Chipiona son:

- Naturales: los aportados por el caudal del río a través del límite oriental de la unidad que, como se ha comentado en la unidad anterior, son reducidos debido a que el Puerto de Sevilla realiza dragados continuos en la zona para mantener la navegabilidad. Y los que sobrepasan el dique del puerto de Chipiona entra en esta unidad por su límite sur, que también son limitados pues son dragados periódicamente por el puerto cuando se acumulan en la bocana.
- Artificiales: No se conocen.

Por otra parte, la propia desembocadura del río actúa como **sumidero de sedimento**.

Se han calculado las tasas de erosión promedio (en m³/año) entre 2020 y los años horizonte (2045 y 2100) asociadas al cambio climático, cuyos resultados se muestran en la Fig. 70. Considerando el escenario RCP 4.5 el retroceso neto es de 20.8 m en el año horizonte 2100 y según el escenario RCP 8.5 los retrocesos netos son de 5.75 m y 28 m en los años horizonte 2045 y 2100, respectivamente. Se entiende, en aquellas playas donde existe erosión.

6.8.3 Evolución de la Línea de Costa

Mediante la superposición de la línea de costa establecida en las ortofotos de la zona de estudio, en la figura 73 se puede observar la tendencia de evolución observada en la zona de las instalaciones.

En base a los resultados obtenidos, se observa en el tramo de playa objeto de estudio un avance generalizado desde 1977 hasta 2022. Todos los años observados se aprecia un avance de la playa, excepto para el año 2004, el comportamiento de la playa es distinto y, si bien también se produce un avance generalizado 1977-2022 éste es sustancialmente menor y no de idéntico signo en todos los años observados.

Es importante tener en cuenta que esta evolución se obtiene mediante la observación de diferentes ortofotos, de las que se conoce el año, pero se desconoce el estado de la marea en el momento en que fueron tomadas. Por tanto, los resultados obtenidos llevan inherentes un margen de error asociado a este hecho.

En definitiva, la evolución de la línea de costa y la tasa de retroceso/acreción de la playa de Las Piletas no sigue un comportamiento homogéneo en toda su longitud, con diferencias en los avances y retrocesos de la línea de costa entre unos tramos y otros, lo que origina resultados dispares en función de la fuente de información, que utilizan periodos temporales diferentes. Conjugando los resultados mostrados por las ortofotos y las tasas de erosión calculadas por la Consejería, parece ser que históricamente el tramo suroeste de la playa de Las Piletas sufrió un avance, aunque en periodos más recientes, la playa ha avanzado de manera menos significativa. Por ello, haciendo balance general, el resultado obtenido es positivo según los datos registrados por las Estrategias para la protección de la costa.



Figura 75. Evolución de la línea de costa.

6.9 PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

El objeto de este estudio incluye, en respuesta a lo establecido por el Art. 93 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de Costas, un plan de seguimiento de las actuaciones previstas en la construcción y explotación de la instalación, que promuevan una gestión más adaptativa de los usos en el litoral. De este modo, es posible detectar afecciones sobre el sistema de la dinámica litoral provocadas por dichos usos, en este caso, la ocupación mediante instalaciones desmontables de la Playa de Las Piletas.

En vista de los resultados de este informe, se insta a los promotores del proyecto y responsables del mismo, al seguimiento periódico de una serie de aspectos sencillos que puedan servir a posteriori para la redacción de una memoria anual.

Los contenidos de esta memoria aparecen a continuación, especificando en cada caso, en qué fase de ejecución del proyecto deben ser considerados:

Fase de explotación:

- Control de inundaciones: Registro gráfico de incidencias en las que el nivel del mar pudiese tener acceso a las instalaciones. Es importante registrar en

la fotografía la fecha en la cual tuvo lugar la incidencia y la hora, con el fin de poder analizar los datos obtenidos y los regímenes de marea, registros de oleajes de temporal, etc.

- Control de sedimentos: Registro gráfico de incidencias asociadas al déficit de sedimentos entorno a las infraestructuras, o su acumulación anómala.

6.10 CONCLUSIONES

- El proyecto tiene como finalidad la instalación de una serie de infraestructuras soterradas en la zona de Las Piletas de Sanlúcar de Barrameda, donde se acota provisionalmente un recinto para la celebración anual, durante el mes de agosto, del evento de las Carreras de Caballos en la Playa de Sanlúcar.
- Tal y como se recoge en el objeto del documento, el presente estudio pretende evaluar el grado de interacción entre los procesos físico-naturales que determinan la dinámica litoral de la unidad fisiográfica con las instalaciones propuestas, y el grado de afección que puede ejercer a cada uno de dichos procesos. Por tanto, el objeto de este estudio es el de analizar y valorar si las instalaciones pueden suponer alguna afección a la dinámica litoral y no al revés. Esto es, no se valora si dichas instalaciones pueden verse afectadas en algún momento por la dinámica costera, cuestión esta última que, en caso de producirse, se asumiría por parte del promotor. En cualquier caso, la valoración de una posible afección a las infraestructuras queda fuera del objeto de este estudio.
- La playa de Las Piletas se localiza en el término municipal de Sanlúcar de Barrameda, en la provincia de Cádiz, en el litoral atlántico. Se trata de una playa urbana. Es rectilínea y abierta, con orientación ENE-WSW. Presenta una longitud de unos 2.485 metros y una anchura media de 168 metros, aunque muy variable¹. De acuerdo con el mapa de unidades fisiográficas del litoral andaluz, las canalizaciones se ubican sobre formaciones sedimentarias litorales de Playa seca (*backshore*) y *Mantos eólicos indiferenciados*. La mayor parte del manto eólico

¹ Anchura mínima 36m, máxima 404m. Fuente: Estudio ecocartografico del litoral de la provincia de cádiz. REF: 28-4983. Playa La Calzada/Las Piletas.

se encuentra urbanizado. La zona marina al frente se corresponde con Estuarios y caños mareales, concretamente con el estuario del río Guadalquivir.

- El régimen de vientos se sitúa preferentemente en el eje E-W, con predominancia de los de componente Oeste, aunque son los procedentes del Este los que presentan mayores velocidades, superando con frecuencia los 8 m/s. Dado que para la removilización de la arena se considera necesaria una velocidad mínima de 4 m/s, las condiciones necesarias para el transporte eólico sedimentario se cumplen con frecuencia.
- En relación con la altura significativa de ola, la más frecuente se encuentra entre 0.5 y 1 metro, con más del 70% del oleaje incidente con una altura significativa por debajo de 1,5 metros. En casos excepcionales, se han registrado alturas que han superado los 3,5 metros.
- Analizando los resultados obtenidos de los cálculos relativos al ascenso del nivel del mar debido al oleaje incidente, se observa que los datos obtenidos para la distancia inundada son elevados, dado el perfil disipativo de la playa. El incremento del nivel del mar producido por el oleaje incidente para condiciones extremas (Ru) está entre 3,41 metros (a cinco años de periodo de retorno), y 4,54 metros (a 50 años). La superficie de playa inundada alcanza los 288,98 metros con un periodo de retorno de 5 años, los 313,56 metros con un periodo de retorno de 10 años y un máximo teórico de 384,75 metros para un periodo de retorno de 50 años, llegando a alcanzar la ubicación del recinto como de las canalizaciones soterradas, situada a aproximadamente 72 metros de distancia a la línea de costa, en todos los casos. Sin embargo, estos resultados se calculan en base a datos de oleaje correspondientes a fuertes temporales y sin la influencia fluvial.
- Si se consideran los efectos del cambio climático, toda la unidad de gestión costera donde se integran las instalaciones, se encuentra en alto riesgo de erosión e inundación. Dicho riesgo parece afectar desde el corto y medio plazo a todos los subsectores (natural, socioeconómico, infraestructuras...). De hecho, la playa de Las Piletas aparece en un área con riesgo potencial significativo de inundación. Sin embargo, su amplitud y comportamiento sedimentario hacen que esté más protegida frente a la erosión que el resto de la unidad.

- Desde el punto de vista del transporte sedimentario, la playa de Las Piletas se encuentra en acreción, de acuerdo con los datos resultantes de las Estrategias para la protección de la costa.
- Incorporando a la subida del nivel del mar por efecto del oleaje el efecto mareal (SNM), esto es, la cota de inundación (SCI), se supera la cota a la que se encuentran las instalaciones para todos los periodos de retorno estudiados (5, 10 y 50), sobrepasando los +6 metros para periodos de retorno de 5 años y llegando hasta los 7,28 cada 50 años. Es decir, la acción conjunta de los temporales y las mareas (astronómicas y meteorológicas) dan como resultado una cota de inundación superior a la cota a la que se encuentran las instalaciones, que se verían alcanzada por la lámina de agua. Es decir, en situaciones extremas excepcionales, concordantes con periodos en los que el recinto se encuentra desmontado. Además, es importante recordar que este resultado es teórico y se basa en la información procedente del Atlas de Inundación, a partir del cual se han calculado los valores de cota de inundación, realizado con limitaciones en los datos y/o admitiendo una serie de simplificaciones. La cota de inundación de la playa se obtiene bajo la hipótesis de que el talud de la misma es indefinido. Esto no es así en la realidad y a partir de una determinada cota, el perfil de playa cambiará y estará compuesto por una zona de berma y formaciones sedimentarias, no considerados en la simulación realizada.
- Así mismo, sobre el efecto mareal y del oleaje no se ha tenido en consideración la hidrodinámica fluvial del Guadalquivir.

Dada su situación y los resultados de este informe de dinámica litoral, se concluyen las siguientes especificaciones en cuanto a la afección que ejerce la instalación al sistema hidrodinámico y sedimentario imperante:

- Hay que tomar con reservas los valores obtenidos en la cota de inundación por su carácter teórico y las simplificaciones del sistema necesarias para realizar los cálculos, la amplitud en que se superada la cota y ubicación de las instalaciones por los datos teóricos, no dejan lugar a dudas acerca de la probabilidad de ocurrencia en determinados periodos.
- En los casos en los que las estructuras entran en contacto con la lámina de agua o quedan cubiertas por ella, éstas no suponen un obstáculo suficiente como para modificar la dirección y/o intensidad de la dinámica natural. En resumen, la

presencia de las instalaciones, de tipo soterrado, **no supone una afección significativa sobre la hidrodinámica de la zona**. Las canalizaciones, por sus dimensiones y características, no constituye un impedimento para la subida puntual del nivel del mar ni ejerce una influencia considerable en la dinámica natural de la zona.

- De acuerdo con la información disponible sobre las tasas de erosión de la playa de Las Piletas, así como el análisis de la evolución de la línea de costa en, aproximadamente, los últimos cuarenta años, se observan diferencias de comportamiento sedimentario en diferentes tramos de la playa.

Pueden producirse alteraciones en la dinámica sedimentaria si las canalizaciones drenan agua a la playa o cerca de ella, generando erosión localizada, surcos o cárcavas. En zonas de mareas o fuerte oleaje, esto puede facilitar la remoción de sedimentos y crear inestabilidad en el perfil de playa. Así mismo, puede producir interferencia en el transporte litoral (longitudinal), modificando ligeramente la morfología del fondo, especialmente si están mal enterradas o sobresalen, actuando como obstáculo al transporte de sedimentos por deriva litoral, generando acumulaciones a un lado y déficits al otro.

En relación con la posible influencia de las canalizaciones enterradas, **se estima que la presencia de las instalaciones, debido a su soterramiento, correcto diseño y dimensiones no suponen obstáculo y, por tanto, no influyen de forma significativa en la dinámica sedimentaria del ámbito de estudio, determinada por las condiciones de contorno de la propia playa y la desembocadura del Guadalquivir.**

En definitiva, no se considera que la presencia de las infraestructuras soterradas suponga una afección significativa sobre la dinámica de la zona.

En relación con las conclusiones que se alcanzan tras la elaboración de este estudio, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Sellado y diseño correcto, en especial de las canalizaciones de saneamiento, para evitar salidas de drenaje y fugas.
- Seguimiento de la evolución morfológica de la playa, en caso de observarse anomalías se debe proceder a la retirada inmediata de las infraestructuras.

- Puesta en marcha de buenas prácticas asociadas al ejercicio de la fase de construcción y explotación de las infraestructuras.
- En caso de previsión de fuertes temporales se recomienda la retirada de las infraestructuras.
- Enterramiento a profundidad suficiente y revestimiento resistente.
- Sellado adecuado de juntas para evitar fugas.
- Cumplimiento del plan de seguimiento recomendado en este informe.

Equipo redactor

Revisión y visto bueno,

Carmen Tornero Pinilla

Firmado por ***3108**
CARMEN TORNERO (R:
****7677) el día
14/04/2026 con un
certificado emitido por AC

Lda. Ciencias Ambientales
Colegiada COAMBA N° 1299

Blanca Pérez Durán
Lda. Ciencias del Mar

Manuel A. Guerrero Redondo
Ldo. Ciencias Ambientales


7 BIBLIOGRAFÍA

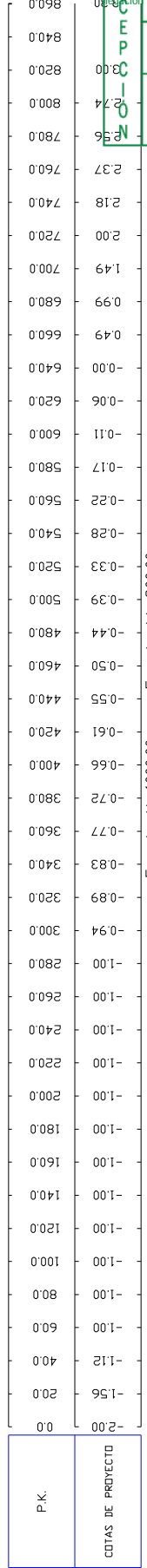
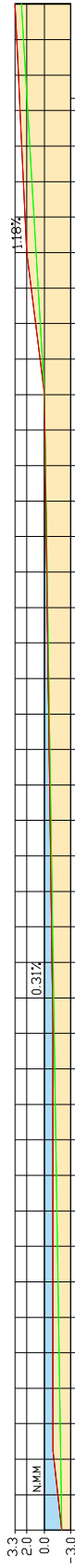
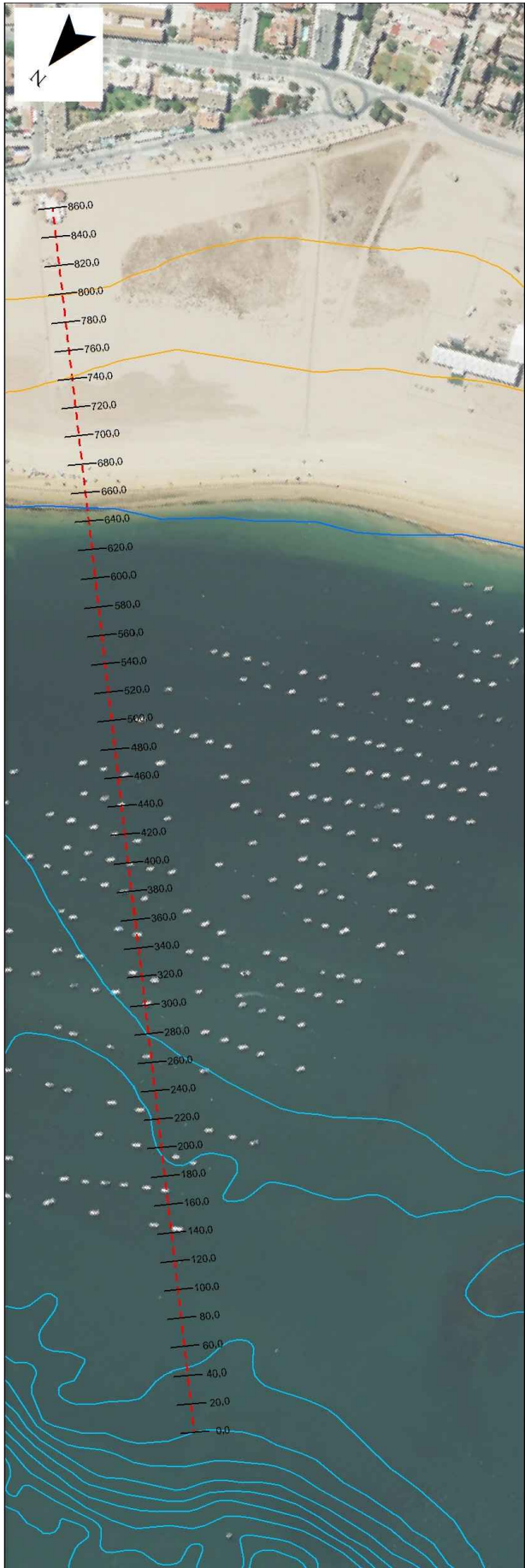
- *Estrategias para la protección de la costa en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático*. 2020. IHCantabria y Universidad de Cádiz. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- García de Domingo, A. 2005. *Geología de la provincia de Cádiz. Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y Diputación de Cádiz.
- Gracia Prieto, J.; Gutiérrez Más, J.M.; Domínguez Bella, S.; Alonso Villalobos, C.; Sánchez Bellón, A.. 2012. *Evolución de la Bahía de Cádiz en el transcurso de los tiempos geológicos*. Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Cádiz. Geolodía 2012.
- Mayoral, E.J., Abad, M. *La Geología de la Cuenca del Guadalquivir*. 2008. Universidad de Huelva y Universidad Rey Juan Carlos.



R	JUNTA DE ANDALUCÍA	
E	Dirección Territorial de Sostenibilidad y Medio Ambiente en Cádiz	
E	2024-0990393	
P	628	16/04/2026
E	Nº DE PLANO	HORA
S	de	Hora
I	Cádiz	14:47
O	Dirección Territorial de Sostenibilidad y Medio Ambiente en Cádiz	
N		

PROMOTOR	CONSULTOR	ESCALA	N	FECHA	TÍTULO DEL ESTUDIO
SOCIEDAD DE CARRERAS DE CABALLOS DE SAN LÚCAR	 Atlántida	VARIAS		FEBRERO 2026	SOLICITUD DE LA CONCESIÓN DE OCUPACIÓN DEL DPMT PARA LAS INSTALACIONES LIGADAS A LAS CARRERAS DE CABALLOS, T.M. SAN LÚCAR DE BARRAMEDA, CÁDIZ
				MODIFICADO	
					SITUACIÓN

ATLANTIDA MEDIO AMBIENTE SL - -		16/04/2026 14:46	PÁGINA 85/86
VERIFICACIÓN	FjXB14DMZPAZBQY4QN5CYJS6ER24LG	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	
			



TITULO DEL ESTUDIO SOLICITUD DE LA CONCESIÓN DE OCUPACIÓN DEL DPMT PARA LAS INSTALACIONES LIGADAS A LAS CARRERAS DE CABALLOS, T.M. SANLÚCAR DE BARRAMEDA, CÁDIZ.	FECHA FEBRERO 2026	ESCALA 1:2.000	CONSULTOR Atlántida medio ambiente	PROMOTOR SOCIEDAD DE CARRERAS DE CABALLOS DE SANLÚCAR
TITULO DEL PLANO PLANTA BATIMÉTRICA, TOPOGRÁFICA Y PERFIL LONGITUDINAL DE LA PLAYA	MODIFICADO	Formato original UNE-A	MANUEL GUERRERO	