



---

**MEMORIA JUSTIFICATIVA DE LA PROPUESTA DE DELIMITACIÓN DEL D.P.M.T.:**

**DESLINDE DE LOS BIENES DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE ESTATAL  
CORRESPONDIENTE A LA CABECERA DE LAS MARISMAS DEL RÍO CARRERAS, EN LAS  
INMEDIACIONES DE LA REDONDELA, T.M. DE ISLA CRISTINA**

---



## **ÍNDICE**

### **- MEMORIA**

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	LOCALIZACIÓN.....	1
3.	ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO.....	4
4.	ESTUDIO DE INUNDACIÓN.....	32
5.	JUSTIFICACIÓN DEL DESLINDE PROPUESTO.....	52
6.	FUENTES DE DATOS TÉCNICOS Y DOCUMENTALES. SOFTWARE EMPLEADO EN EL ESTUDIO.....	54
7.	PLANO CARTOGRÁFICO Y ORTOFOTOGRAFÍA.....	56

### **- PLANOS**

- PLANO CARTOGRÁFICO DE LA DELIMITACIÓN PROVISIONAL DEL D.P.M.T.  
HOJA 1 DE 1 (E: 1/5.000).
- ORTOFOTOGRAFÍA CON DELIMITACIÓN DEL D.P.M-T (E:1/5.000)



## **MEMORIA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

La presente memoria recoge la justificación técnica de la propuesta de delimitación de d.p.m.t., en un tramo de costa situado en las marismas del río Carreras, en el Término Municipal de Isla Cristina, Huelva, en el sector más oriental de dichas marismas, que se sitúa entre el deslinde de d.p.m.t. aprobado por 12/06/2002 de referencia DL-26-HU con el que enlaza por su extremo noroeste, y el deslinde de d.p.m.t. aprobado por 25/06/1999 de referencia DL-23-HU con el que enlaza por su extremo Sur, al objeto de efectuar la solicitud de autorización para la realización del citado deslinde.

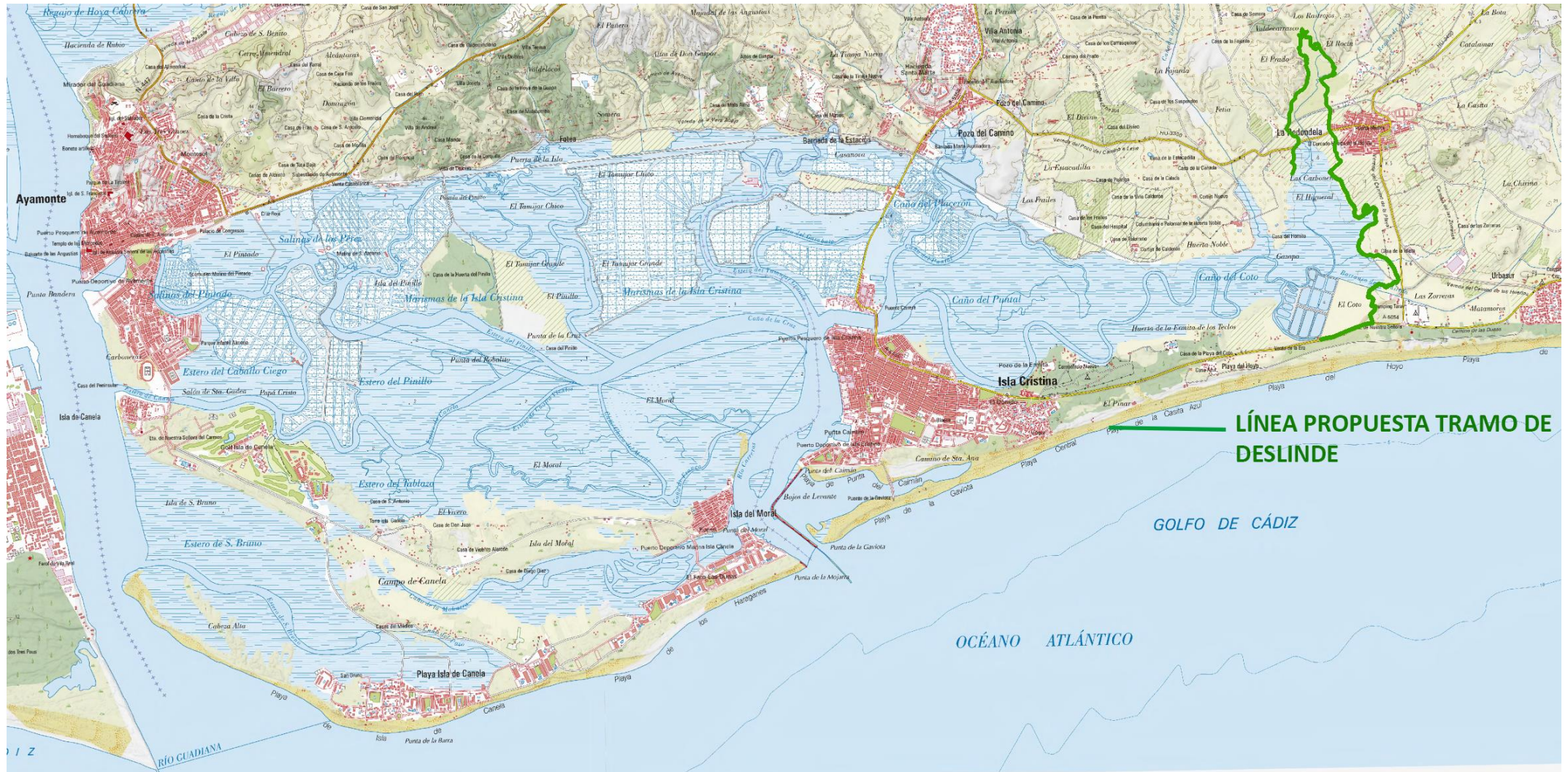
Sobre la base de los estudios preliminares realizados que se recogen en esta memoria, se ha propuesto una delimitación provisional del dominio público marítimo-terrestre en aplicación del artículo 3.1.a de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, modificada parcialmente por la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988 de 28 de julio, de Costas, cuya longitud de deslinde es de 7.019 metros aproximadamente.

### **2. LOCALIZACIÓN**

El tramo de costa objeto del deslinde que se justifica en la presente memoria, pertenece al Término Municipal de Isla Cristina, Huelva, y se encuentra ubicado en las marismas del río Carreras, en la zona más interna de este ecosistema respecto de la desembocadura de dicho río y de los caños principales de alimentación que lo conectan con la desembocadura del Guadiana y con el Océano Atlántico, en un área que se extiende desde los terrenos bajos inundables situados sobre la vía verde que discurre al Norte de la carretera que comunica las poblaciones de Pozo del Camino y la Redondela como límite Norte, y la carretera que comunica los núcleos de Isla Cristina e Isla Antilla como límite Sur, con el casco urbano de la Redondela en el extremo Noreste limitando con la servidumbre de protección resultante de la propuesta.

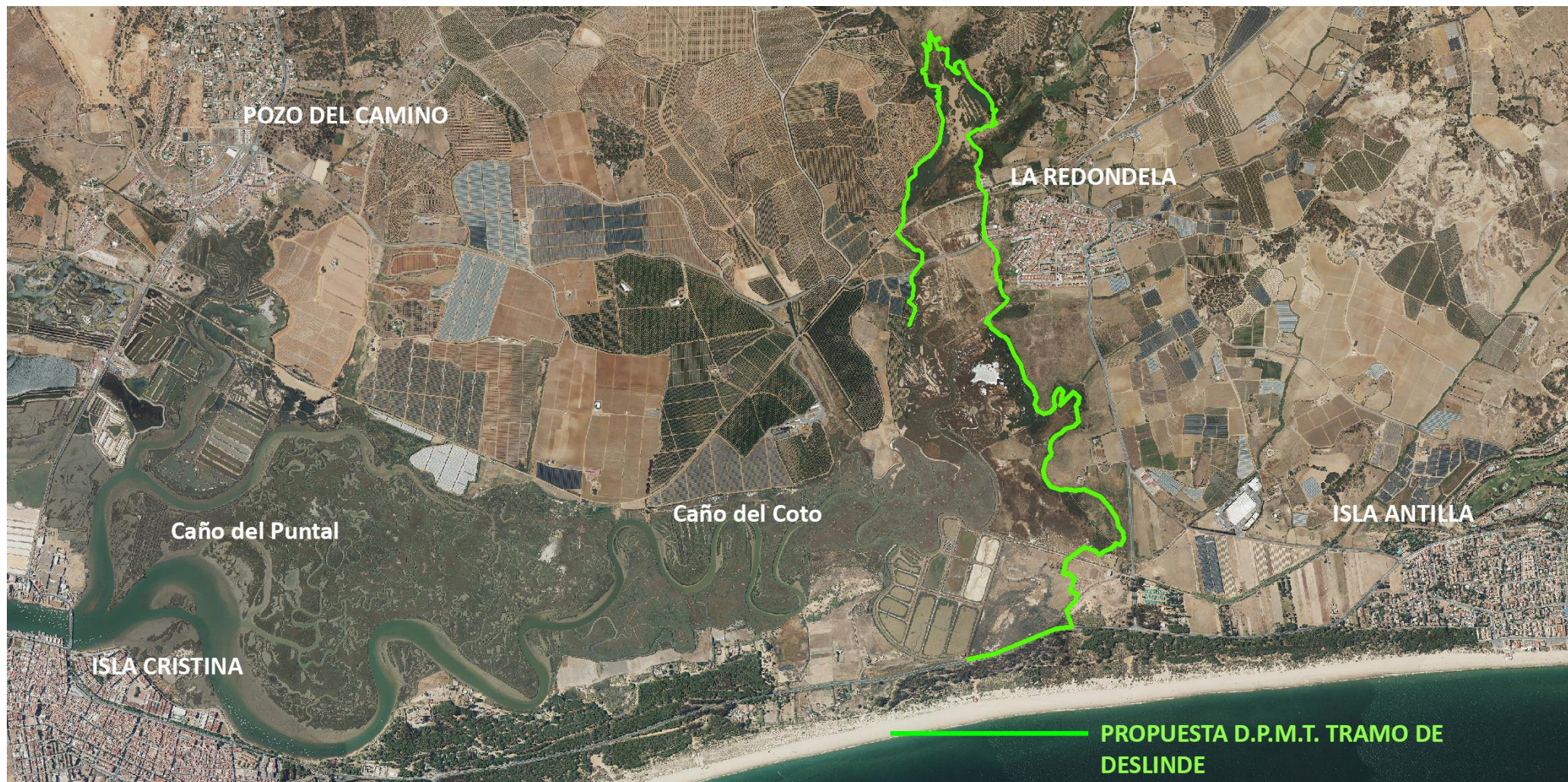
Sobre el plano del I.G.N. de la serie ráster MTN 25.000 y sobre ortofoto actual del I.G.N. PNOA MA, se ha georreferenciado la línea de deslinde que se propone, a efectos de establecer la localización geográfica del citado tramo de costa.





Localización geográfica del tramo de deslinde sobre cartografía ráster del I.G.N. serie MTN 25.000 del sector occidental de la provincia de Huelva





*Localización del tramo de deslinde sobre ortofotoplano actual (ortofoto PNOA MA) con referencia a las poblaciones adyacentes*





### **3. ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO**

#### **3.1. Geomorfología: factores incidentes de modelado litoral en la zona de estudio y morfoestructuras dominantes**

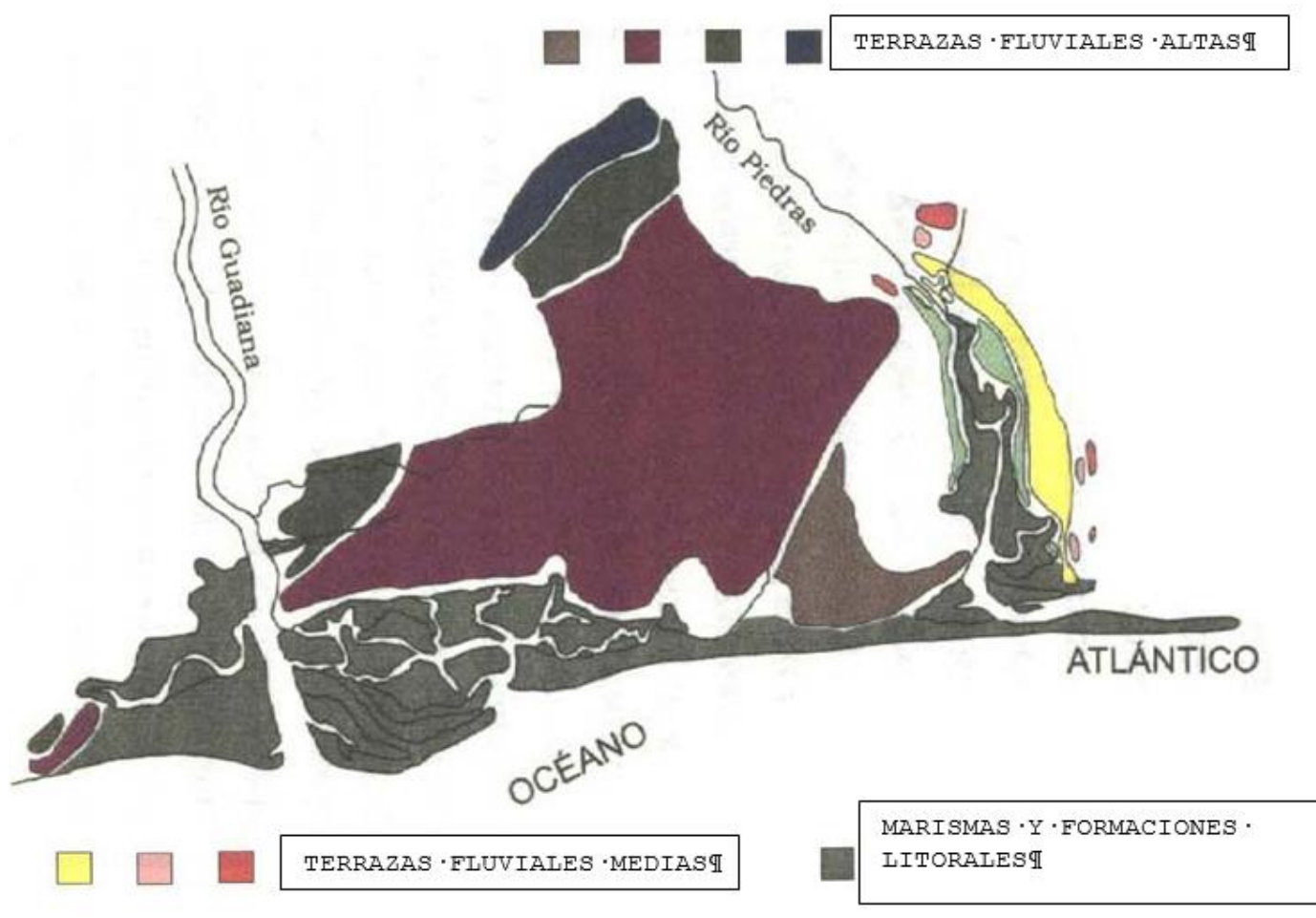
Esta zona de estudio, ubicada en el sector oriental de las marismas del subsistema del Carreras, presenta una marcada influencia marina, en una llanura litoral constituida por todas las formaciones actuales y/o recientes de origen litoral, que configuran relieves planos en general, y de escasa entidad. La gran llanura litoral que contiene a la cuenca del Carreras, se encuentra integrada desde su conexión con el Guadiana por diversas formaciones: marismas, playas, islas-barrera, flechas litorales y dunas. Se tratan, pues, de morfologías deposicionales originadas básicamente por la dinámica marina y que, salvo las dunas, nunca llegan a superar la cota de los 10 m., salvo en zonas limitadas de las mismas.

Son formaciones no más antiguas de 5.000 años, que supone el momento de máximo nivel del mar en la transgresión Flandriense (Lario 1996). La elevación del nivel del mar supuso la configuración de una costa con entrantes, por inundación de los cauces bajos de los ríos, y salientes, que constituyen las áreas interfluviales. A partir de este momento, con la relativa estabilización del nivel marino, y hasta nuestros días, los agentes dinámicos marinos han actuado sobre el litoral para conseguir su regularización. Como resultado de ésta, han surgido por erosión de los salientes, las playas, flechas y marismas rellenando los entrantes.

El ámbito de influencia litoral constituye un área de transición entre el dominio marino y el dominio de tierra firme, integrando una zona compuesta por una compleja variedad de medios que incluyen estuarios, deltas, marismas, dunas, playas, etc... Los aspectos geomorfológicos más destacables resultan de la concurrencia de varios factores; como son el marco geológico, la situación geográfica, la dinámica marina y las variaciones del nivel del mar durante el Cuaternario, a los que hay que añadir, prácticamente en los últimos milenios, la actividad antrópica.

### 3.1.1. Marco geológico

El marco geológico del litoral lo constituyen materiales neógenos y cuaternarios pertenecientes a la Depresión inferior del Guadalquivir, fundamentalmente arenosos van a condicionar una costa con depósitos detríticos de esta naturaleza y un relieve relativamente bajo.







### 3.1.2. Situación geográfica

Su situación geográfica determina su geoposicionamiento latitudinal y, por tanto, su clima. En este sentido, el clima representa un factor primordial puesto que controla la mayor parte de los factores de la dinámica litoral y, con ellos, muchos de los procesos morfogenéticos. El litoral onubense está comprendido entre los 70° 25' - 60° 20' longitud Oeste y los 36° 45' - 37° 15' latitud Norte, lo que determina un clima tipo mediterráneo con influencia atlántica. Las precipitaciones anuales medias se sitúan por debajo de los 600 mm., con dos máximos (noviembre-diciembre y primavera), mientras que las temperaturas medias están en torno a los 18°C, con máximas en verano de 35° - 40°C.

En un clima con estas características (cálido-seco), el aporte sedimentario a la costa es menor, pero también lo es la incidencia de los temporales, con lo que la costa tiende a estabilizarse o a progradar suavemente.

### 3.1.3. Dinámica litoral

Es la responsable fundamental de los rangos mareales y de los fenómenos de erosión y acreción costera, que determinan los distintos modelados, sobre todo en las costas bajas como la del estudio presente. Se detallan a continuación los factores y su incidencia, que controlan los parámetros de las acciones de dinámica litoral que han configurado este sector de la costa onubense.

**El VIENTO.** Constituye un factor climático que influye en la dinámica litoral tanto de forma directa, por su acción específica, como indirectamente, al ser responsable del oleaje y de parte de las corrientes marinas. Las frecuencias medias anuales medidas de vientos en Huelva, presentan predominancia de los vientos procedentes del SO (22.5% de los días del año), asociados a los intercambios térmicos entre la tierra y el mar en los días calurosos. La segunda incidencia de vientos es la debida a los temporales de invierno procedentes del Norte, y la tercera es la asociada a los temporales de Levante.



**EL OLEAJE.** La dirección en que actúa el oleaje en este sector costero, domina el procedente del SO (poniente), aunque suele presentar olas más pequeñas y, por tanto, menos energéticas que el procedente del SE (levante). No obstante, el hecho de que este dominio frecuencial presenta variaciones estacionales, dominando el oleaje del SO en el verano, mientras que en el invierno existe un mayor equilibrio.

En el oleaje procedente del Levante hay un equilibrio entre las olas de viento o sea y las olas de fondo o swell, mientras que en el oleaje de poniente dominan las segundas, es decir, las inducidas desde zonas oceánicas. Esto coincide con el hecho de la mayor energía del oleaje de levante y explica, además, la peor correlación entre los vientos y las olas procedentes del SO. Morales (1993) hace referencia a la importancia de los oleajes provenientes del N, el cual actúa en los canales del Guadiana y del río Carreras, afectando a sus productos sedimentarios. La conclusión es que la costa de Huelva posee un régimen bastante suave, con energía media a baja.

**LA MAREA.** Representa uno de los principales agentes dinámicos que afectan a la franja costera, pues condiciona la zonación sedimentaria en la franja intermareal y es la responsable, en la mayor parte de los estuarios, de los procesos de mezcla de agua dulce y salada, del transporte en suspensión de los sedimentos finos y de la extensión e intensidad de la actividad biológica.

La onda de marea en el Golfo de Cádiz presenta un carácter semidiurno y progresivo, desplazándose de E a O, desde el Estrecho de Gibraltar hacia la costa portuguesa. En el litoral onubense, se emplean aproximadamente unos 8 minutos en desplazarse desde la barra del Puerto de Huelva hasta el de Ayamonte, lo que implica una velocidad de la onda de 265 Km/h (Borrego, 1992). Este desplazamiento de la onda mareal debe implicar corrientes de flujo y reflujo, al menos, en la franja más próxima a la costa.

De igual forma, la onda de marea se desplaza progresivamente hacia el interior de los estuarios existentes en este tramo costero. Este desplazamiento da lugar a corrientes de flujo y reflujo que son de suma importancia en la evolución de dichos estuarios, por su incidencia en la zona de estudio.



El rango mareal medio para este sector de la costa alcanza más de dos metros, con una diferencia extrema entre los niveles de marea alta viva equinoccial y marea baja viva equinoccial de 3,6 m. y una diferencia mínima entre los niveles de marea alta muerta de solsticio y marea baja muerta de solsticio de 0,7 m. (Borrego), lo que sitúa a esta costa en la categoría de mesomareal (Davies).

**LAS CORRIENTES.** Además de las corrientes inducidas por las mareas, reseñadas anteriormente, sobre la costa de este sector actúan corrientes de deriva, inducidas por el oleaje, y las corrientes marinas, resultado de fenómenos atmosféricos y de variaciones de temperatura y salinidad.

**Corriente de deriva litoral.** Tiene gran influencia en el transporte de material detrítico y, por tanto, en la morfología costera, y se encuentra vinculada al oleaje y, sobre todo, a la oblicuidad del rompiente de éste respecto al litoral. En el tramo de costa incidente sobre la zona litoral de los T.T.M.M. de Isla Cristina y Ayamonte, el oleaje mayoritario proviene del tercer cuadrante y la orientación del litoral es aproximadamente E-O, cambiando hacia la costa gaditana a NO-SE. Esta oblicuidad da lugar al establecimiento de una corriente de deriva, paralela y próxima a la costa, de sentido O-E, con mayor fuerza en este sector occidental de costa onubense y decreciente en sentido hacia la parte gaditana, donde los trenes de olas se sitúan casi perpendiculares al litoral.

**Corrientes marinas.** En el Golfo de Cádiz se produce una circulación general de aguas, generada por la existencia de tres masas de aguas diferentes que circulan de forma desigual. La primera de ellas se dispone de 0 a 100 m. de profundidad y está formada como resultado de fenómenos atmosféricos en el Golfo de Cádiz, en movimiento anticiclónico. La segunda se dispone de 100 a 700 m. de profundidad, procede del N y al llegar al cabo de San Vicente, se divide en dos ramas, una de las cuales penetra en la bahía ibero-marroquí donde adopta un movimiento anticiclónico. La tercera masa de agua incidente proviene de aguas atlánticas profundas que circulan de O a E sin llegar a penetrar en el Mediterráneo.





La entrada de aguas superficiales atlánticas en el Mediterráneo, es responsable de variaciones locales del nivel del mar y de cambios en la intensidad y dirección de la deriva litoral. Esto trae como consecuencia que, en períodos anticiclónicos, se verifique un aumento relativo del nivel del mar en la zona de interacción entre el océano Atlántico y el Mediterráneo, con un incremento de la corriente de deriva litoral y el consiguiente aumento de progradación costera. Por el contrario, en períodos de bajas presiones, al disminuir la entrada de agua atlántica, se produce una disminución de la corriente de deriva, que trae como consecuencia la no progradación costera y la formación de surcos mayores y superficies erosivas (Zazo et al. 1994).

El resultado de la interacción de estos factores (deriva inducida por el oleaje, corrientes superficiales atlánticas y régimen mareal) da lugar a una componente neta de transporte litoral desde el O hacia el E, de gran intensidad e incidencia desigual a lo largo de este sector costero, debido a la diferente orientación de la costa; las formas asociadas al litoral existentes (playas, estuarios, cordones litorales, marismas) reflejan esta dinámica.

#### 3.1.4. Variaciones del nivel del mar

En este sector, la configuración costera está definida por una serie de bloques diferenciados que basculan hacia el SE, si bien es difícil considerar los fenómenos tectónicos como causa directa de la morfología del litoral, no así como causa indirecta. Son por tanto, los agentes dinámicos externos antes relacionados, los que explican el comportamiento de esta costa, encontrándose su configuración actual en estado eminentemente sedimentario, provocado por la estabilización del nivel del mar respecto al continente.

#### 3.1.5. Actividad antrópica

La incidencia antrópica sobre el litoral onubense en general, ha tenido sus efectos más intensos a partir de la segunda mitad del siglo XX, centrándose fundamentalmente en obras de ingeniería, tales como espigones o diques, dragados en los canales de acceso a los puertos, urbanizaciones de primera línea de playa, alteración de las marismas y regulación de las cuencas de los principales ríos. Estas actividades han modificado el equilibrio natural, trastocando el tránsito erosivo-sedimentario en todo el tramo costero.



Así, estas actividades han dado lugar a la degradación de los suelos y al aumento de la erosión, con el consiguiente incremento en el volumen de sedimentos arrastrados por los ríos hacia el mar. La mayor disponibilidad de sedimentos en el litoral se ha traducido en el rápido crecimiento de los modelados deposicionales y en una rápida colmatación de los estuarios. Esta acción más indirecta, obras o modificaciones parciales en otros puntos geográficos, cuya influencia inciden en aspectos deposicionales, en sistemas marismes por colmatación o en frentes y flechas litorales por deposición o transporte de áridos se hace sensible en zonas de distinta ubicación geográfica, teniendo su reflejo entre otras en zonas de costa de Isla Cristina.

En cuanto a la acción antrópica directa sobre el modelado costero, tiene reflejo en el tramo de costa objeto del presente estudio, dado que zonas de la marisma alta del Carreras en las inmediaciones de la Redondela, han sido desecadas por colmatación directa de caños y esteros por rellenos forzados de tierra, circunstancia evidente en el estudio ortofotogeológico evolutivo, contrastándose la situación de la marisma desde 1.956 hasta la actualidad.

### **3.2. Área geológica de la zona de estudio**

El área geológica en la que se encuadra la zona de estudio a la que corresponde el tramo de deslinde, pertenece según la distribución de cartografía geológica del Instituto Geológico Minero de España (serie Magna 50) a la Hoja de Ayamonte, situada en el extremo SO de la provincia de Huelva y lindante con el mar y la frontera entre España y Portugal, formando parte por un lado del extremo Sur de la Faja Pirítica Hispano Portuguesa y también inserta en la Cuenca del Guadalquivir, con un porcentaje de materiales paleozoicos y sedimentos neógenos marinos y transgresivos sobre el Paleozoico de la meseta sobre la superficie de dicha hoja de Ayamonte (división geológica del I.G.M.E.) que se aproxima al 50%.

Esta área presenta un relieve suave y ondulado, como corresponde a la naturaleza eminentemente margoso-limosa de los sedimentos, con escasez de afloramientos debido a la meteorización y al intenso cultivo de las tierras, extendiéndose como una banda comprendida entre la zona Subbética que la cabalga en su límite meridional y el Paleozoico de la Meseta sobre el que es transgresivo, cuya línea de contacto corresponde a grandes rasgos con la antigua orilla del mar desde Huelva a Córdoba.



Gran parte del área geológica que comprende la zona de estudio, se halla ocupada por materiales cuaternarios de la zona costera, de forma que es en la etapa cuaternaria cuando se depositaron las terrazas fluviales a lo largo de ríos y arroyos, terrazas marinas y dunas en el litoral y capas de tipo fluvio-marino en las zonas de las Marismas como la que corresponde a la zona concreta del tramo del deslinde que se propone. Estas capas fluvio-marinas de las zonas de Marismas están integradas por cantos rodados, gravas y arenas y por arcillas grises, verdes o azules, alcanzando una potencia del orden de los 150 m.

### **3.3. Sedimentología del área de estudio**

Dentro del período de formación cuaternaria al que corresponde el área que integra el tramo de costa del deslinde que se propone, se distinguen formaciones del tipo Glacis y formaciones eólicas, medios de transición y aluviales, siendo las extensiones de medios de transición las que integran la mayoría de la extensión de los terrenos comprendidos por el tramo, junto con extensiones menores de formaciones eólicas y de materiales aluviales.

Por tanto, los medios de transición que conforman áreas ocupadas por marismas salobres o por zonas pantanosas, son los que integran los terrenos de marismas asociadas al subsistema del Carreras, y los elementos constitutivos básicos son de limos, arcillas y arenas, con sedimentación general de lutitas y/o fangolitas verde o azuladas, con laminación paralela y algunas láminas de color oscuro, ricas en materia orgánica (sapropel). Estos terrenos están referenciados en la cartografía de la serie Magna 50 con la nomenclatura QM.

Las formaciones eólicas se extienden a lo largo de la Hoja de Ayamonte discurriendo desde el Guadiana hasta el límite oriental de la misma, en forma de una extensión de barrera costera y mantos eólicos asociados, constituidos por arenas blancas con restos fósiles y abundantes minerales negros. De esta forma, la barrera dunar avanza desde la línea de playa sobre la marisma. En este sentido, resulta relevante indicar que las fluctuaciones del nivel freático por mareas o estacional, así como la variación de la red de canales de mareas o distributarios del Guadiana, influyen de forma decisiva, en algunos casos, en el avance de los trenes dunares sobre los distintos sectores o en su degradación a manto eólico y mezcla posterior con sedimentos de marisma en otros. Las arenas de la barrera dunar y las de los cuaternarios eólicos (manto) son del tipo subarcosa, con tendencia a cuarzoarenitas, con porcentajes entre el 1% - 2% de minerales pesados, siendo frecuentes la turmalina, el circón, el rutilo, la ilmenita, la magnetita y algunos otros. En el tramo correspondiente al deslinde que





se propone tienen su representación en un área del sector sureste. Estos terrenos están referenciados en la cartografía de la serie Magna 50 con la nomenclatura QE.

Los depósitos aluviales son de escasa relevancia y poco desarrollados, y tan solo cubren dos pequeñas áreas en el extremo Norte y en el este de los terrenos de marisma comprendidos por el deslinde propuesto, siendo su composición sedimentológica básica de arenas y limos. Los aluviales de los arroyos que se encajan en la formación roja y pliocenos marinos, son de escasa entidad y potencia variando su constitución según la formación en que encajan, por lo general ruditas en zona de cabeza y arenas medias-finas, con escasa grava en la desembocadura de estos arroyos a la marisma. Estos terrenos están referenciados en la cartografía de la serie Magna 50 con la nomenclatura QM.

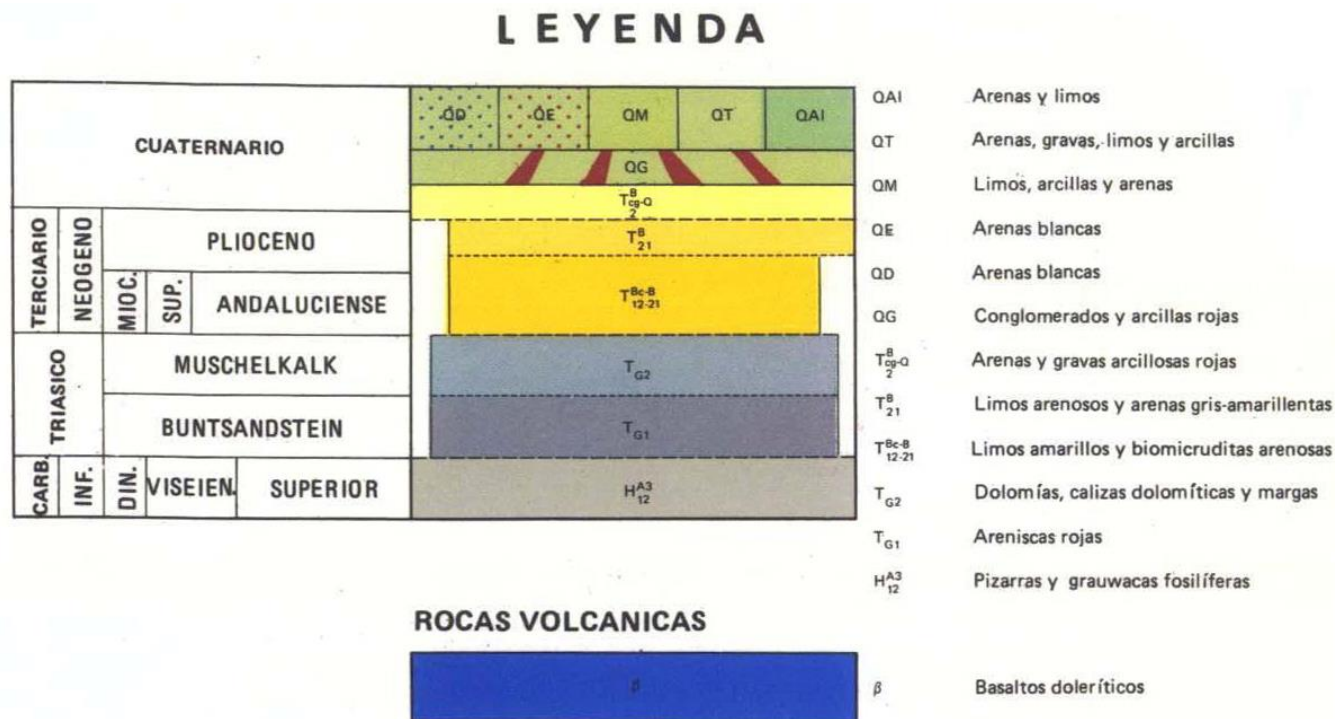
Se ha georreferenciado el archivo digital correspondiente al mapa geológico del I.G.M.E. de la serie Magna 50, Hoja de Ayamonte, en el sistema ETRS89, Proyección U.T.M. Huso 29, en el Proyecto GIS que integra la documentación del presente estudio (datos topográficos, cartografía, ortofotografías, datos de mareas, propuesta de delimitación de d.p.m.t., etc...), de forma que estas clasificaciones oficiales del Instituto Geológico Minero quedan como capas digitales georreferenciadas, lo cual permite la delimitación de las áreas sedimentológicas clasificadas en las mismas coordenadas del sistema del deslinde propuesto.

En los siguientes planos A-3 generados desde el Proyecto GIS, se incluyen la hoja completa de Ayamonte (georreferenciada en ETRS89, Proyección U.T.M., Huso 29) según la hoja Magna 50 con la escala original 1/50.000 del I.G.M.E. y un plano de mayor factor de escala y detalle a escala 1/15.000, con las clasificaciones sedimentológicas de la zona del tramo de deslinde, ambos planos con la delimitación propuesta, al objeto de comprobarse que dicha delimitación se adapta al área de clasificación del I.G.M.E. correspondiente a formaciones cuaternarias asociadas a sistemas de marismas salobres, con la denominación QM = medios de transición integrados por limos y arcillas, y QAI = depósitos aluviales integrados por arenas y limos, materiales asociados a la dinámica de sistemas mareales por la red de canales de alimentación formada por caños y esteros, que irrigan durante el flujo mareal los terrenos de cota altimétrica inferior a los niveles mareales alcanzados, así como QE = formaciones eólicas en forma de una extensión de barrera costera y mantos eólicos asociados constituidos por arenas blancas con restos fósiles y abundantes minerales negros testigos del avance de la barrera dunar desde la línea de playa sobre la marisma, y por



consiguiente, tienen vinculación con el demanio en función de los criterios establecidos en la vigente Ley de Costas, en su artículo 3.1.a.

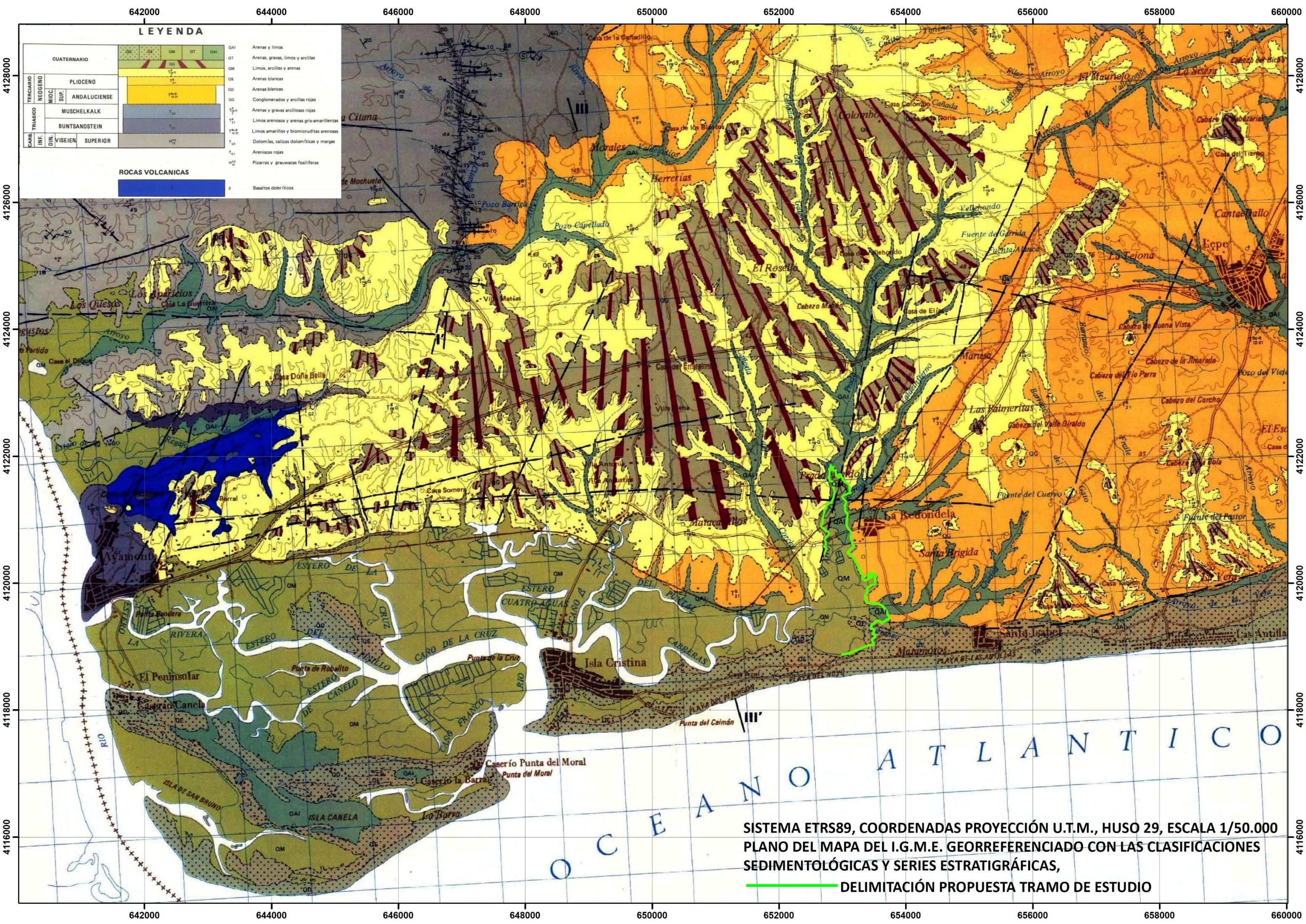
La leyenda original de la cartografía del I.G.M.E. que asocia las delimitaciones temáticas del mapa y plano, con las composiciones sedimentológicas y las series estratigráficas, es la siguiente:



En la siguiente imagen se recoge el detalle de las tres clasificaciones sedimentológicas que integran los terrenos que se incluyen en el d.p.m.t. en el tramo de costa de estudio, por su naturaleza demanial determinada por su vinculación al sistema de marismas del Carreras, dada por su inundabilidad en los episodios de flujo mareal y su composición sedimentológica-mineralógica de limos arcillas y arenas, arenas blancas y de arenas y limos propia de terrenos asociados a marismas salobres, con influencia de las formaciones eólicas desde el sistema dunar costero en el sureste del tramo:







642000 644000 646000 648000 650000 652000 654000 656000 658000 660000

4128000  
4126000  
4124000  
4122000  
4120000  
4118000  
4116000

**LEYENDA**

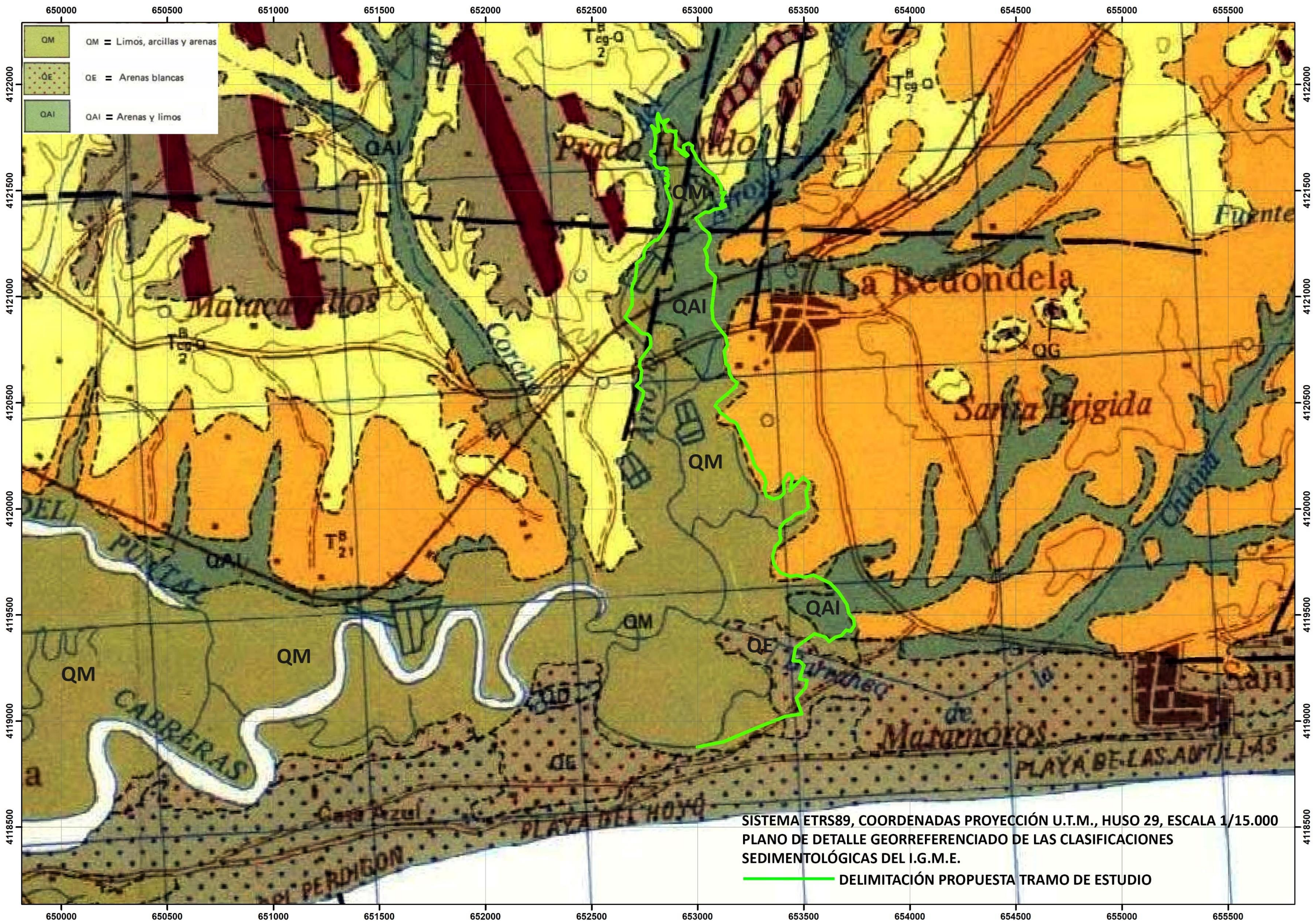
CUATERNARIO						
TERCIARIO	NEOGENO					
	MIOC.	SUP.	ANDALUCIENSE			
TRIASICO	MUSCHELKALK					
	BUNTSANDSTEIN					
CARR.	INF.	DIN.	VISEIEN			
	SUPERIOR					
				QAI	Arenas y limos	
				QT	Arenas, gravas, limos y arcillas	
				QM	Limos, arcillas y arenas	
				QE	Arenas blancas	
				QD	Arenas blancas	
				QG	Conglomerados y arcillas rojas	
				T <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Arenas y gravas arcillosas rojas	
				T <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Limos arenosos y arenas gris-amarillentas	
				T <sub>2</sub> <sup>1</sup> <sub>2</sub>	Limos amarillos y biomicruditas arenosas	
				T <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Dolomías, calizas dolomíticas y margas	
				T <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Areniscas rojas	
				H <sub>2</sub> <sup>2</sup> <sub>2</sub>	Pizarras y grauwacas fosilíferas	
						Basaltos doleríticos

**ROCAS VOLCANICAS**

Basaltos doleríticos

SISTEMA ETRS89, COORDENADAS PROYECCIÓN U.T.M., HUSO 29, ESCALA 1/50.000  
PLANO DEL MAPA DEL I.G.M.E. GEORREFERENCIADO CON LAS CLASIFICACIONES  
SEDIMENTOLÓGICAS Y SERIES ESTRATIGRÁFICAS,  
— DELIMITACIÓN PROPUESTA TRAMO DE ESTUDIO









### **3.4. Barrera litoral deposicional**

El sector de marismas correspondiente a esta zona asociada al subsistema del Carreras, está separada del mar por una barrera litoral constituida por playas y dunas. Los principales aportes sedimentarios de este sector occidental de la costa onubense provienen principalmente del Guadiana, aunque esta aportación es irregular, en función de la estacionalidad climática, y, además, en la actualidad se ha visto disminuida por los represamientos que ha sufrido el río aguas arriba. Estas playas tienen una dinámica ligada sobre todo a las actuales zonas intermareales (foreshore) e inframareales (shoreface), donde se suceden los procesos de erosión, transporte y sedimentación.

La zona de playa situada por encima de la marea alta o backshore se caracteriza por pendientes suaves hacia tierra desde la berma, que es la parte más elevada de la playa. La berma crece por un proceso de agradación vertical, que se va retardando a medida que esta incrementa su cota, hasta que, finalmente se detiene. En la superficie del backshore se aprecian los restos de antiguas bermas y canales residuales rellenos. En conjunto forman las crestas de playa (beach ridges), separadas por suaves depresiones, típicas de las costas progradantes.

Estas zonas, además, están sometidas a una importante deflacción eólica, que da como resultado el transporte de arena y la acumulación de ésta en forma de dunas costeras, que va a ser determinante en las zonas de marismas.

Todo el frente costero que separa la zona de marismas del mar, está constituido por un importante sistema de antiguas islas-barrera paralelas a la costa. En la actualidad, este sistema presenta una marcada continuidad longitudinal, consecuencia del cegamiento de las antiguas separaciones (tidal inlets). Además, los lagoons que quedaban entre ellas y el continente se encuentran colmatados, tanto por marismas como por depósitos de laderas y arroyada, con lo cual han perdido su carácter de aislamiento de tierra firme.

A detailed map of the Bahía de San Pedro y San Pablo area. The map shows the coastline with several points and islands labeled. Key locations include T. CATALAN EL TERRON, LAGUNA DEL PORTIL, HUELVA, and various points and islands such as PUNTA DE LA UMBRIA, PUNTA DE LA ESPADA, and PUNTA DE LA HIGUERITA. The map also shows the BARRA DE LA UMBRIA and the BARRA DE LA TUTA. The map is oriented with the coastline on the left and the open sea on the right.

17



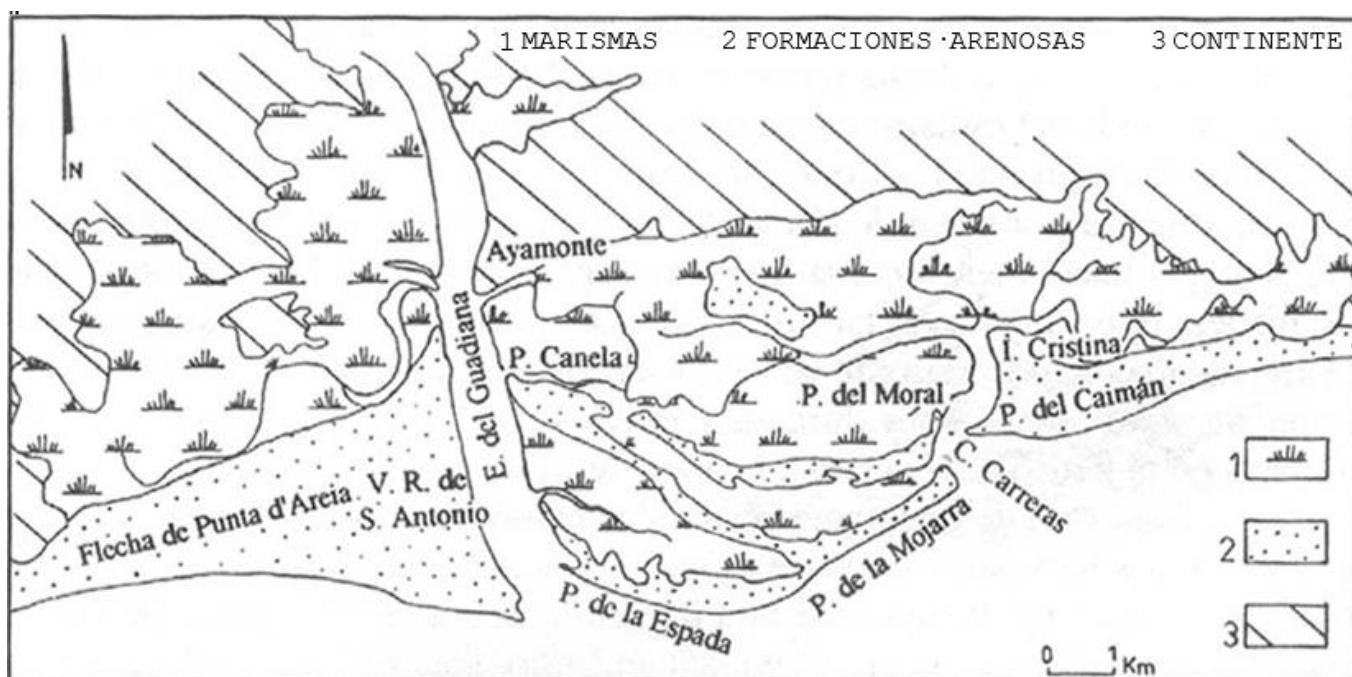
### **3.5. Marismas y sistemas estuarinos**

Los estuarios y esteros son morfologías vinculadas a las mareas que designan la parte fluvial en la que se dejan sentir el flujo y reflujo mareal y sus corrientes. En el litoral onubense, la elevación del nivel del mar por la transgresión Flandriense inundó las desembocaduras de los ríos principales. De esta forma, estos entrantes constituyeron áreas de interacción fluvio-marina, en las que al estar protegidas de la acción directa del oleaje y dada la condición mesomareal de esta parte del litoral, va constituir la marea el principal agente dinámico. Por tanto, todas las desembocaduras de los ríos principales van a constituir estuarios, en torno a los cuales, en proceso descrito a continuación, posteriormente han ido configurándose los espacios de marismas.

De este modo, la dinámica posterior tendente a la regularización de la costa, ha dado lugar al relleno progresivo de dichos estuarios. A este relleno ha contribuido la formación de barreras arenosas en sus bocanas, las cuales han protegido aún más, estos entrantes de la acción del oleaje. Así, al ser la marea el factor predominante, el relleno de los estuarios se ha realizado fundamentalmente a base de finos (arcillas y limos), que una vez depositados son difícilmente removidos a causa de su granulometría y de la adherencia característica de los materiales arcillosos. Estos depósitos van a ser colonizados progresivamente por vegetación especializada, la cual contribuye a la fijación del sedimento por su efecto pantalla. Este proceso ha dado lugar a la generación de amplios espacios de marismas en estas áreas estuarinas.

El subsistema Carreras se extiende al E del canal principal, englobando todo el complejo de marismas asociadas al canal alimentador del Carreras. Estas marismas se corresponderían, por tanto, más al tipo de aquéllas desarrolladas al abrigo de ganchos arenosos e islas barreras (Chapman, 1974). Por otro lado, este subsistema, al tener una influencia fluvial prácticamente nula, sería un estuario sin componente fluvial (Davis, 1992), o un estuario marismeño (salt marsh stuary) (Howard y Frey, 1985). La marea es un factor morfodinámico dominante, propagándose según un modelo de tipo sincrónico.

Desde el punto de vista sedimentológico, los submedios que forman parte de este complejo de marismas son: canales mareales, bordes de canales, marisma salada y marisma estéril. En conjunto se diferencian un número limitado de litofacies diferentes, que se asocian en función de los submedios que aparecen y que pueden servir como criterio de identificación de las condiciones de sedimentación. Las asociaciones de facies muestran secuencias-tipo claramente regresivas, en las que a una progradación inicial le sucede una agradación, conducente a la emersión definitiva del sector. En la siguiente ilustración, se refleja un esquema de los diversos elementos que componen el sistema Guadiana-Carreras.



El subsistema marismeño del Carreras proviene del relleno del sistema estuario del Guadiana, con un canal de alimentación, el río o ría Carreras a través del cual se difunde el efecto mareal. Desde el punto de vista morfológico, en estas marismas distinguimos tres elementos: los canales o caños mareales, la marisma baja y la marisma alta. El papel de canal de alimentación o caño mareal, ya ha sido definido en atribución por el río Carreras a su vez conectado en con la red principal de esteros y caños del sistema del Guadiana (La Rivera, La Nao y Canela).





En la zona de estudio, la marisma baja, mudflat, slikk o borde de canal, representa la parte de la marisma desprovista de vegetación e inundable en pleamar, por lo que se sitúa en las zonas más próximas a los canales mareales, evidente en la zona baja del cauce principal del río Carreras, donde los caños tienen más anchura. Representa en cierta forma, un estado evolutivo inicial de la marisma, en que la acumulación de sedimento es suficiente para provocar su emersión durante las mareas bajas, mientras que, al cubrirse en las mareas altas, puede seguir agradando por acumulación de los sedimentos arrastrados por ellas. En este sentido, la velocidad de las corrientes mareales disminuye desde el centro hacia los bordes de la marisma baja de los caños, con lo que la agradación tendrá lugar en sentido contrario, es decir, desde los bordes hacia el centro.

La marisma alta, salt marsh o schorre, se sitúa en el tramo alto de los caños asociados al Carreras, y representa la marisma vegetada que sólo es cubierta en las mareas mayores. Supone por tanto un grado evolutivo mayor que la marisma baja, pues aquí la acumulación de sedimento fue suficiente para permitir la instalación de vegetación. A su vez, la vegetación jugó un papel importante a la hora de atrapar y retener sedimento, provocando además de la acumulación de sus propios residuos, la elevación de la marisma alta.

Un grado mayor de evolución lo constituye la marisma estéril, en la que al alcanzar cotas mayores se produce la colmatación y deterioro de la red de drenaje, a veces propiciada por acciones antrópicas. El aislamiento de extensas superficies de la dinámica mareal como consecuencia del relleno, drenaje y alteración de zonas marismeñas, disminuye el prisma mareal y, por tanto, la capacidad energética de las corrientes mareales, lo que provoca colmataciones más rápidas e incrementos en la velocidad de crecimiento de las flechas litorales exteriores.



### **3.6. Hidrología de la marisma asociada al subsistema del Carreras (ríos o escorrentía superficial)**

La desembocadura del río Guadiana se asocia con una red de drenaje cuyo máximo agente lo constituye el río o ría Carreras que en su unión al Guadiana conforman el ecosistema de las denominadas Marismas de Isla Cristina, cuya red de caños (caño del Puntal, caño del Coto) prologan su extensión este hasta las inmediaciones de la población de Redondela, en el entorno del tramo de propuesta de deslinde.

Realmente el río Carreras puede ser considerado como una ría salada, que configura la forma del casco urbano de Isla Cristina, y que se conecta a una red de caños y esteros que se extienden por el oeste hasta la desembocadura del Guadiana y por el este hasta el área de marisma que delimita el tramo de deslinde que se propone (caño del Coto). Contabilizando desde las inmediaciones de La Redondela hasta su desembocadura entre Isla Cristina y Punta del Moral entre los diques de Levante y Poniente del Puerto de Isla Cristina, teniendo en cuenta las sinuosidades de los caños y esteros adyacentes, se podría considerar que el Carreras alcanza los 12 km. de recorrido hacia la marisma oriental.

Considerando todo el sistema de red fluvial y de drenaje que alimenta los terrenos de marisma desde el último tramo del Guadiana hasta los caños sinuosos que se prolongan por el este hasta las inmediaciones de La Redondela, se produce una confluencia entre los factores asociados a las corrientes marinas producidas por la deriva litoral y las mareas con factores fluviales cuyo mayor exponente son los aportes de agua dulce, coexistiendo dos fases de circulación:

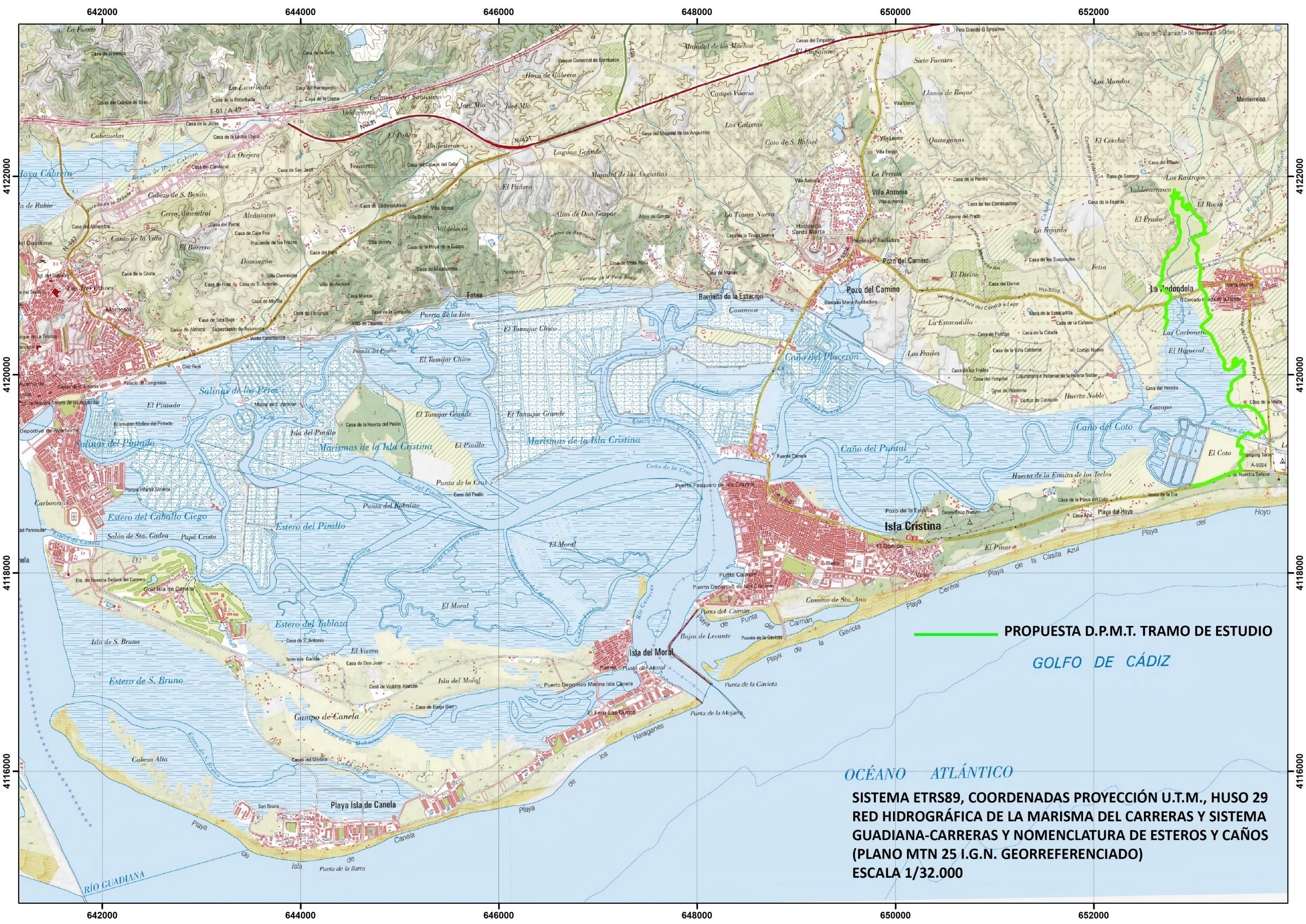
- Fase de flujo mareal que impulsa la entrada de agua marina en todo el sistema estuarino y marisma asociada al subsistema de caños y esteros del Carreras
- Fase de refluo mareal inversa a la anterior, que impulsa drenando la salida de agua de todo el sistema hacia el Océano Atlántico



Esta dinámica mareal llegó a propiciar en el pasado la proliferación de aprovechamientos de estos recursos mediante molinos mareales accionados aprovechando la fuerza de las mareas.

Los siguientes planos A-3 a escalas 1/32.000 y 1/18.000, reflejan la red de canales formada por esteros y caños del sistema Guadiana-Carreras y del subsistema del Carreras, así como la nomenclatura de los mismos.



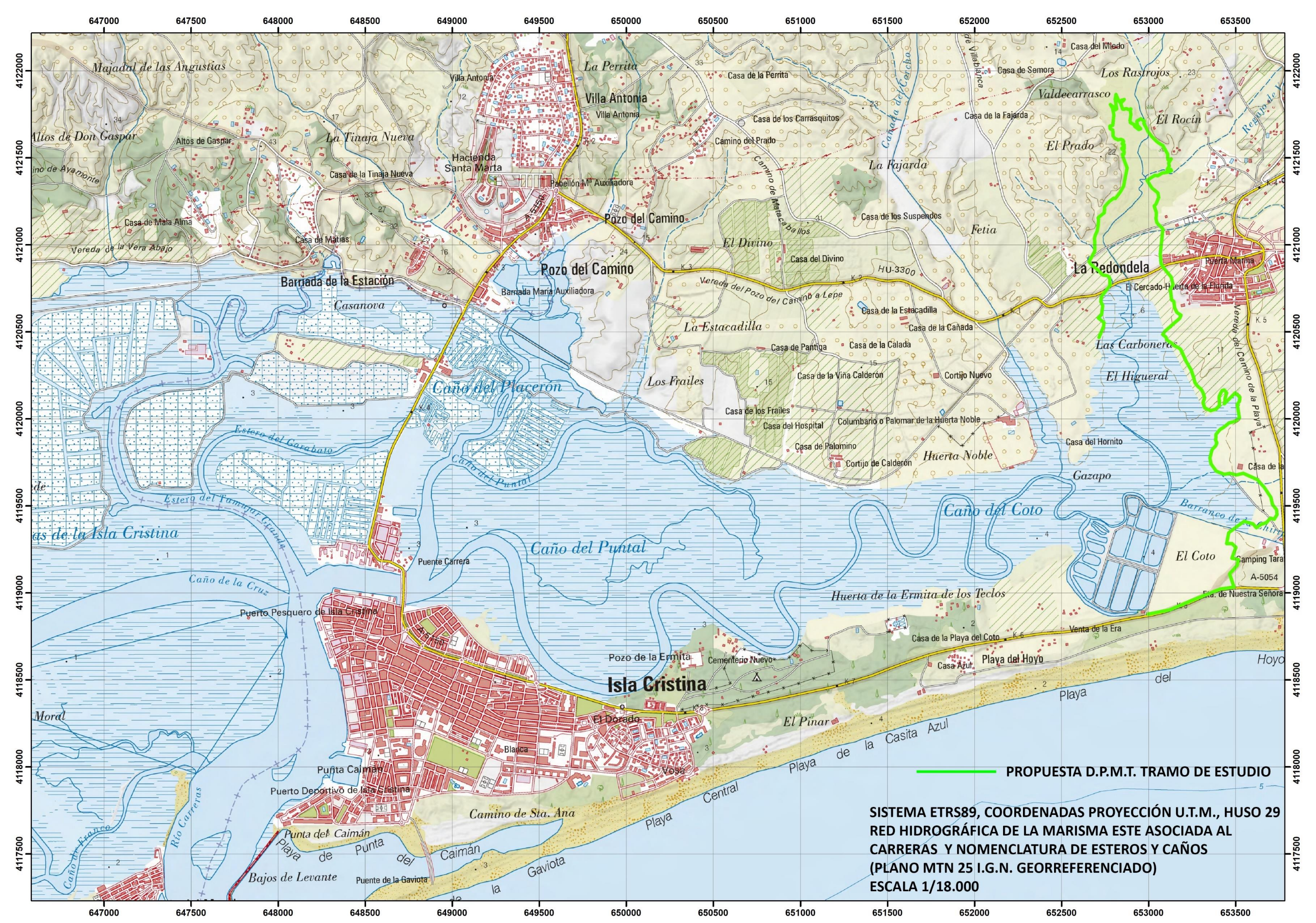


**PROPUESTA D.P.M.T. TRAMO DE ESTUDIO**  
**GOLFO DE CÁDIZ**

**OCEANO ATLANTICO**

**SISTEMA ETRS89, COORDENADAS PROYECCIÓN U.T.M., HUSO 29**  
**RED HIDROGRÁFICA DE LA MARISMA DEL CARRERAS Y SISTEMA**  
**GUADIANA-CARRERAS Y NOMENCLATURA DE ESTEROS Y CAÑOS**  
**(PLANO MTN 25 I.G.N. GEORREFERENCIADO)**  
**ESCALA 1/32.000**









### **3.7. Hidrogeología del área geológica Ayamonte-Huelva (acuíferos o escorrentía subterránea)**

En función de criterios regionales y de la disposición estratigráfica de las distintas formaciones, los acuíferos más importantes de esta área geológica se encuentran bajo los sedimentos del Cuaternario reciente de las zonas de marisma, como la que corresponde al tramo de deslinde, con acuíferos más importantes que los de superficie precisamente bajo las zonas de marisma entre Ayamonte y La Redondela.

Se distinguen dos acuíferos bien diferenciados entre sí, el superficial y el profundo, separados salvo puntualmente por las margas azules del Tortonense, el superior constituido por materiales del Mioceno superior (Saheliense) y del Plioceno continental y su potencia suele ser inferior a 15 m., aunque puntualmente puede superar los 20 m, de baja permeabilidad. La alimentación del acuífero superficial se realiza a partir del agua de lluvia y su drenaje natural se realiza a través de los ríos del mar.

El acuífero profundo está constituido por arenas, gravas y conglomerados del Mioceno transgresivo de base que aflora entre Ayamonte y Posadas con una potencia entre 2 y 10 m., que se encuentra confinado cuando está recubierto por las margas y libre cuando no lo está, cuyos niveles están comprendidos entre unos 20 m. y puntualmente como consecuencia de la sobreexplotación, los 80 m. La alimentación se realiza a partir de la infiltración del agua de lluvia y de la escorrentía superficial de los materiales paleozoicos del N. El drenaje natural es el Océano, directamente o a través del acuífero superior.



### **3.8. Estudio evolutivo ortofotogeológico**

Mediante software y herramientas sobre plataforma GIS, se ha realizado un análisis evolutivo de la zona de estudio sobre una serie histórica de ortofotografías en una secuencia desde el año 1956 hasta la actualidad, al objeto de verificar que la delimitación de d.p.m.t. que se propone y justifica mediante el presente estudio, recoge adecuadamente los terrenos asociados al subsistema de marismas del río/ría Carreras en el tramo perteneciente a su dominio, como resultado del examen de la secuencia completa disponible de ortoimágenes y la verificación de que dicha delimitación incluye en el d.p.m.t. los terrenos pertenecientes a la marisma actual, así como aquéllos que pertenecieron en el pasado, y que por diferentes procesos derivados de la actividad antrópica, pudieron perder su vinculación al régimen mareal ordinario (inundación en régimen mareal regular) o extraordinario (inundación en régimen mareal extraordinario) de inundaciones característico de marismas salobres, en función de la información visual fisiográfica que proporcionan las ortoimágenes históricas.

En el sentido anterior, cabe indicar que la delimitación que se propone incluye en el d.p.m.t. adecuadamente los bienes que en todas las secuencias de ortofotos históricas evidencian a través de las imágenes georreferenciadas, una fisiografía característica de sistemas de marisma, con terrenos que incluyen redes de drenaje conectadas con el medio marino, en este caso con conexión con el río Carreras, así como la configuración características propias de terrenos sometidos a inundaciones y encharcamientos semipermanentes y ocasionales, con vegetación característica asociada a la tolerancia a la salinidad (halófitas) que también presenta una diferenciación visual característica., habiéndose incluido en el d.p.m.t. de esta forma, los terrenos que evidenciaron en algún momento histórico, bien en la ortofoto de 1956, bien en la de años posteriores o en la actual, vinculación con dicho sistema de marismas asociado al Carreras.

En la siguiente serie de planos A-3 a escala 1/10.000, se ha representado la delimitación de d.p.m.t. que se justifica, georreferenciada en el mismo sistema de coordenadas que la secuencia histórica de ortofotos, ETRS89, elipsoide GRS80, coordenadas en Proyección U.T.M., Huso 29, en una serie histórica de ortofotografías de los años 1956, 1977-1986 (Interministerial), 1997, 2005, 2019.



651500

652000

652500

653000

653500

SISTEMA ETRS89, ELIPSOIDE GRS80,  
COORDENADAS PROYECCIÓN U.T.M., HUSO 29  
ORTOFOTO AÑO 1956, ESCALA 1/10.000  
DELIMITACIÓN PROPUESTA DE D.P.M.T.

4122000  
4121500  
4121000  
4120500  
4120000  
4119500  
4119000  
4118500

4122000  
4121500  
4121000  
4120500  
4120000  
4119500  
4119000  
4118500



651500

652000

652500

653000

653500



651500

652000

652500

653000

653500

SISTEMA ETRS89, ELIPSOIDE GRS80,  
COORDENADAS PROYECCIÓN U.T.M., HUSO 29  
ORTOFOTO AÑO 1973-1986, ESCALA 1/10.000  
DELIMITACIÓN PROPUESTA DE D.P.M.T.

4122000

4121500

4121000

4120500

4120000

4119500

4119000

4118500

4122000

4121500

4121000

4120500

4120000

4119500

4119000

4118500

651500

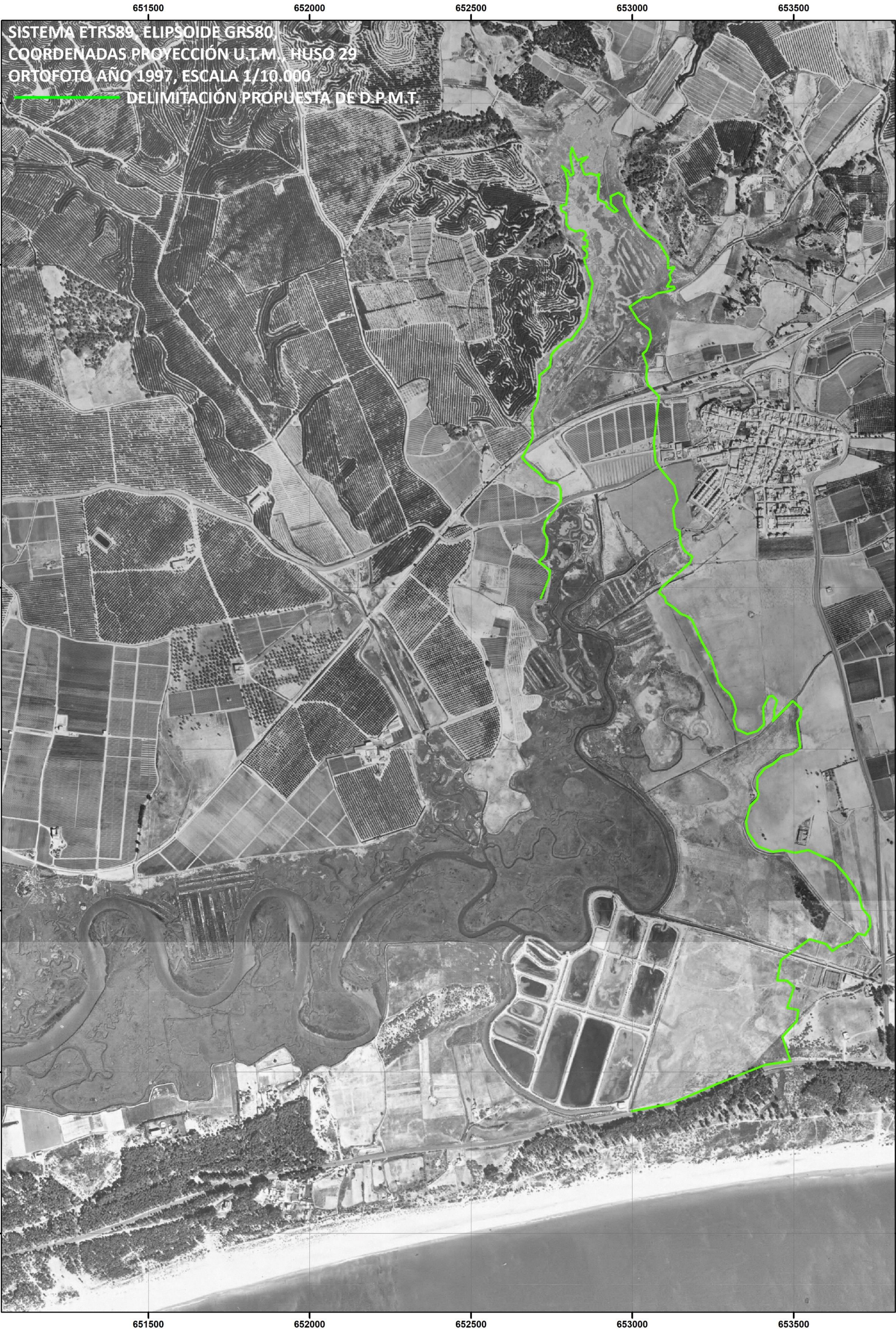
652000

652500

653000

653500







651500

652000

652500

653000

653500

SISTEMA ETRS89, ELIPSOIDE GRS80,  
COORDENADAS PROYECCIÓN U.T.M., HUSO 29  
ORTOFOTO AÑO 2005, ESCALA 1/10.000  
DELIMITACIÓN PROPUESTA DE D.P.M.T.

4122000

4122000

4121500

4121500

4121000

4121000

4120500

4120500

4120000

4120000

4119500

4119500

4119000

4119000

4118500

4118500

651500

652000

652500

653000

653500



SISTEMA ETRS89, ELIPSOIDE GRS80,  
COORDENADAS PROYECCIÓN U.T.M., HUSO 29  
ORTOFOTO AÑO 2019, ESCALA 1/10.000  
DELIMITACIÓN PROPUESTA DE D.P.M.T.





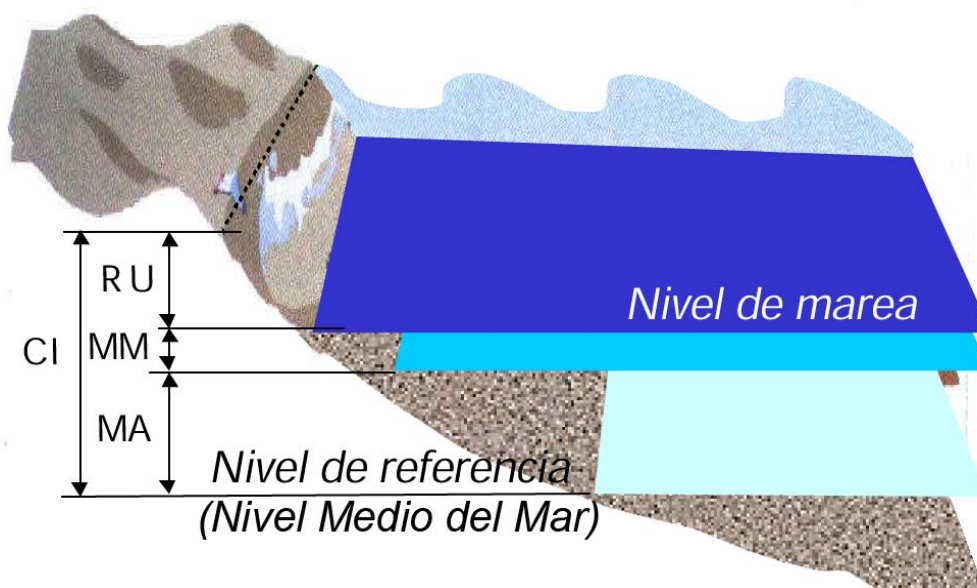
#### 4. ESTUDIO DE INUNDACIÓN

##### 4.1. Aspectos generales

Sobre la base de los textos legales, Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas y del Reglamento General de Costas (Real Decreto 876/2014), se ha confeccionado un procedimiento para la determinación de la cota de máxima inundación sobre los terrenos bajos inundables objeto de estudio, cuyos principales aspectos son los siguientes:

- Con carácter general, para el cálculo de cota de máxima inundación sobre el relieve costero ordinario (playas, acantilados; cantiles, aceras litorales, etc...), se considera que el frente de playa está caracterizado en un instante determinado por un nivel de marea (NM) compuesto por la marea astronómica y la marea meteorológica (MA+MM) y una batimetría. El episodio de alcance del nivel de inundación sobre las distintas variedades morfológicas de los frentes de playa, podría esquematizarse según el siguiente gráfico:

**MA**: Marea astronómica  
**MM**: Marea meteorológica  
**RU**: *Run-up*  
**CI**: Cota de inundación





- Sin embargo, para el caso específico de la zona de terrenos bajos inundables asociados al tramo de costa de estudio, no se considera el alcance directo del oleaje por el frente de playa, dado que se trata de una zona de marisma-terrenos bajos inundables, que no está afectada por los incrementos de niveles marinos por acción del oleaje, al estar separados de la acción directa del oleaje por la franja de playa y trasdós dunar.
- En función del mecanismo de inundación por incrementos de niveles marinos sobre los terrenos bajos inundables objeto de estudio a través del río Carreras y sus caños, que no tienen lugar por incidencia directa del oleaje por el frente de playa, los componentes que se tendrán en cuenta para el cálculo de la cota de máxima inundación para este caso, constarán únicamente de marea astronómica y marea meteorológica.
- La cota de máximo alcance o cota de inundación CI, se evaluará a partir de software especializado de Ingeniería de Costas para estimar inundaciones (IH de la Universidad de Cantabria, software IOLE), calibrado con los datos procedentes de medidas reales proporcionados por los instrumentos de medición de Puertos del Estado, y en concreto de los mareógrafos pertenecientes a la Red REDMAR, .
- Los datos de los mareógrafos proporcionarán los niveles de marea astronómica y marea meteorológica (residuo).
- Se deberá obtener el nivel de inundación máximo a cuyo efecto se realizarán ejecuciones con dicho software sobre el perfil-transecto geoposicionado sobre el tramo de costa correspondiente, así como un análisis de las series históricas de datos reales del mareógrafo de la red REDMAR de mayor proximidad a la zona de estudio, el Mareógrafo 3329 de Huelva 5 de Puertos del estado, en la bocana del puerto Deportivo de Mazagón.





#### **4.2. Ejecución del software IOLE (IH Universidad de Cantabria) para la obtención de la cota de inundación a aplicar en el tramo de costa**

Dado que no se dispone de una serie de datos de registros de mareógrafos suficientemente prolongada en el tiempo (tan solo se disponen de datos de 22 años), se hace preciso recurrir a modelos de inundación que sean capaces de predecir la máxima inundación que correspondería a un período temporal que se establece para el presente estudio en un período de retorno  $Tr=50$  años.

El modelo utilizado en el presente estudio es el desarrollado por el Instituto de Hidráulica de la Universidad de Cantabria mediante el software IOLE, y en concreto a la ejecución del mismo para el cálculo de la extensión de la inundación a lo largo del litoral español únicamente con la dinámica nivel del mar, sin oleaje.

Tal y como indica el mismo IH de la Universidad de Cantabria, la metodología de esta fase para la inundación con nivel del mar (sin oleaje) se fundamenta en el ajuste para cada posición “i” a lo largo del litoral español, del régimen extremal de cota de inundación a partir de las series de datos de nivel del mar del proyecto C3E (Cambio Climático en la Costa Española, Ref 20080050084091, [www.c3e.ihcantabria.es](http://www.c3e.ihcantabria.es)), calculándose la cota de inundación asociada a distintos periodos de retorno (CI Tr). Dichos datos son obtenidos como superposición de la Marea Astronómica (MA), Marea Meteorológica (MM) y referencia del nivel medio del mar respecto al nivel medio del mar en Alicante (Ref) en cada posición “i”. La Cota de Inundación (CI “i”) fue definida a partir de series de datos horarios desde el año 1948 hasta el 2008, a lo largo del litoral español, cada aproximadamente 10-15 km.

Posteriormente fue ajustado el régimen extremal a cada serie, compuesta por más de 60 años de datos. De dicha serie se utilizaron los eventos extremos independientes que superaron un cierto umbral de forma que se obtuvieran de media entre 2 y 3 temporales al año. Usualmente se denomina a esta técnica, que utiliza sólo los datos que superan un cierto umbral para estimar el régimen extremal, POT (Peaks Over Threshold). Asumiendo que la tasa de ocurrencia de eventos se distribuye según un proceso de Poisson y que las excedencias siguen la distribución generalizada de Pareto (GPD), se tiene que el modelo GPD-Poisson es idéntico al modelo GEV (Generalized Extreme Value), expresando el resultado del ajuste en términos del máximo anual y del período de retorno.





Una vez realizado el ajuste se calcularon los valores de Cota de Inundación para los distintos periodos de retorno (CI Tr), obteniéndose los valores para Tr = 10, 50, 100 y 500 años, siendo Tr = 50 años, el valor comúnmente más utilizado y se corresponde con una “frecuente probabilidad de inundación”, el que se aplicará como el valor de inundación en la obtención de las superficies de inundación del presente tramo de costa de la cabecera de las marismas del río Carreras, en las inmediaciones de La Redondela, en el T.M. de Isla Cristina.

Se realizó la ejecución del software IOLE sobre el perfil nº 23821 según la numeración IOLE asignó a la segmentación de la costa española con una resolución espacial de un perfil cada 200 m. aproximadamente, para obtener las cotas de inundación correspondientes a los distintos períodos de retorno y en particular al de Tr=50 años que será el de aplicación en el presente estudio, en el frente de costa del tramo de deslinde. Dichos perfiles están determinados por sus coordenadas en el sistema ETRS89, tanto en proyección U.T.M. referidas al huso 30, como en coordenadas geográficas.

Tras la ejecución, el software nos proporciona los distintos datos de inundación referidos al N.M.M.A. así como el gráfico del ajuste de la función extremal con las bandas de confianza superior e inferior del 90%, estimando además las variaciones debidas al cambio climático en una prospección al año 2040.

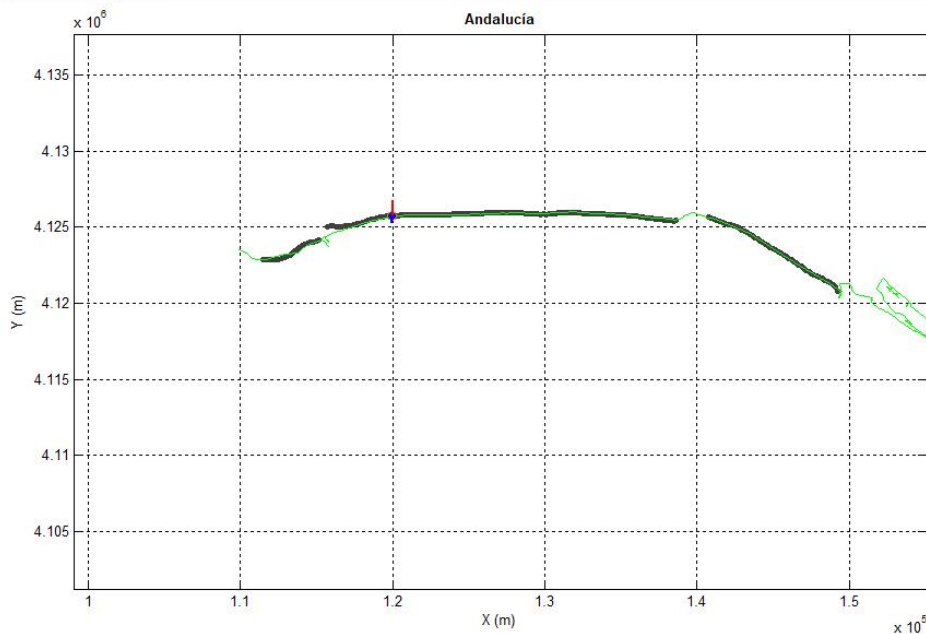
Los resultados obtenidos de cota de inundación en el perfil ejecutado nº 23821 en el frente de costa del tramo de deslinde en el sector oriental de las marismas del Carreras, han sido los siguientes:





iOle v3.0.0 (130604)

File



Ajustes:

Configuración Directorios

Comunidad Autónoma

Andalucía

Seleccionar Punto

Punto N° 23821

UTM ETRS89 30N

Y (m) 4125745

X (m) 119962

Coordenadas geográficas WGS84

Lat (°N) 37.2008

Lon (°E) -7.2816

Dir. FE (°N) 183

Pendiente (tan) 0.010

h\* (m NMMA) 7.2

Perfil E.: Ver Cargar

Perfil E.+S.: Ver Cargar

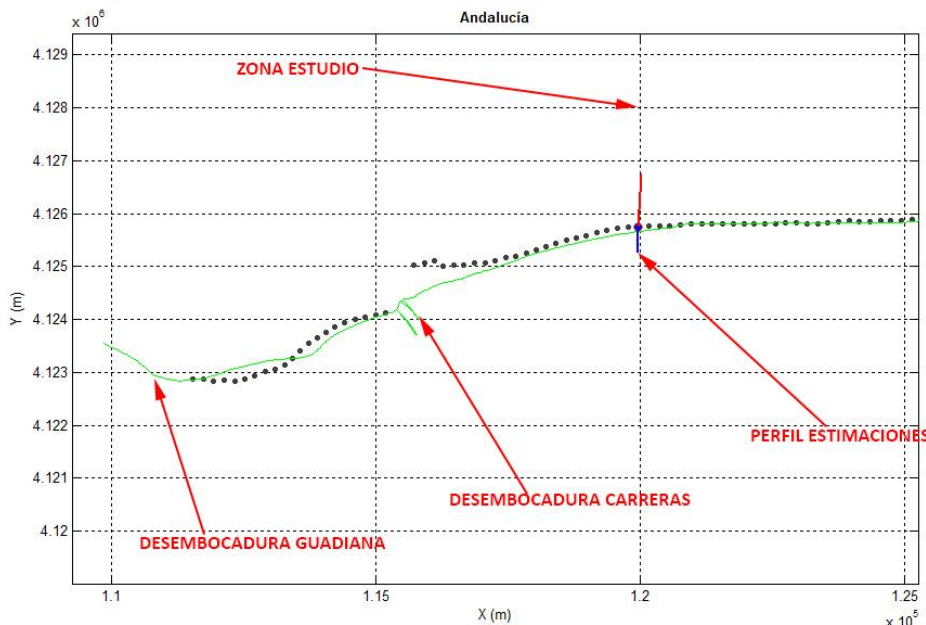
Nivel Nivel y Olas

Nivel + CC Niv. y Ol + CC

iole: >> El punto 23821 se ha cargado correctamente. Continúe

iOle v3.0.0 (130604)

File



Ajustes:

Configuración Directorios

Comunidad Autónoma

Andalucía

Seleccionar Punto

Punto N° 23821

UTM ETRS89 30N

Y (m) 4125745

X (m) 119962

Coordenadas geográficas WGS84

Lat (°N) 37.2008

Lon (°E) -7.2816

Dir. FE (°N) 183

Pendiente (tan) 0.010

h\* (m NMMA) 7.2

Perfil E.: Ver Cargar

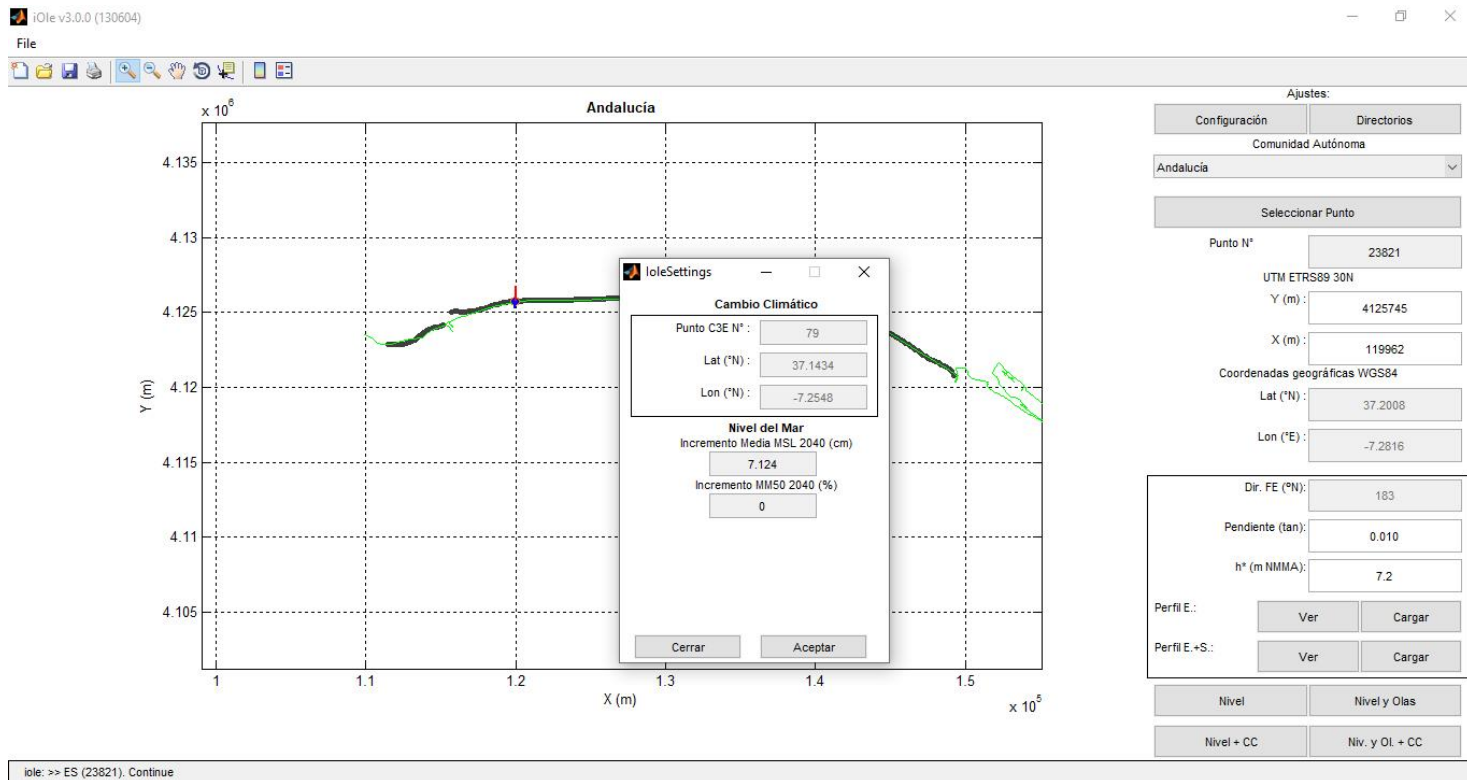
Perfil E.+S.: Ver Cargar

Nivel Nivel y Olas

Nivel + CC Niv. y Ol + CC

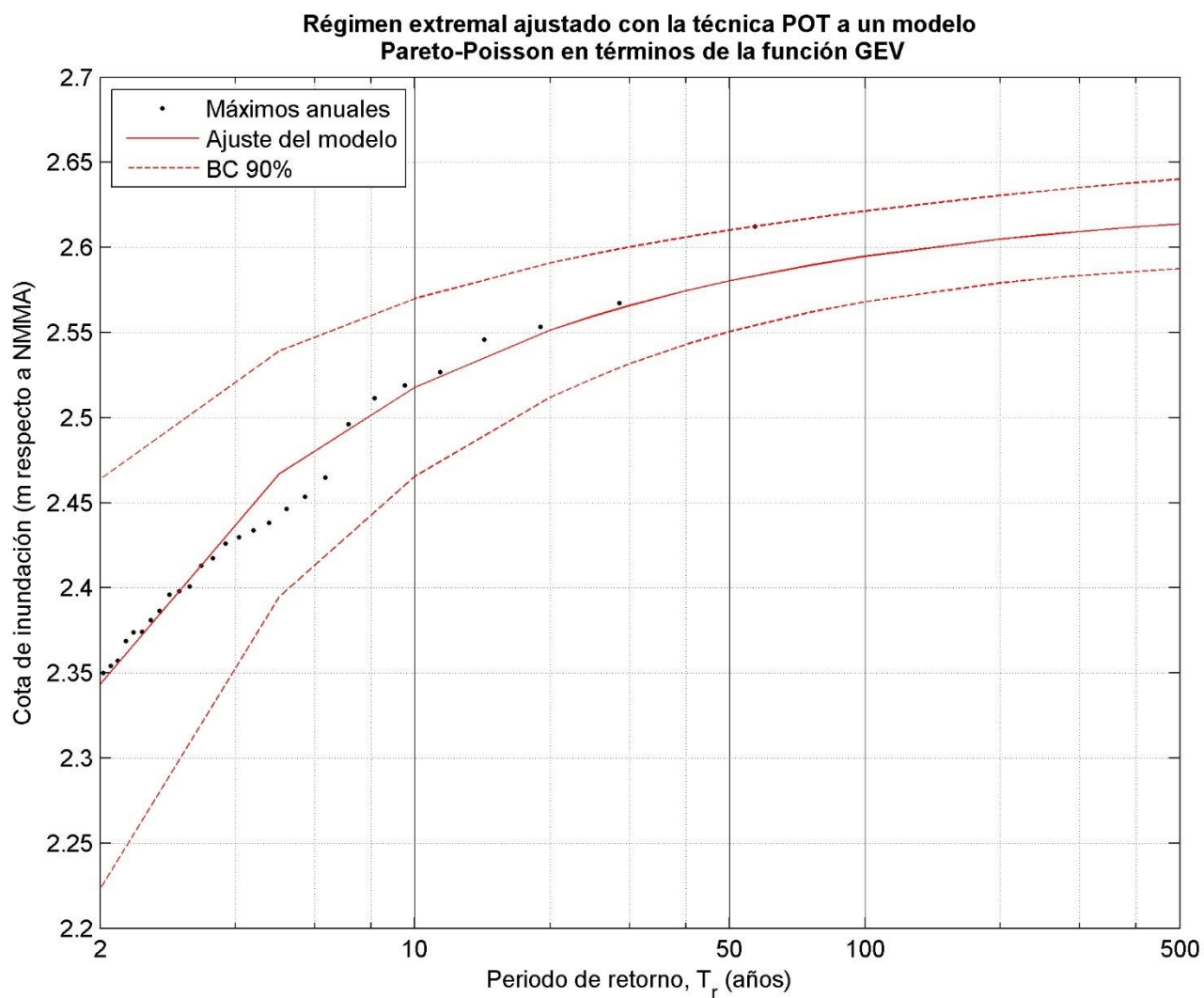
iole: >> (23821). Continúe





COTAS DE INUNDACIÓN PERFIL 23821 (m. N.M.M.A.)	ESTIMA INFERIOR 90%	ESTIMA CENTRAL	ESTIMA SUPERIOR 90%
Tr=10	2.465	2.518	2.570
Tr=50	2.551	2.580	2.610
Tr=100	2.568	2.595	2.621
Tr=500	2.587	2.614	2.640





Se tomará en consecuencia como valor de cota de inundación para el tramo de costa en estudio, 2,61 m. sobre N.M.M.A., correspondiente a la estima superior de la banda de confianza del 90% para un período de retorno  $T_r=50$  años (“frecuente probabilidad de inundación”).





#### **4.3. Calibración de la simulación con el software IOLE: Análisis de datos reales de registros del mareógrafo de la red REDMAR de Puertos del Estado**

Con el objetivo de cumplir con los preceptos legales establecidos en el artículo 3.1.a de la Ley de Costas y en el Reglamento General de Costas (Real Decreto 876/2014) y a efectos de calibrar los resultados obtenidos por el software IOLE en el perfil nº 23281 para el período de retorno de 50 años en la banda de confianza superior, se han recopilado los datos históricos del mareógrafo de mayor proximidad a la zona de estudio (3329, situado en el Puerto Deportivo de Mazagón) de la Red REDMAR de Puertos del Estado de niveles de marea astronómica y marea meteorológica (residuo), para la confección del episodio de máxima inundación según los datos disponibles de dicho instrumento de medición, durante el período temporal de funcionamiento del mismo, con el que se realizará la validación/calibración del resultado del software IOLE.

Para ello, se han tomado los registros reales de dicho mareógrafo, que consideran tanto los componentes astronómicos, como los meteorológicos o residuales en sus mediciones, para la obtención del máximo nivel alcanzado. Además de los niveles mareales con su componente astronómico y su componente residual o meteorológico, también los mareógrafos determinan el nivel medio del mar (NMM) así como la referencia al cero geodésico, que fija el plano altimétrico de comparación ( $z=0$ ) de referencia N.M.M.A. del I.G.N., al cual se referirá la cota de máxima inundación que se calcule finalmente, habiendo sido así mismo referenciado a dicho plano, el MDT (modelo digital obtenido a partir del levantamiento LIDAR de alta densidad del I.G.N.) al objeto de elaborarse y proyectarse todos los resultados en una base altimétrica coherente y homogénea, a la hora de realizarse la simulación de inundación de superficies con el resultado final justificado en el presente estudio.

El origen de altitudes que el Instituto Geográfico Nacional utiliza en la península corresponde al Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA). A esta referencia se refieren las altitudes geométricas de las señales geodésicas distribuidas por la geografía peninsular española. por el IGN. Este organismo realizó la nivelación de todos los mareógrafos en el momento de su instalación. El IGN durante 1.998 llevó a cabo una compensación general de toda la red de nivelación nacional (Proyecto RNAP98), obteniendo para todas y cada una de las señales una nueva altitud homogénea con el resto de la red, y en 1999 proporcionó estas nuevas cotas. Así mismo el IGN efectuó un nuevo recálculo del NMMA en el año 2.008.





De este modo, se han podido relacionar todos los datos de los niveles mareales de los registros del mareógrafo analizado y en origen referidos al cero del Puerto con el plano  $z=0$  correspondiente a la Red Geodésica ETRS89, para la vinculación y referenciación altimétrica con la base cartográfica.

Por tanto, en el caso del presente estudio y de los resultados que se aportan de cotas de los episodios de inundación alcanzados (según lo establecido reglamentariamente en el nuevo Reglamento General de Costas, Real Decreto 876/2014), la referencia altimétrica será el nivel medio del mar en Alicante (NMMA) que fue proporcionado por los mareógrafos y enlazados en procesos de nivelación y recálculos posteriores por el I.G.N., el último de los cuales ha sido llevado a cabo en el año 2.008, para la obtención del valor  $z=0$  que establece la coordenada  $z$  ortométrica de su red geodésica ETRS89. Se adjunta a continuación los datos y parámetros de referencia del mareógrafo 3329 de la Red REDMAR de Puertos del Estado, situado en la bocana del Puerto deportivo de Mazagón, así como los datos de su nivelación y transformación al plano de comparación del NMMA.

Ubicación:	Situado en el Puerto Deportivo de Mazagón.
Longitud:	6.83° W
Latitud:	37.13° N
Cadencia:	1 minutos
Código:	3329
Inicio de medidas:	13/09/1996
Fin de medidas:	14/12/2017
Tipo de sensor:	Radar
Comentarios	Sensores meteo. sobre edificio del Puerto Deportivo, a 80m del mareógrafo
Conjunto de Datos:	REDMAR
Clavo de Referencia:	SSPD Sobre la esquina noroeste de la peana del faro situado junto al mareografo
Cero REDMAR:	Cero del Puerto
Cota:	4.517 m bajo Clavo de Referencia según cero REDMAR

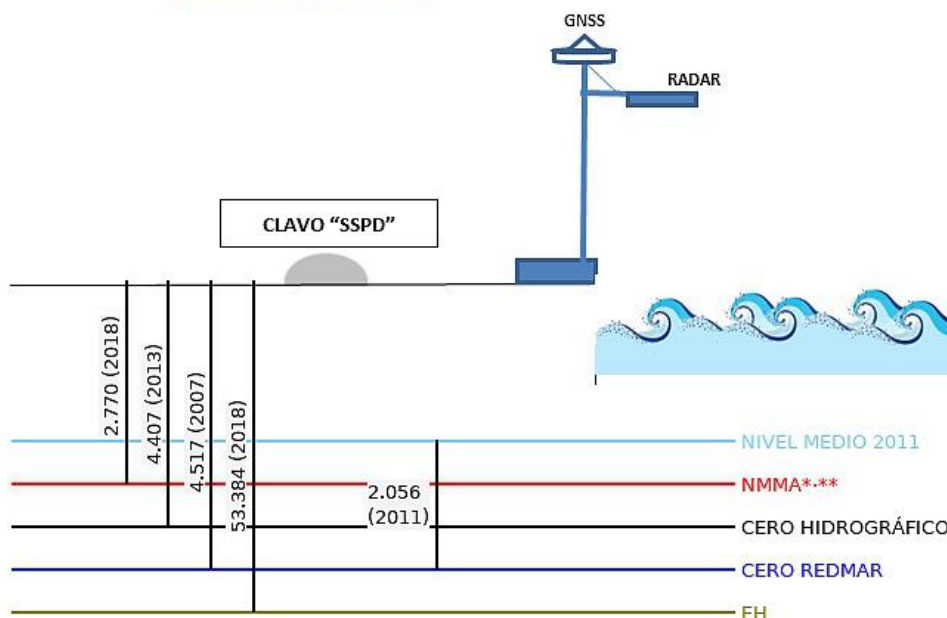




## ESQUEMA DATUM MAREÓGRAFO REDMAR HUELVA5 (cotas en metros)



CLAVO "SSPD"



Clavo SSPD: Clavo situado sobre el cantil al norte de la bocana en el Puerto deportivo de Mazagón

\*NMMA: Cero geodésico (Nivel Medio del Mar en Alicante, REDNAP, cero IGN)

\*\* Nuevo dato REDNAP estimado en 2018, señal pendiente de reobservación por IGN

EH: "Ellipsoidal Height": altura elipsoidal (ETRS 89, IGN 2018)

*Nota: La posición relativa de Clavo y Mareógrafo está simplificada.*



Puertos del Estado

Se han estudiado los datos existentes registrados en el mareógrafo del Puerto deportivo de Mazagón (3329), desde el año 1996 hasta el año 2018 en la serie histórica disponible de 22 años. El nivel máximo registrado ha sido el día 25 de octubre del año 2003, con un nivel de 427 cm. sobre el cero portuario.

A partir de los parámetros de nivelación del mareógrafo que proporciona Puertos del Estado, se transforman los niveles anteriores en niveles referidos al NMMA, para lo cual se remite al "Esquema datum mareógrafo REDMAR HUELVA 5 (cotas en metros)" anterior, del que se deduce que para referir al cero geodésico nacional (IGN) = nivel - 1.744 m., según la última observación realizada en este Puerto en 2018, que modifica la anterior de -1.577 m. basada en la anterior observación de 1998.





NIVELES REFERIDOS AL CERO REDMAR							
Año	Mes	Nivel Medio	Nivel Máximo	Día del Máximo	Nivel Mínimo	Día del Mínimo	Eficacia
		(cm)	(cm)		(cm)		(%)
2003	Oct./Oct.	217	427	25	49	24	100

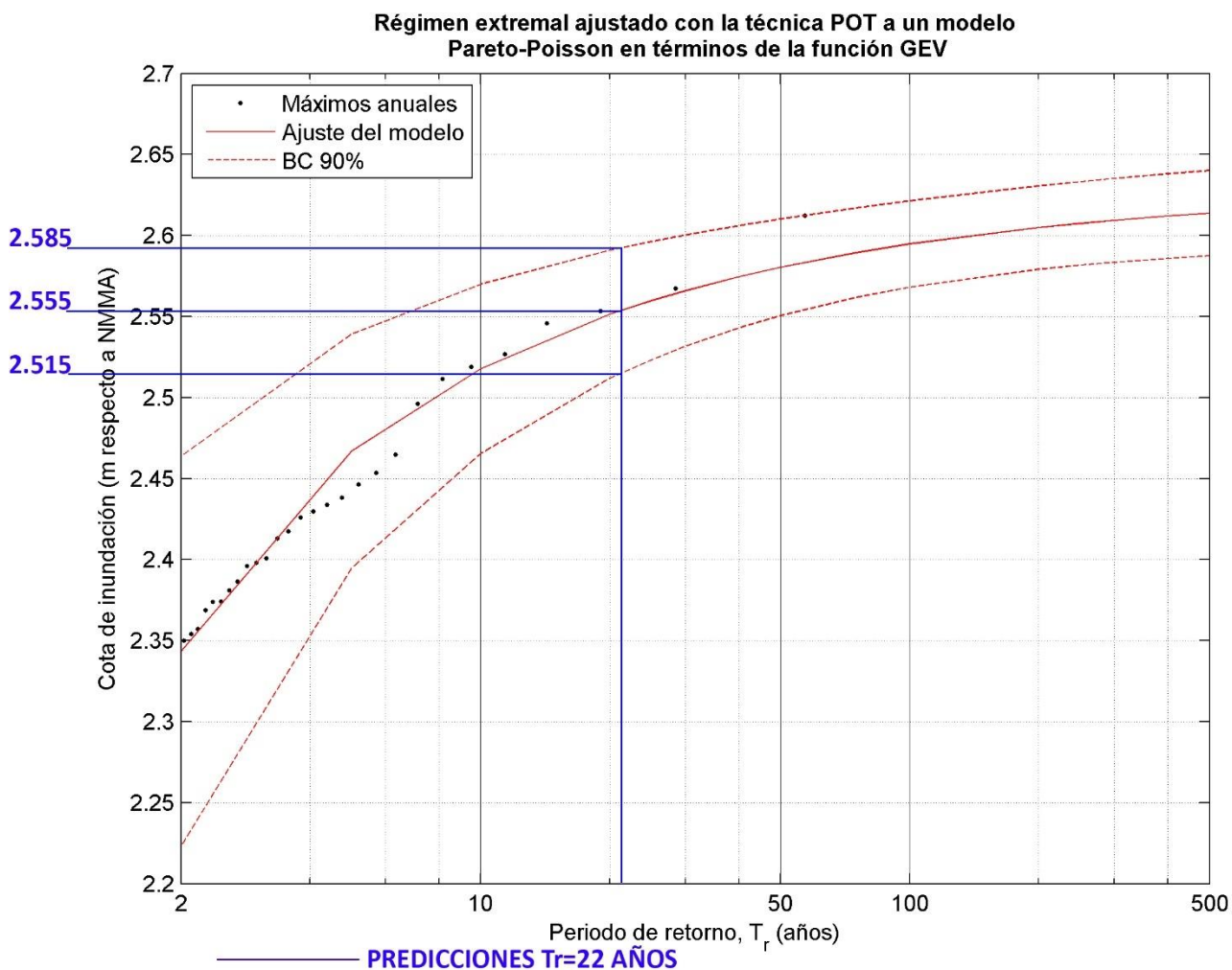
NIVELES REFERIDOS AL CERO GEODÉSICO N.M.M.A.							
Año	Mes	Nivel Medio	Nivel Máximo	Día del Máximo	Nivel Mínimo	Día del Mínimo	Eficacia
		(cm)	(m)		(m)		(%)
2003	Oct./Oct.	0.426	2,523	25	-1.254	24	100

Por tanto, el nivel mareal registrado por el mareógrafo de Mazagón, suma de los componentes astronómico y residual, fue de 2,523 m. sobre el N.M.M.A, máximo registrado por dicho mareógrafo en su período temporal de datos disponibles por Puertos del Estado. Dicho nivel será el de referencia con el que se calibrará el modelo de inundación mareal obtenido por el software IOLE en el perfil 23821.

Para realizar dicha calibración, se examinará el gráfico de distribución extremal de ajuste de la función de los incrementos mareales, y en concreto se tomará la predicción del modelo ejecutado por el software en el perfil 23821 para un período de 22 años, que es el período temporal de datos disponible del instrumento de medición (mareógrafo del Puerto de Mazagón), de forma que comparando el valor máximo de 2,523 m. que proporcionan los registros reales para un período de 22 años (1996-2018), con la predicción que proporciona el modelo de función extremal para el período de retorno de 22 años, podremos obtener la desviación del mismo y su rango de confianza.

Para el período de retorno de 22 años el modelo del software IOLE predice los siguientes resultados de incrementos mareales:





Por tanto se verifica que la predicción del modelo se ajusta notablemente a la experiencia constatada con los registros en un período temporal concreto (22 años), dado que tomando las bandas de confianza del 90% ( $T_r=22$  años) en estima superior e inferior, el modelo determina un intervalo entre 2,151 m. y 2,585 m. sobre N.M.M.A. con una estima central de 2,555 m., intervalo entre el que se encuentra el valor del máximo registro de 2,523 m. del mareógrafo del Puerto de Mazagón en un período temporal de 22 años.





Se ha de tener en cuenta además que los ajustes de funciones de régimen extremal tienen mayor precisión en las predicciones en períodos de retorno mayores y menor precisión en las predicciones de períodos de retorno pequeños, como el período calibrado de 22 años, en el que no obstante el modelo predictivo de inundación por incrementos de niveles mareales del software IOLE sobre el perfil 23821, ha resultado notablemente ajustada dentro del intervalo de confianza a los registros observados, lo que confiere una plena confianza predictiva a dicho modelo sobre un período de retorno mayor, como es el de 50 años, circunstancia por la cual la calibración del modelo con los registros del mareógrafo resulta satisfactoria, validándose en consecuencia su predicción del incremento mareal para el período de retorno de 50 años de 2,61 m. sobre N.M.M.A. (estima de banda superior de confianza del 90%, incluyendo variación por cambio climático).

#### **4.4. Permanencia temporal de niveles máximos: comprobación de alcance de niveles de inundación**

Al objeto de constatar que los niveles máximos marinos que se consideren en la simulación de inundación de los terrenos sobre el MDT obtenido a partir del levantamiento LIDAR, llegan a permanecer un tiempo mínimo en un entorno del pico máximo mareal tal que den lugar a que la onda mareal llegue a impulsar los incrementos de nivel por los terrenos de cota inferior susceptibles de inundación alcanzando todos los terrenos que la delimitación propuesta incluye en el d.p.m.t., se ha realizado un estudio en este sentido sobre el nivel mareal anterior, registrado el 25-10-2003 con una cota altimétrica de 2,523 m sobre el N.M.M.A.

Del estudio de los niveles mareales del día 25 de octubre de 2003 datos Puertos del Estado, mareógrafo 3329, Huelva 5, Puerto de Mazagón, de la serie de niveles de cada 5 minutos, según horario UTC, se comprueba que en un intervalo de una hora y veinte minutos alrededor de la hora del máximo, los niveles mareales se mantuvieron en el entorno de dicho valor con una variación máxima de 0,1 m.





hh:mm (UTC)	Niv/Lev (cm.)	N.M.M.A. (m.)
13:15	417	2.423
13:20	415	2.403
13:25	421	2.463
13:30	420	2.453
13:35	415	2.403
13:40	425	2.503
13:45	427	2.523
13:50	416	2.413
13:55	423	2.483
14:00	420	2.453
14:05	423	2.483
14:10	422	2.473
14:15	421	2.463
14:20	423	2.483
14:25	423	2.483
14:30	417	2.423
14:35	420	2.453

Los registros del mareógrafo de un intervalo horario de una hora y veinte minutos entorno al máximo nivel considerado, constatan que dicho nivel registrado por el mareógrafo y que se ha tomado para los cálculos de la superficie de máxima inundación sobre la marisma, no se trata de un suceso puntual alcanzado en un instante por el mar y desembocadura del Carreras, de forma que su transmisión hubiera aportado una masa adicional de agua sólo en ese instante, situación hubiera provocado que con la celeridad y energía de una onda puntual no hubiera podido avanzar sobre los aproximadamente 11-12 km de recorrido por los caños desde el punto inicial del aporte en la conexión con el tramo de desembocadura del Carreras hasta su zona más distante, por fenómenos como las pérdidas de carga y pérdidas por fricción en el trazado de los caños que hubieran disipado la energía de dicha onda del aporte puntual.

Por el contrario, dicha permanencia en el entorno del nivel 2,523 m. con una variación máxima de 10 cm. sobre N.M.M.A. durante un período de una hora y 20 minutos entre las 13:15 y las 14:35 U.T.C., se corresponde con un aporte de masa de agua mantenido desde dichos puntos de conexión Carreras-caños por la impulsión del flujo mareal durante el cual el nivel del mar se mantuvo en dicho entorno del máximo.





Por tanto, el nivel de inundación en este episodio mareal sobre las marismas del río Carreras, se mantuvo en una sobreelevación marina dentro de un rango de variación de 10 cm. respecto del máximo alcanzado de 2,523 m. sobre N.M.M.A. durante un período de tiempo de una hora y veinte minutos, y cuando sucede este tipo de fenómenos mareales en los que el nivel del mar se eleva por encima del nivel del río o del estuario, penetrando el agua por el mismo, la onda que penetra como en el presente caso de las marismas asociadas al Carreras, caños arriba, va asociada a un fenómeno no lineal en el que la velocidad de la onda dependerá del calado o profundidad que vaya encontrando en su movimiento por los mismos, transmitiéndose como una onda de choque generada por la marea montante.

Si se tiene además en cuenta, que durante la hora anterior al intervalo de una hora y veinte minutos en el que se mantuvo el nivel marino que se aplicará para el cálculo de las superficies de inundación en un rango de 10 cm. de variación en el entorno de 2,523 m. sobre N.M.M.A., es decir entre 12:15 U.T.C. y 13:15 U.T.C., los niveles registrados por el mareógrafo fueron:

hh:mm (UTC)	Niv/Lev (cm.)	N.M.M.A. (m.)
12:15	368	1.933
12:20	372	1.973
12:25	378	2.033
12:30	385	2.103
12:35	389	2.143
12:40	387	2.123
12:45	392	2.173
12:50	397	2.223
12:55	404	2.293
13:00	403	2.283
13:05	404	2.293
13:10	408	2.333
PROMEDIO		2.16

y por tanto en un promedio de 2,16 m. sobre N.M.M.A., se deduce que la mayor parte del incremento de nivel mareal tenido en cuenta, se mantuvo durante dos horas y veinte minutos, intervalo dentro del cual durante una hora y veinte minutos se alcanzó y mantuvo un nivel marino en el entorno de 2,523 m. sobre N.M.M.A. con una variación máxima de 10 cm., circunstancias que permitirían aplicar dicho nivel marino para el cálculo de las superficies de





inundación en los terrenos objeto de estudio pertenecientes a las marismas del río Carreras, dado que la onda mareal asociada a la sobreelevación marina se mantuvo el tiempo necesario como para que se produjera el alcance de la lámina de agua hasta los terrenos más interiores de la marisma que se han incluido en la delimitación provisional de d.p.m.t.

También, esta inundación previa durante una hora anterior al tiempo de una hora y veinte minutos en los que se mantuvo el máximo nivel dentro de un rango de variación de 10 cm., incide en el sentido de aplicación de la máxima inundación en la zona de estudio, puesto que fenómenos que disminuyen la energía de la onda en su transmisión en primera instancia, como la disipación por fricción o la pérdida de carga por la percolación inicial hasta la saturación del suelo en la inundación, son disipados en gran medida por estos aportes de agua de mar previos al nivel máximo, de forma que los aportes marinos por el flujo mareal de máximo incremento, ya se producían sobre una situación de inundación previa anterior mantenida en tiempo (más de una hora), facilitando el avance de la onda (disminuyendo las pérdidas de carga) al realizarse sobre terrenos ya en su mayor parte inundados previamente, además de contar con un calado aumentado (por dicha inundación previa), lo que también se traduce en una mayor celeridad de la onda.

Para realizar una estimación de un valor promedio de la velocidad de la onda que penetra por la desembocadura del río Carreras, utilizaremos la siguiente expresión de la celeridad de la onda de marea en ambientes someros:

$$C = \sqrt{g \cdot d}$$

Donde “C” es la celeridad de la onda de marea, “g” es la gravedad y “d” la profundidad o calado.

A efectos de obtener un valor estimativo aproximado para tener un orden de magnitud que permita valorar la permanencia del nivel de inundación y el alcance de la transmisión de la onda y de la impulsión de la masa de agua que potencialmente podría alcanzar las superficies de los terrenos situados a cotas inferiores a la considerada, en este estudio concreto 2,523 m. N.M.M.A., se establecerá la hipótesis de simplificación de partida de un calado constante en el recorrido, con un valor promediado de 1,5 m. sobre N.M.M.A. Se comprueba en el levantamiento topográfico LIDAR que desde sus conexiones con el Carreras, los caños de transmisión mareal tienen una cota inferior a 1 m. en la mayor parte de su recorrido (fundamentalmente el caño del Coto), en las inmediaciones de la zona de deslinde





(zona más interior de la marisma de estudio), la cota se sitúa en el entorno de 1 m., y en su zona más interior donde los caños van reduciendo su anchura, la cota se sitúa entre 1,5 m. y 2 m., por lo que un promedio de 1,5 m. sobre N.M.M.A. resulta adecuado para un cálculo estimativo.

Por tanto, el valor de la profundidad en el entorno del máximo mareal de 2,523 m. sobre N.M.M.A. será de  $d=1,023$  m. en el caño asociado al Carreras que alimenta principalmente la marisma de la zona de estudio (caño del Coto), y con esta suposición, la estimación de la celeridad de la onda mareal en el episodio considerado de octubre de 2003, calculado con la expresión anterior ( $C = \sqrt{g \cdot d}$ ) a través de dicho caño considerado como un canal abierto sería de 11,43 km/h.

Por tanto, la onda que empezó a propagarse a las 13:15 hora U.T.C. desde la desembocadura del Carreras debida a la sobreelevación del nivel del mar en el entorno del máximo considerado y que se mantuvo en ese entorno durante una hora y veinte minutos con una variación máxima de -10 cm., tuvo tiempo a llegar hasta la zona de marisma más interior del tramo objeto de estudio en un recorrido por los caños de algo más de 11 km. (considerando las sinuosidades del trazado) mientras todavía se continuaba su transmisión desde la desembocadura del Carreras durante veinte minutos más dado que se seguía manteniendo el nivel considerado (desde el primer impulso del flujo mareal de este intervalo de nivel considerado de 13:15 a 14:35 U.T.C. en el entorno de 2,523 m. sobre N.M.M.A. con 10cm. de máxima variación), por lo que la onda mareal asociada al impulso de agua correspondiente al nivel considerado, tuvo tiempo de alcanzar las zonas más interiores del tramo de deslinde de estudio mientras se mantenía el nivel del mar considerado durante todo su trayecto y sobre otros veinte minutos adicionales.

En consecuencia, el nivel máximo según registros de mareógrafo de 2,523 m. sobre N.M.M.A. se mantuvo en un entorno de incremento mareal el tiempo suficiente para alcanzar los terrenos bajos inundables que la delimitación que se propone incluye en el d.p.m.t., y en consecuencia, puede considerarse que el nivel máximo obtenido con el software IOLE en el período de retorno de 50 años, de 2,61 m. sobre N.M.M.A. y por tanto con una onda mareal que alcanzará mayor celeridad, puede ser aplicado como valor límite sobre el MDT del tramo de estudio (generado a partir del levantamiento LIDAR de alta definición) para el cálculo de las superficies de inundación, que se realizará mediante programas que realizarán la





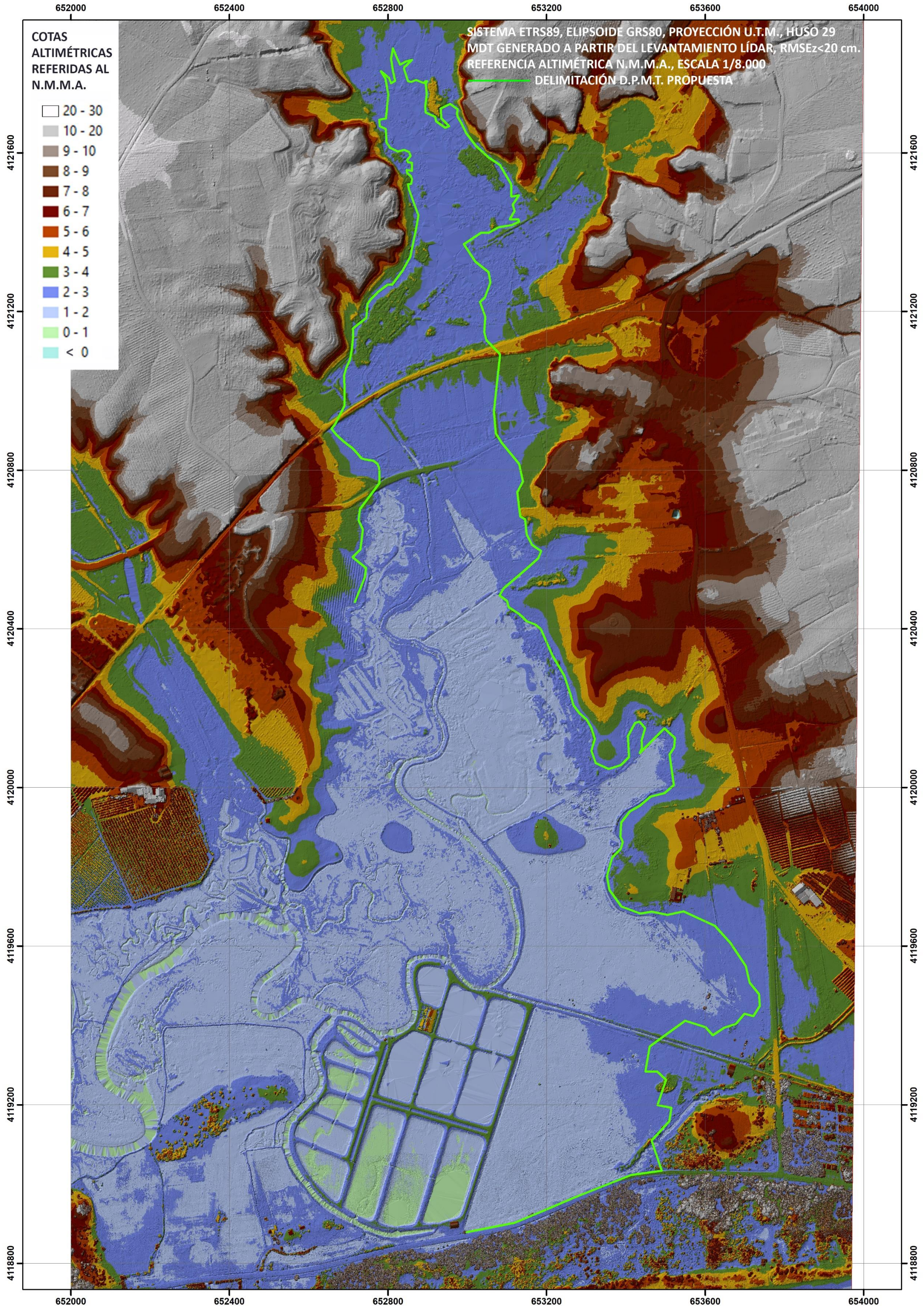
simulación de la misma, al haberse constatado la permanencia temporal suficiente de los niveles mareales en un entorno del máximo (en el episodio máximo registrado por el mareógrafo en un período de 22 años), que permite el alcance del flujo de la onda mareal durante el mismo hasta los terrenos más equidistantes de la alimentación principal (cauce principal del Carreras), considerando hasta una distancia máxima aproximada entre 11 y 12 kms. de recorrido por los caños.

#### **4.5. Simulación informática de la superficie inundable con el episodio mareal del período de retorno de 50 años**

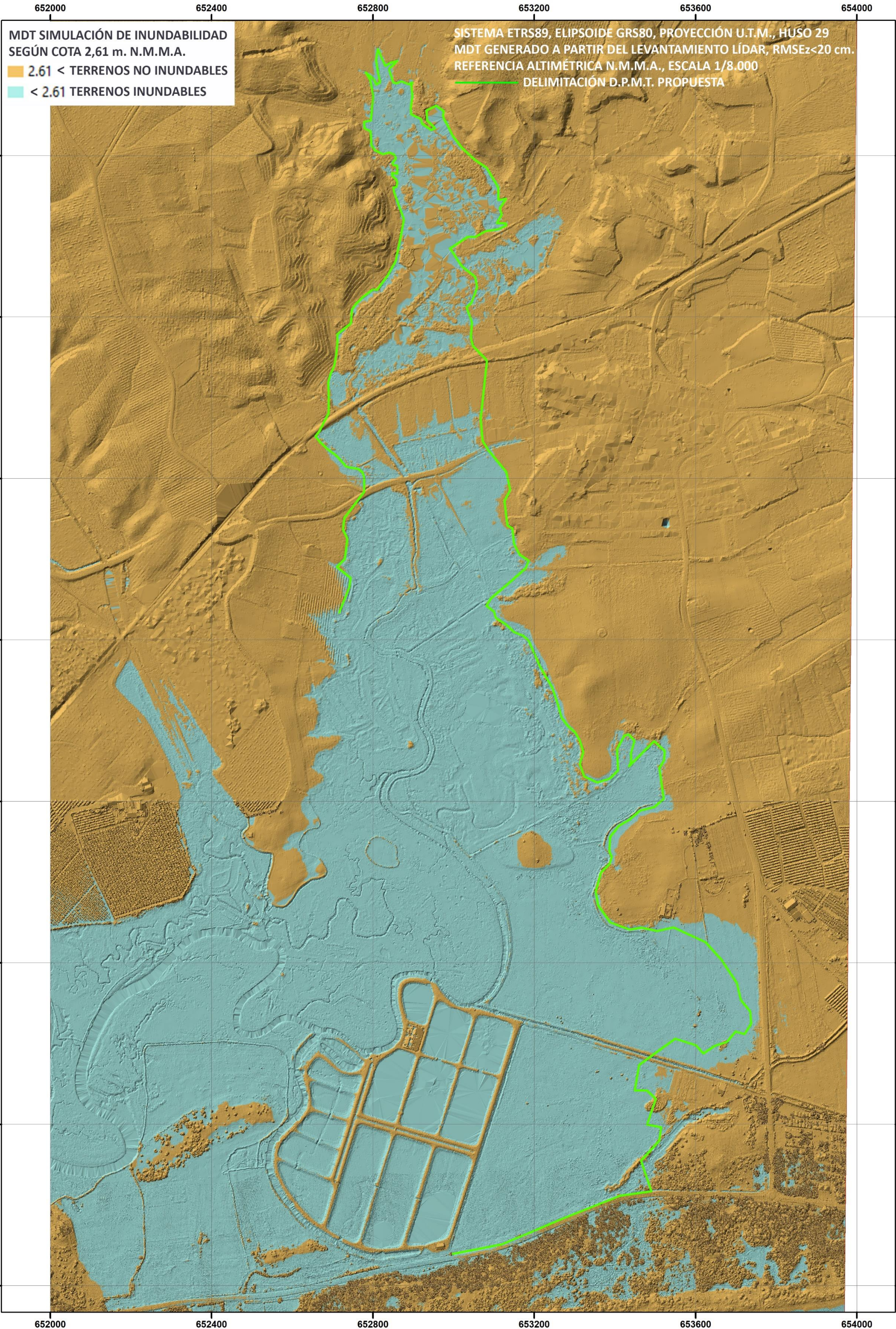
Una vez justificado que la cota de 2,61 m. sobre N.M.M.A. resulta de aplicación como cota de máxima inundación a propagar sobre los terrenos objeto de estudio a efectos de calcular la superficie de inundación en un episodio mareal con un incremento en el entorno del nivel con una duración suficiente para alcanzar los terrenos de la marisma con cota inferior, se aplicará software específico que ejecuta la simulación de la inundación sobre el MDT generado a partir del levantamiento LIDAR de alta definición, con densidad y resolución espacial de 0,5 puntos / m<sup>2</sup> de precisión altimétrica de RMSEz < 20 cm., en entorno de plataforma GIS sobre la zona de estudio, aplicándose el valor de referencia obtenido de 2,61 m. N.M.M.A. para el período de retorno de 50 años, que se transmitirá hasta dicha zona como un nivel de inundación mediante la red de caños y esteros que son surtidos por el canal de alimentación que constituye el río Carreras con el que se conectan, y que se extiende hasta los terrenos objeto de estudio y propuesta de deslinde, durante el episodio del flujo mareal.

En los siguientes planos A-3 a escala 1:8.000, se recoge el modelo altimétrico de elevaciones de alta definición generado a partir de un levantamiento LIDAR de alta densidad (1º plano), y sobre el mismo el resultado de aplicar mediante software una simulación de la inundación de los terrenos hasta la cota 2,61 m. sobre N.M.M.A. (2º plano), con georreferenciación en el sistema ETRS89, proyección U.T.M., Huso 29, y referencia al N.M.M.A. El primero de los planos distingue los distintos tramos altimétricos, mientras que el segundo plano distingue tan sólo los terrenos inundados (en color azul) de los que quedan fuera de la inundación según el episodio mareal estimado del Tr=50 años (color marrón).













## 5. JUSTIFICACIÓN DEL DESLINDE PROPUESTO

La aplicación de la vigente Ley de 22/88 de 28 de julio de Costas parcialmente modificada por la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, y del Reglamento General de Costas, aprobado por R.D. 876/2014, de 10 de Octubre, y las Instrucciones definidas por la Dirección General de Costas, disponen las actuaciones necesarias para -art. 2º del Reglamento- ".../.. determinar el Dominio Público Marítimo-Terrestre../..."; a tal efecto se ha procedido a la tramitación del correspondiente deslinde conforme establecen los artículos 11 y siguientes de la Ley y 19 y siguientes del Reglamento General de Costas.

Tal y como se ha justificado mediante el estudio geomorfológico y el estudio de inundaciones incluidos en la presente memoria, la delimitación provisional que se propone en el tramo de costa correspondiente a la cabecera de las marismas del río Carreras, en las inmediaciones de La Redondela, en el T.M. de Isla Cristina, incluye los terrenos bajos inundables asociados a las marismas del subsistema del río Carreras en su sector oriental, que se inundan como consecuencia del flujo mareal en los máximos episodios considerados de un período de retorno de 50 años, en los que por tanto concurren los criterios establecidos en el artículo 3.1.a. de la Ley de Costas y del Reglamento General:

*“La zona marítimo-terrestre o espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcancen las olas en los mayores temporales conocidos, de acuerdo con los criterios técnicos que se establezcan reglamentariamente, o cuando lo supere, el de la línea de pleamar máxima viva equinoccial. Esta zona se extiende también por las márgenes de los ríos hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas.*

*Se consideran incluidas en esta zona las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, las partes de los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar”.*

Resulta asimismo aplicable lo establecido en el artículo 6.2 del Reglamento General de Costas, para aquellas zonas naturalmente inundables por su cota altimétrica, pero cuya inundación no se produce a día de hoy, al haber sido impedida por actuaciones antrópicas:





*“Los terrenos no comprendidos en el artículo 9 de este reglamento y en la disposición transitoria primera, apartado cinco, de la Ley 22/1988, de 28 de julio, naturalmente inundables, cuya inundación por efecto de las mareas haya sido impedida por medios artificiales, tales como muros, terraplenes, compuertas u otros sistemas semejantes, forman parte del dominio público marítimo-terrestre, conforme a lo establecido en los artículos 3.1 a) de la Ley 22/1988, de 28 de julio, y de este reglamento”.*

En consecuencia, el deslinde provisional del d.p.m.t. que se propone ha sido delimitado en virtud de los criterios definidos en el artículo 3.1.a de la Ley de 22/88 de 28 de julio de Costas parcialmente modificada por la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, y del Reglamento General de Costas, aprobado por R.D. 876/2014, de 10 de Octubre, así como a los establecidos en el artículo 6.2 del citado Reglamento.





## **6. FUENTES DE DATOS TÉCNICOS Y DOCUMENTALES. SOFTWARE EMPLEADO EN EL ESTUDIO**

Las fuentes para la elaboración del presente estudio geomorfológico que han proporcionado los datos, documentos y estudios técnicos, recopilados sobre la zona objeto de propuesta de deslinde, corresponden a las siguientes fuentes oficiales y organismos:

- Datos topográficos procedentes del levantamiento LIDAR de alta densidad del I.G.N. sobre el área de estudio
- Cartografía a escala 1/1.000 de la Dirección General de la Costa y el Mar (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) del sector occidental de la provincia de Huelva
- Series históricas de ortofotografías PNOA del I.G.N. del sector occidental de la provincia de Huelva
- Mapa Geológico de la serie Magna 50 del Instituto Geológico Minero de España (en adelante I.G.M.E.) de la Hoja de Ayamonte
- Memoria y datos técnicos del I.G.M.E. de la serie Magna 50, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía (Hoja de Ayamonte)
- Mapa, Memoria y datos técnicos del I.G.M.E. del Mapa Hidrogeológico de España, Hoja de Ayamonte-Huelva
- Informe y datos técnicos del IH de la Universidad de Cantabria correspondientes al software IOLE
- Ayuntamiento de Isla Cristina, “Plan de Protección Especial de las Marismas de Isla Cristina”
- Diputación de Huelva, Aguas y Regadíos en la Provincia de Huelva
- Comité español de la U.I.C.N. (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía “Anexo VI. Paraje Natural y LIC Marisma de Isla Cristina”
- Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía “Paisaje Pesquero de Isla Cristina”
- Documento temático del Portal WEB Huelva y la cultura onubense “la ría Carreras: nacimiento, trayecto y ciudades”





- X Reunión Nacional De Geomorfología, Trabajos de geomorfología en España 2006-2008, “El papel geomorfológico del hombre en la evolución histórica de las zonas costeras”

Así mismo, han sido utilizados programas informáticos de apoyo en las estimaciones de las simulaciones de inundación en el área de estudio, IOLE del IH de la Universidad de Cantabria, así como software topográfico y fotogramétrico para el tratamiento de imágenes históricas y datos topográficos LIDAR (Delta Geosystems, herramientas plataforma GIS), y simulación de superficies de inundación sobre MDT de alta densidad.





## **7. PLANO CARTOGRÁFICO Y ORTOFOTOGRAFÍA**

La poligonal del deslinde de d.p.m.t. provisional que se propone se ha representado en los siguientes planos y ortofotografías:

- PLANO CARTOGRÁFICO integrado por 1 hoja a escala 1:5.000 tamaño A-1
- ORTOFOTOGRAFÍA en color integrado por 1 hoja a escala 1:5.000 tamaño A-1.  
(Imagen de la Ortofotografía tomada en el año 2019).





Por todo lo expuesto, de acuerdo con lo establecido en el artículo 19.3 del Reglamento General de Costas, aprobado por R.D. 876/2014, de 10 de Octubre, este Servicio Provincial propone la poligonal provisional del deslinde y solicita, si así lo estima procedente, se autorice la incoación del correspondiente expediente de deslinde.

Febrero de 2021

LA EMPRESA CONSULTORA

EL JEFE DEL SERVICIO

INGENIERÍA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L.

Fdo. Gabriel J. Cuenca López