

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)



DES01/08/39/0003

Abril 2023

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Índice

1. Introducción.....	3
1.1. Localización.....	3
1.2. Antecedentes administrativos.....	4
1.3. Objetivo del estudio.....	4
1.4. Disposiciones aplicables de la Ley de Costas	4
2. Descripción y estudios realizados.....	7
2.2. Descripción geomorfológica.....	8
2.2.1. Geología.....	8
2.2.2. Geomorfolología	11
2.2.3. Origen y evolución de las dunas del Puntal de Laredo	15
2.3. Evolución histórica.....	21
2.4. Inundación y ascenso del nivel del mar.....	33
2.4.1. Zonas inundables de origen marino	34
2.4.2. Peligrosidad por inundación marina.....	36
2.4.3. Ascenso del nivel medio del mar por el cambio climático	38
2.5. Análisis de los estudios previos.....	44
2.5.1. Estudio morfogenético del expediente.....	45
2.5.2. Estudio Morfodinámico del IH Cantabria.....	51
2.5.3. Estudio técnico de Tragsatec (2016)	55
3. Propuesta y justificación del DPM-T	59
4. Conclusiones	66
5. Bibliografía	69

Anejos:

- 1- Mapa de Unidades Geomorfológicas
- 2- Ortofotos históricas
- 3- Estudio Morfogenético del expediente
- 4- Estudio Morfodinámico del IH Cantabria
- 5- Estudio técnico de Tragsatec (2016)
- 6- Propuesta de DPM-T

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

1. Introducción

1.1. Localización

La zona de estudio se localiza en la playa del Regatón de la localidad de Laredo, en la orilla occidental de la barra arenosa de Laredo, que se sitúa en el estuario del río Asón, en su desembocadura en la bahía de Santoña, situada en el litoral oriental de la Comunidad Autónoma de Cantabria, dentro del término municipal de Laredo.

Se trata de la barra arenosa de cierre del estuario del río Asón, en cuya orilla interior estuarina se sitúa la playa del Regatón, y en cuya orilla exterior abierta al mar, la playa de La Salvé o de Laredo, que se unen por el norte en la zona denominada del Puntal. En la parte trasera de ambas playas se desarrolla un campo o zona dunar, que se encuentra cubierto en gran parte por vegetación, y degradado antrópicamente, como consecuencia de la elevada presión urbanística y turística del entorno.

El conjunto estuarino del río Asón, que en su parte final se llama también ría de Limpias y ría de Treto, presenta su desembocadura en la parte oriental del estuario, entre el Puntal de Laredo al sur, y la localidad de Santoña al norte, manteniéndose cerrado por el tómbolo de la playa de Berria situado en la parte norte del estuario, lo que ha permitido el desarrollo de una zona de marismas y humedales, al abrigo de las barras arenosas que protegen el estuario.

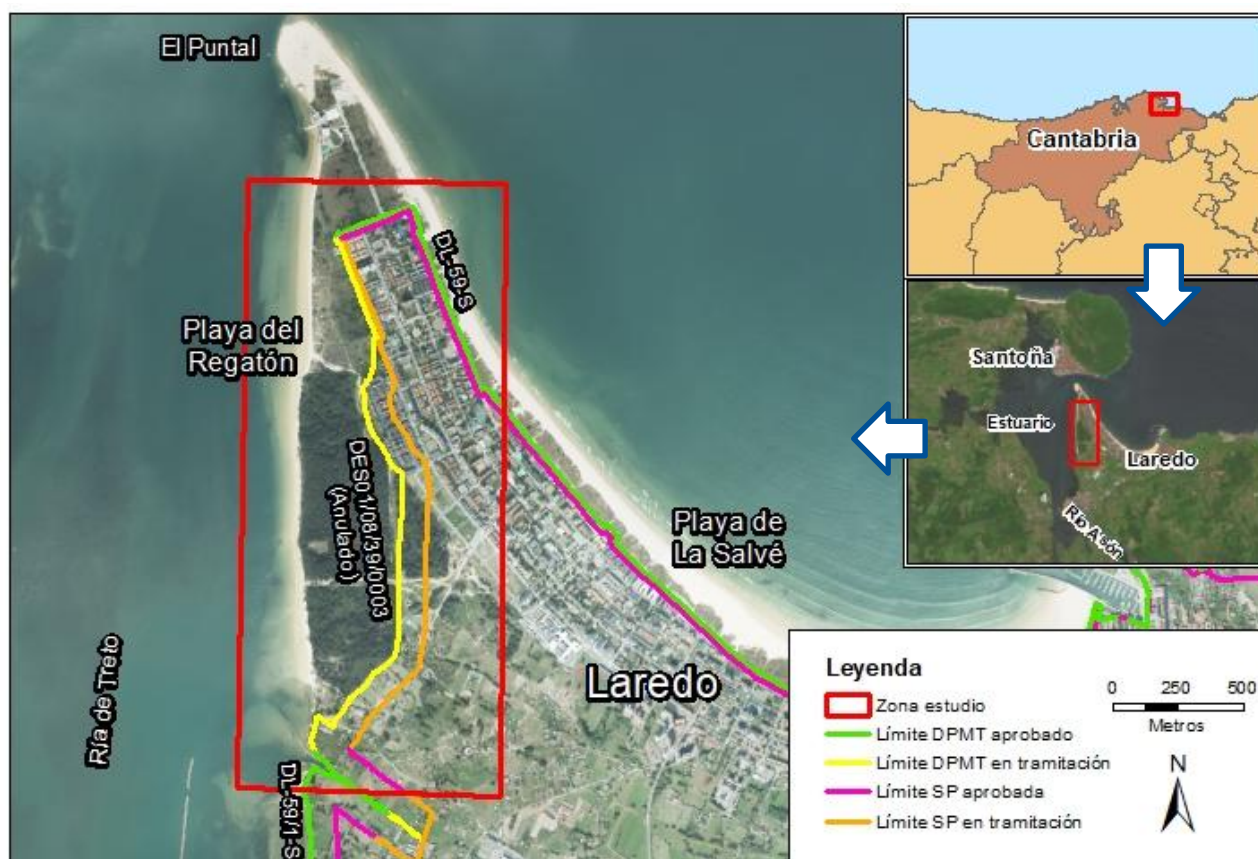


Figura 1. Localización de la zona de estudio, sobre la ortofoto de 2020.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

En concreto el estudio se refiere al tramo de la playa del Regatón que comprende el deslinde anulado, con referencia DES01/08/39/0003, en la zona situada al oeste de la localidad de Laredo entre los deslindes probados con referencia DL-59-S y DL-59/1-S, en la orilla interior de la ría o del estuario.

1.2. Antecedentes administrativos

Mediante Orden Ministerial de 8 de febrero de 2011 fue aprobado el deslinde de los bienes de dominio público marítimo-terrestre del tramo de costa de unos 2.297 m correspondientes a la zona comprendida entre el puntal de Laredo y el arroyo Regatón en el término municipal de Laredo (Cantabria).

Este deslinde establecido en el expediente de referencia DES01/08/39/0003 fue anulado por caducidad mediante Orden Ministerial de 30 de diciembre de 2013, en cumplimiento de la sentencia firme de la Audiencia Nacional de 10 de junio de 2013, que estimó el recurso contencioso administrativo 278/2011.

Dentro de los trabajos de revisión de deslindes de la Subdirección General de Dominio Público Marítimo-Terrestre, se está llevando a cabo el estudio y análisis de este tramo de costa de la comunidad de Cantabria, situado en la playa del Regatón de la localidad de Laredo, que se encuentra en la orilla occidental de la barra arenosa de cierre del estuario del río Asón, perteneciente al término municipal de Laredo.

1.3. Objetivo del estudio

El objetivo principal de este estudio consiste en analizar las características de los terrenos donde se localiza la zona de estudio de la playa del Regatón, situada en la orilla occidental de la barra arenosa de Laredo orientada hacia la ría o el estuario, al oeste de la localidad de Laredo, perteneciente a ese mismo término municipal de la comunidad de Cantabria, para la delimitación y justificación del dominio público marítimo-terrestre en esta zona de la costa.

Las consideraciones expuestas a lo largo de este estudio tienen un carácter estrictamente técnico y su resolución es competencia de la Administración.

1.4. Disposiciones aplicables de la Ley de Costas

En relación con la legislación de Costas, como disposiciones aplicables para la determinación de los bienes a deslindar se encuentran las siguientes:

- 1.- Ley 22/1988 de 28 de julio de Costas (BOE 29/07/1988), en adelante LC.
- 2.- Reglamento General de Costas, aprobado por Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, (BOE 11/10/2014), y modificado por Real Decreto 668/2022, de 1 de agosto, (BOE 02/08/2020), en adelante RG.

En virtud del artículo 3.1.a) de la Ley 22/1988, de 28 de julio, **son bienes de dominio público marítimo-terrestre**

“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,”

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Y según el artículo 3.1.b) de esta misma Ley también, **son bienes de dominio público marítimo-terrestre**

“Las playas o zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, estas últimas se incluirán hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa”.

En el artículo 3.4 de la misma Ley se definen los siguientes términos como

“Albufera: cuerpos de aguas costeras que quedan físicamente separados del océano, en mayor o menor extensión por una franja de tierra.

Berma: parte casi horizontal de la playa, interior al escarpe o talud de fuerte pendiente causada por el oleaje.

Dunas: depósitos sedimentarios, constituidos por montículos de arena tengan o no vegetación que se alimenten de la arena transportada por la acción del mar, del viento marino o por otras causas.

Escarpe: escalón vertical en la playa formado por la erosión de la berma.

Estero: caños en una marisma.

Marisma: terreno muy llano y bajo que se inunda periódicamente como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas o de la filtración del agua del mar.

Marjal: terreno bajo cubierto por un manto de agua que da soporte a abundante vegetación”.

Además, el artículo 4. del Reglamento General de Costas establece que

“a) Para fijar el límite hasta donde alcanzan las olas en los mayores temporales conocidos, se considerarán las variaciones del nivel del mar debidas a las mareas y el oleaje desde que existan registros de boyas, satélites, o datos oceanográficos o meteorológicos. Para calcular el alcance de un temporal se utilizarán las máximas olas registradas o calculadas con esos datos.

b) Las variaciones del nivel del mar debidas a las mareas incluirán los efectos de las astronómicas y de las meteorológicas. No se tendrán en cuenta las ondas de mayor periodo de origen sísmico o de resonancia cuya presentación no se produzca de forma secuencial.

c) Se incluirán en la delimitación de la playa todas las dunas que estén en desarrollo, desplazamiento o evolución debido a la acción del mar o del viento marino. Asimismo, se incluirán, hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa, las dunas fijadas por vegetación que no estén en desarrollo, desplazamiento o evolución. Se entiende que no son necesarias para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa las dunas que han quedado aisladas tierra adentro o colgadas sobre una costa rocosa, sin vinculación actual ni futura con

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

la playa, teniendo en cuenta la evolución de la línea de costa y los efectos del cambio climático.”

Los nuevos criterios recogidos en la Ley 22/1988, de 28 de julio y en su Reglamento General establecen la inclusión de todos los tipos de dunas hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa y, por tanto, son constitutivas de DPM-T.

Dicho Reglamento General considera incluidas todas las dunas que estén en desarrollo, desplazamiento o evolución debido a la acción del mar o viento marino, y las dunas fijadas por vegetación hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa. En cambio, considera que no son necesarias para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa las dunas que han quedado aisladas tierra adentro o colgadas sobre una costa rocosa, sin vinculación actual ni futura con la playa, teniendo en cuenta la evolución de la línea de costa y los efectos del cambio climático.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

2. Descripción y estudios realizados

La zona de estudio de la playa del Regatón, se enmarca dentro del litoral de la Comunidad Autónoma de Cantabria, en la parte interior del estuario del río Asón en su desembocadura en el mar Cantábrico, en la bahía de Santoña, y se sitúa al oeste de la localidad de Laredo en la orilla de la ría, dentro del término municipal de Laredo.

La bahía de Santoña se encuentra en la parte oriental de Cantabria, donde desemboca el río Asón formando un amplio estuario, que alcanza en su parte más interna hasta la localidad de Limpias. El estuario tiene una orientación general N-S, que cambia a orientación E en su salida al mar, con una desembocadura limitada al norte por la localidad de Santoña, y al sur por el Puntal de Laredo.

Se trata de una zona con una alta densidad de población, en la que se concentran varios núcleos urbanos como Santoña, Laredo, Colindres o Limpias, con puertos de gran importancia turística y pesquera en los alrededores del estuario.

El estuario está limitado al norte por el tómbolo de Santoña que se cierra por la playa y dunas de Berria, y al este por la gran barra arenosa denominada playa del Regatón en su parte occidental y playa de Salvé o de Laredo en su parte oriental, dentro de la cual se ha desarrollado un importante sistema dunar eólico, que actualmente se encuentra en avanzado estado de antropización.

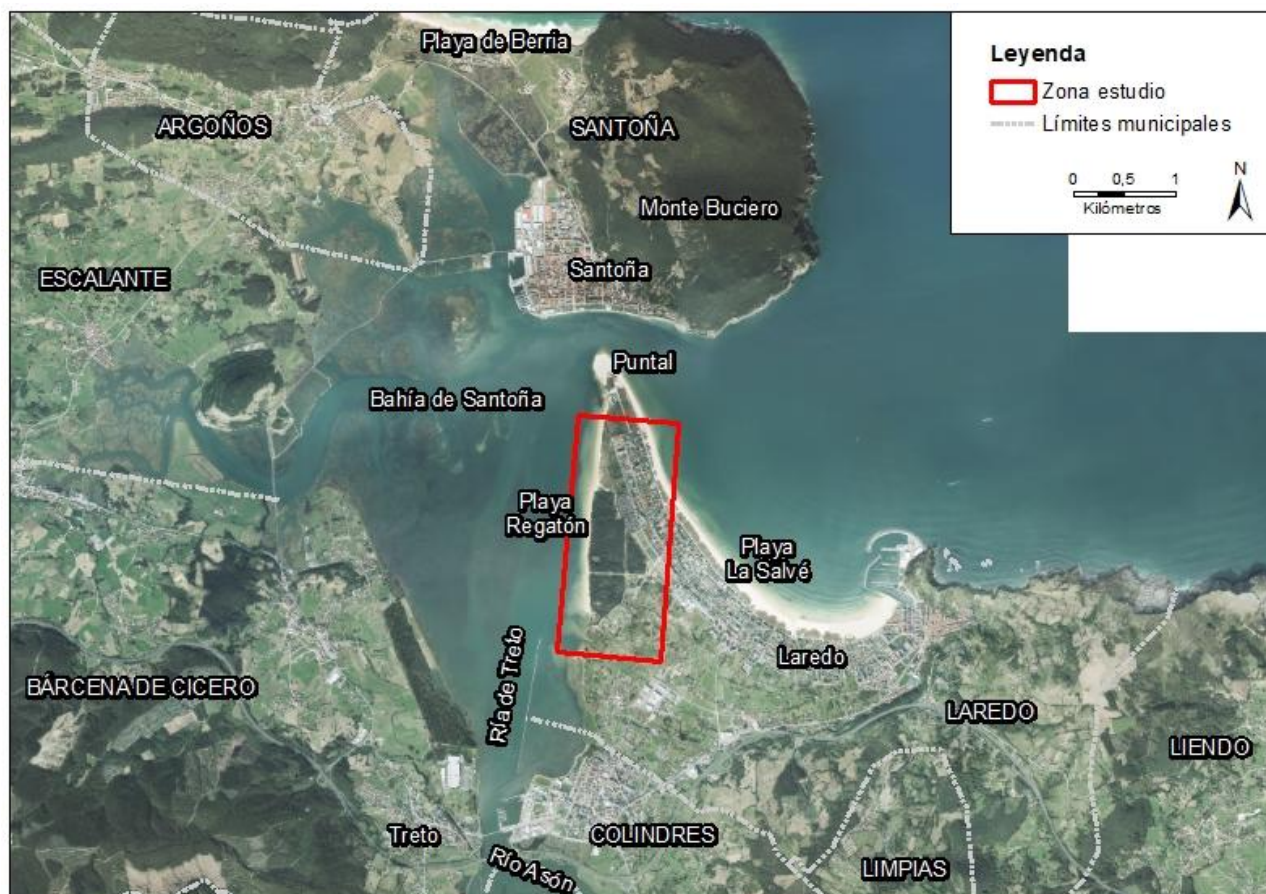


Figura 2. Situación de la zona de estudio en el estuario del río Asón, sobre la ortofoto de 2020.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

El estuario del río Asón es conocido localmente también por otras denominaciones, como la ría de Limpias a su tramo entre dicha localidad y el puente de Treto, o ría de Treto entre dicho puente y la desembocadura del estuario. También en las proximidades de la desembocadura se les denominan rías a los canales menores de Hano, Argoños y Boó.

Dentro del estuario, al abrigo del mar exterior gracias a las barras arenosas, se desarrollan áreas de marismas y humedales, lo que ha originado que la zona se haya incluido dentro de diversas figuras de protección ambiental, como los humedales Ramsar, en la Red Natura 2000 como Zona Especial de Conservación (ZEC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), y como Parque Natural de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel a nivel de competencias vinculadas a la Conservación de la Naturaleza de Cantabria.

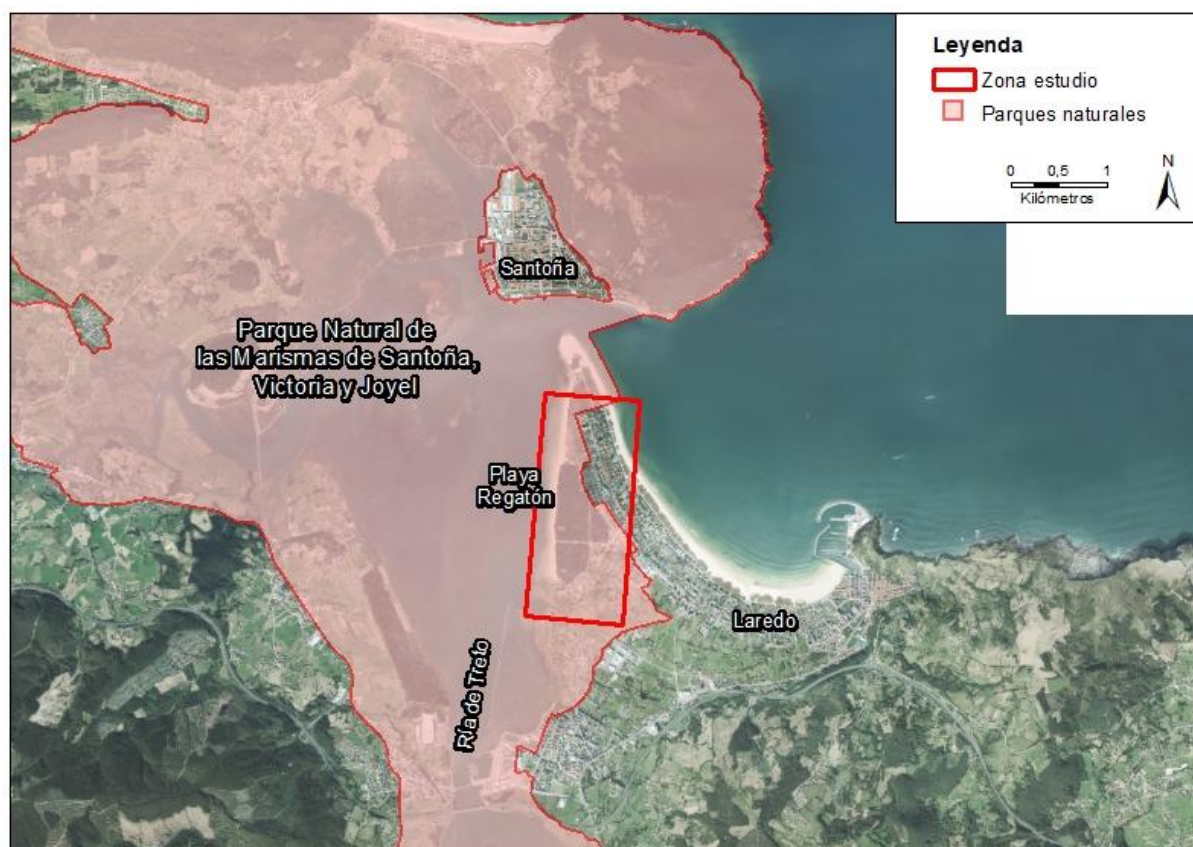


Figura 3. Situación de la zona de estudio y del Parque Natural de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel.

2.2. Descripción geomorfológica

Para comprender mejor la geomorfología de la zona, primero realizaremos una breve descripción de la geología de los alrededores, determinando posteriormente las unidades geomorfológicas identificadas, y también analizaremos finalmente el origen y la evolución de la flecha arenosa del Puntal de Laredo.

2.2.1. Geología

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio se enmarca dentro del dominio de la Cuenca Cantábrica, en la costa norte de la península Ibérica. La Cordillera Cantábrica, que constituye la prolongación

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

de los Pirineos hacia el oeste, se sitúa paralela al litoral norte de la península, y se encuentra formada por diversas sierras de dirección E-O, y valles perpendiculares de dirección S-N, en la zona correspondiente al territorio de Cantabria.

Uno de estos valles recorrido por el río Asón, desemboca en la bahía de Santoña, formando un estuario donde se localiza en concreto la zona de estudio. En los alrededores del estuario destacan los afloramientos de materiales triásicos, jurásicos, cretácicos y cuaternarios.

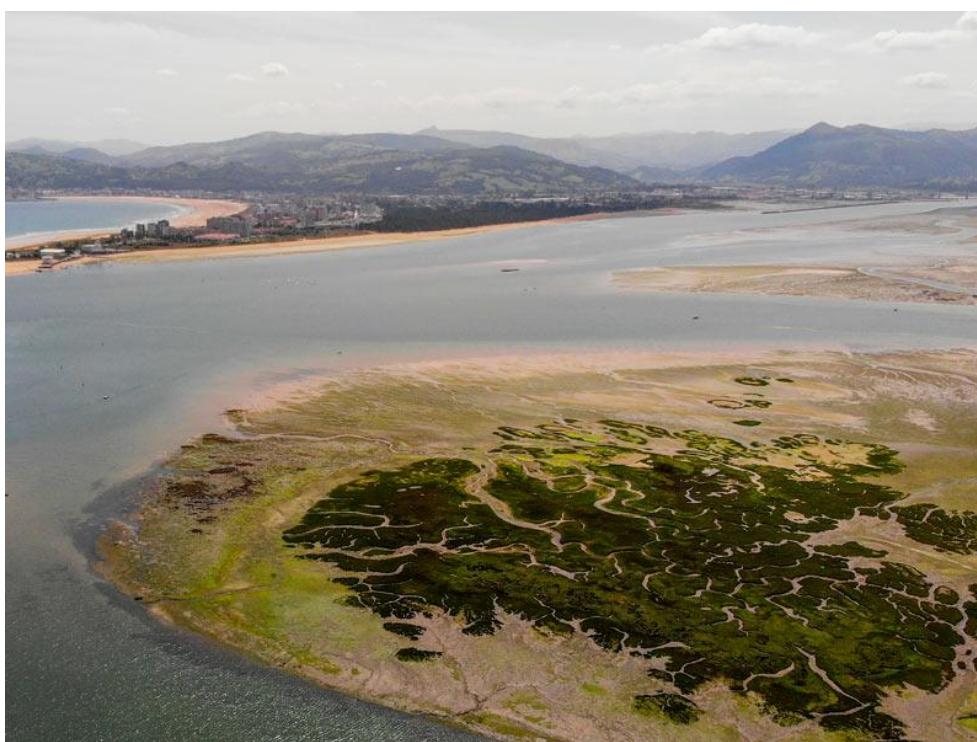


Figura 4. Estuario del río Asón y Marismas de Santoña, al fondo la playa del Regatón y la barra arenosa de Laredo, imagen extraída de la web del Parque Natural de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel.

El Triásico está representado por el Keuper con arcillas abigarradas y materiales de origen volcánico (ofitas), el contraste en resistencia a la erosión entre ambos materiales produce, en el caso de las arcillas la formación de prácticamente todo el fondo del asentamiento del estuario, y en el caso de las ofitas la formación de salientes o relieves importantes, según el trabajo de Martínez Cedrún (1984).

Las margas, calizas y dolomías jurásicas afloran en pequeños afloramientos poco extensos y muy localizados.

Los materiales cretácicos cubren la mayor parte la zona, entre los que destacan las calizas que delimitan la entrada al estuario, desarrollando fuertes acantilados.

El Cuaternario está representado por materiales aluviales, depósitos de marisma y depósitos arenosos de playa y dunas.

Además del control litológico, según este mismo autor, la formación y posterior desarrollo del estuario está íntimamente relacionado con las estructuras (disposición estructural, pliegues y fallas), y los ascensos y descensos del nivel del mar.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Así la falla Ampuero-Escalante atraviesa el estuario en toda su longitud con dirección NNO-SSE, condicionando las diferencias en los depósitos del Cretácico inferior a ambos lados de la falla. Además existe un conjunto de fallas relacionadas con la principal, que en algunos casos sirven de base para la instalación de canales mareales.

Los pliegues son en general bastante laxos situándose sus ejes con una dirección NE-SO en el margen occidental de la falla principal, mientras que en el margen oriental toman una dirección paralela a la playa.

En concreto el área donde se encuadra la zona de estudio, se ha representado en el mapa geológico de la figura, y a continuación se realiza la descripción de las formaciones cuaternarias sedimentarias identificadas en los alrededores de la zona de estudio, según el Mapa Geológico Digital de Cantabria 1:25.000 elaborado por el Gobierno de Cantabria y el IGME:



Figura 5. Mapa geológico de la zona. Mapa Geológico Digital de Cantabria 1:25.000, IGME – Gobierno de Cantabria.

- **Llanuras supramareales** (unidad 19, en el mapa geológico de la figura). Formado por depósitos de arcillas, limos y arenas algo levantados sobre el nivel del mar ocupando una extensa área llana en la zona interior de la bahía, de edad Pleistoceno superior.
- **Coluviones** (unidad 22, en el mapa geológico de la figura). Se trata de depósitos detríticos formados principalmente por sedimentos de arcillas, limos, arenas y gravas de origen fluvial y gravitacional localizados al pie de relieves importantes, y de edad Pleistoceno superior – Holoceno.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

- **Dunas** (unidad 24, en el mapa geológico de la figura). Se trata de depósitos formados por arenas y limos de origen eólico por la acción de los vientos, que pueden estar cubiertos de vegetación, situados en la parte interior de las playas, y de edad Pleistoceno superior – Holoceno.
- **Playas** (unidad 26, en el mapa geológico de la figura). Formada por sedimentos de arenas o gravas sueltas, transportados por la acción fluvial hasta el estuario, que posteriormente han sido modificados por la dinámica marina y litoral del oleaje y las corrientes, de edad Holoceno.
- **Marismas** (unidad 27, en el mapa geológico de la figura). Se trata de depósitos que ocupan extensas zonas pantanosas o marismas salobres, cuya sedimentación son en general arcillas, limos, arenas y fangos depositados en ambientes tranquilos dentro del estuario, y de edad Holoceno.
- **Llanura de marea** (unidad 28, en el mapa geológico de la figura). Se trata de depósitos formados principalmente por sedimentos de arenas y gravas de origen marino litoral fundamentalmente, afectados por la dinámica mareal, y de edad Holoceno.
- **Áreas antropizadas** (unidad 29, en el mapa geológico). Se trata de las áreas urbanizadas y artificiales, que no están formados por sedimentación natural, de edad Holoceno.

2.2.2. Geomorfología

Una vez conocidos los aspectos geológicos más importantes de la zona, como el origen y la formación de las distintas unidades, realizaremos la descripción geomorfológica de esta parte del litoral de la región cántabra.

Para el autor Martínez Cedrún (1984), en el estuario del río Asón se pueden distinguir tres zonas caracterizadas por su morfología, dinámica y naturaleza de los sedimentos.

- Zona occidental, está delimitada al sur por el puente de Treto, y comprende los canales de Argoños, Escalante y Boó. Es la zona de la ría donde las marismas están más desarrolladas, y el sedimento típico de esta parte es el fango, que se encuentra surcado por canales sinuosos de marea de poca extensión que drenan a los canales principales, en los que se acumulan arenas y gravas en su cauce al estar controlados por los flujos de entrada y salida del agua.
La vegetación tiene considerable importancia morfológica, puesto que existe cierta jerarquización de la vegetación desde las zonas de canales a las más altas. En la zona supramareal donde la marea prácticamente nunca llega y el agua es de infiltración adquiere relevancia la presencia de *Juncus* y en menor proporción *Spartina*, *Salicornia* y *Zostera*, que son más abundantes en áreas más frecuentemente invadidas por la marea estableciéndose en matas sobre el fango blando. Existen también abundantes organismos que viven en el sedimento de tipo filtradores o comedores de sedimento.
- Zona oriental, comprende desde Laredo a Colindres y es donde se localizaría la zona de estudio de la playa del Regatón. En esta parte el fango prácticamente desaparece y la arena se convierte en el principal componente sedimentario. La morfología, al igual que la vegetación y los organismos, cambia completamente, construyéndose una barra arenosa que cierra el estuario, debido principalmente a la aportación de materiales por el río Asón y la deriva litoral que aprovecha estos materiales para la formación de la barra arenosa.
En la parte trasera de las playas que forman la barra, se desarrolla un ambiente dunar gracias al aporte arenoso asegurado por la gran extensión de las playas y a los vientos existentes.
La playa del Regatón situada en la parte de la ría interior de la barra arenosa, sigue una orientación N-S, tiene una extensión de unos 3 km, una pendiente suave y predomina el sedimento arenoso en la zona intermareal superior, cambiando en algunos casos a fango en la parte intermareal más baja.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

En la parte norte de la barra arenosa se localiza la playa del Puntal, que sirve de unión con playa de Salvé o de Laredo, que se sitúa en el lado exterior de la barra arenosa, con una extensión de unos 5 km y típica forma de concha en espiral como resultado de la refracción que sufre el oleaje al acercarse a la costa.

- Zona interna, está enmarcada entre el puente de Treto y Limpias y predomina el sedimento fangoso, aunque en su parte más interna la ría pasa a canales fluviales típicos, cambiando el sedimento a arenas y gravas.

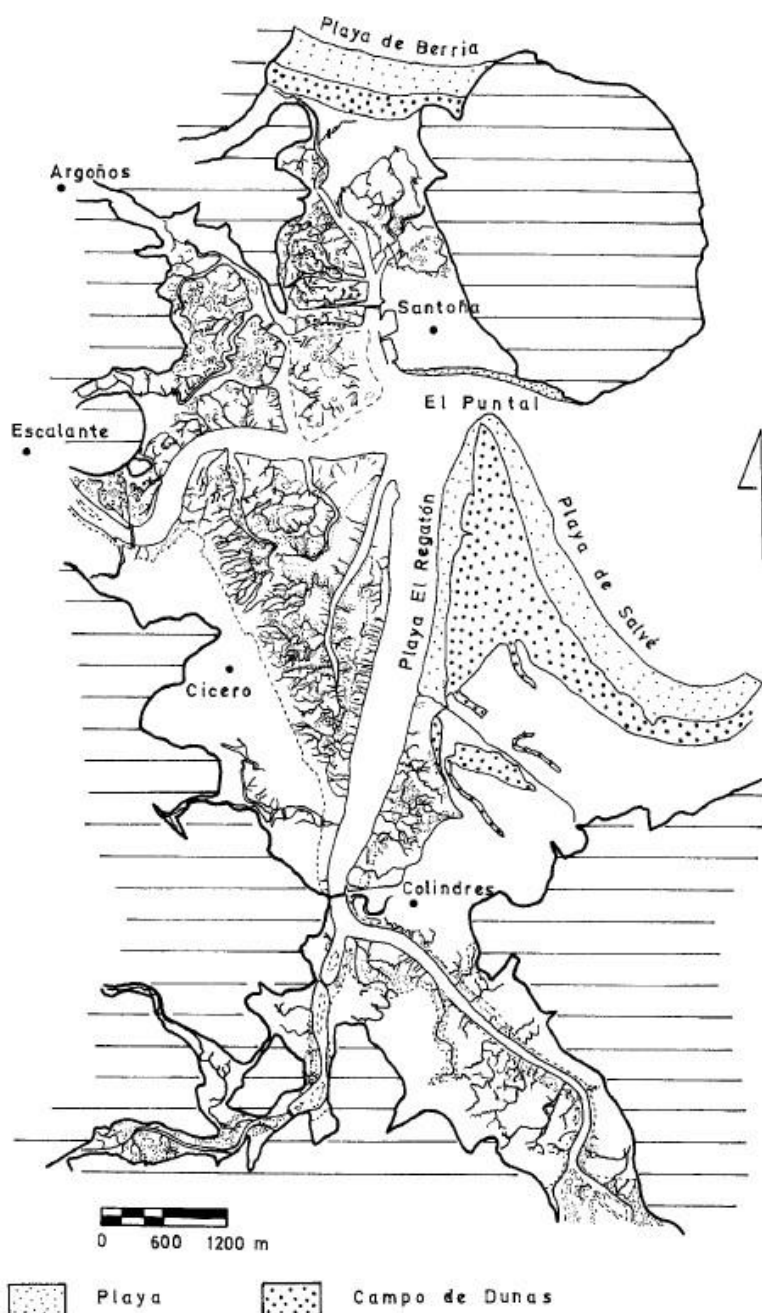


Figura 6. Figura extraída de Martínez Cedrún (1984), con las áreas morfológicas del estuario, se identifican las áreas de marismas y las playas de Regatón y Salvé que cierran el conjunto estuarino junto con la de Berria,

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Centrándonos en la zona de estudio de la playa del Regatón, se ha consultado el mapa Geomorfológico Digital de Cantabria a escala 1:25.000 elaborado por el IGME y el Gobierno de Cantabria, que se encuentra disponible en el visualizador de información geográfica del Gobierno de Cantabria, y se representa a continuación en la siguiente figura.

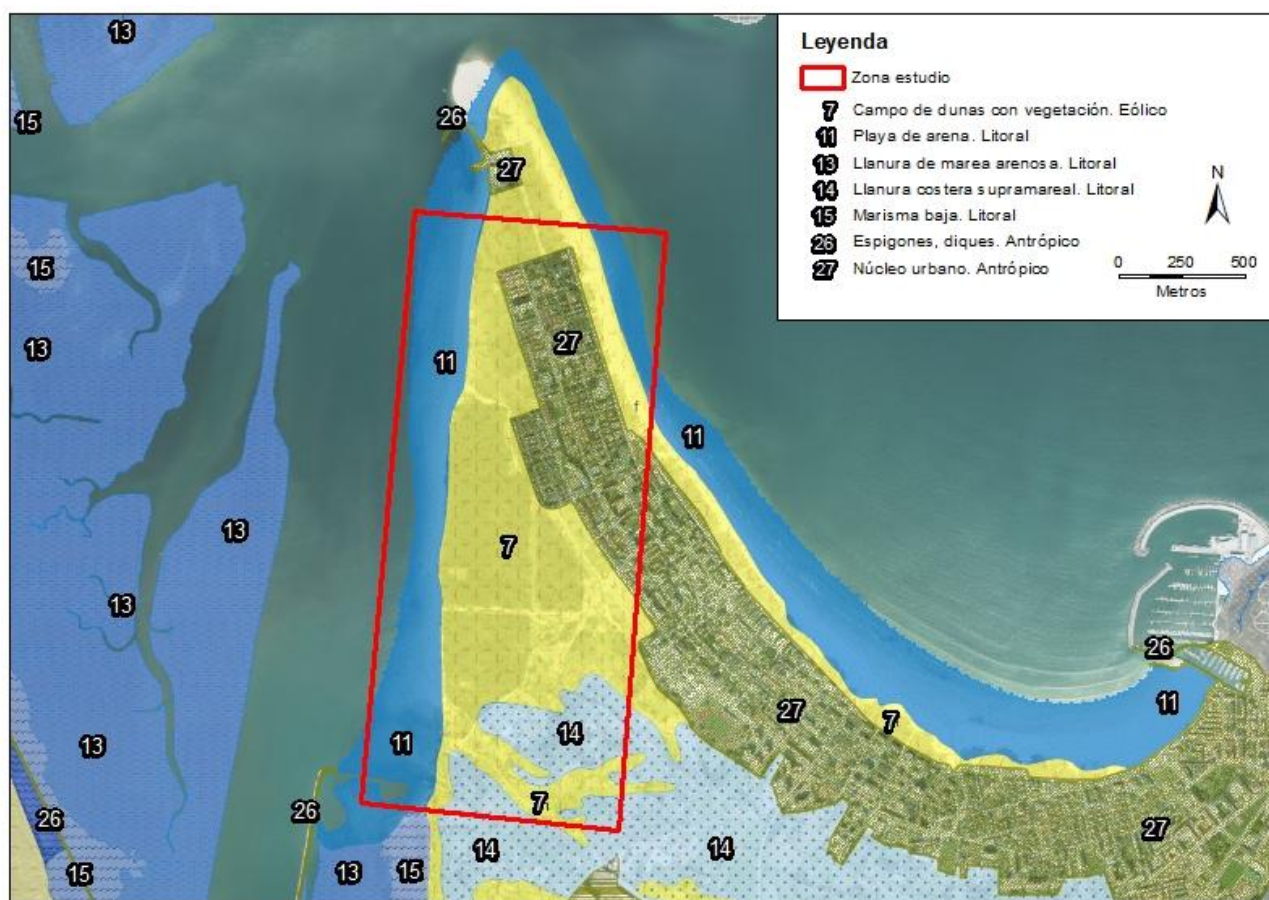


Figura 7. Mapa Geomorfológico Digital de Cantabria 1:25.000, IGME – Gobierno de Cantabria.

Tomando como base este mapa Geomorfológico Digital de Cantabria, y después de consultar y analizar la bibliografía y las ortofotos históricas existentes, junto con los estudios previos realizados, se han definido e identificado para la zona concreta de estudio una serie de unidades geomorfológicas, que a continuación se describen y que se han representado gráficamente en la figura 8 y en el anejo 1 de este estudio.

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de estudio se enmarca principalmente en dos sistemas de modelado naturales, en el Litoral y en el Eólico. Habría que añadir también como tercer sistema el Antrópico, que incluiría las áreas transformadas artificialmente que han perdido sus características naturales originales.

En el **modelado Litoral**, que se origina por procesos relacionados con la dinámica costera, que son principalmente, el oleaje, la dinámica mareal y las corrientes, se han considerado las siguientes formas o unidades geomorfológicas fundamentalmente de tipo deposicional:

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

- **Playa:** en esta unidad se han incluido los terrenos arenosos que constituyen la barra de Laredo, procedentes en origen de los sedimentos fluviales de transportados por el río Asón, que posteriormente han sido retrabajados y depositados por la dinámica litoral para dar lugar a la barra arenosa actual formada por sedimentos arenosos.
En la zona de estudio se encontraría la playa estuarina del Regatón, y en la otra orilla este de la barra la playa expuesta del Salvé o de Laredo, que se unen por el norte en la zona del Puntal.
- **Marismas:** en esta unidad se han incluido los terrenos de la zona inundada del interior del estuario al abrigo del mar abierto y del oleaje gracias a las estructuras protectoras arenosas de la barra de Laredo y la playa de Berria. Está constituida principalmente por sedimentos finos de arcillas y limos ricos en materia orgánica, sobre los que se desarrolla abundante vegetación.
Al encontrarse en la parte interior del estuario, está influenciada principalmente por los procesos mareales, que distribuyen las aguas por toda la zona gracias a los canales de marisma. Formarían parte de las denominadas marismas de Santoña, Victoria y Joyel.

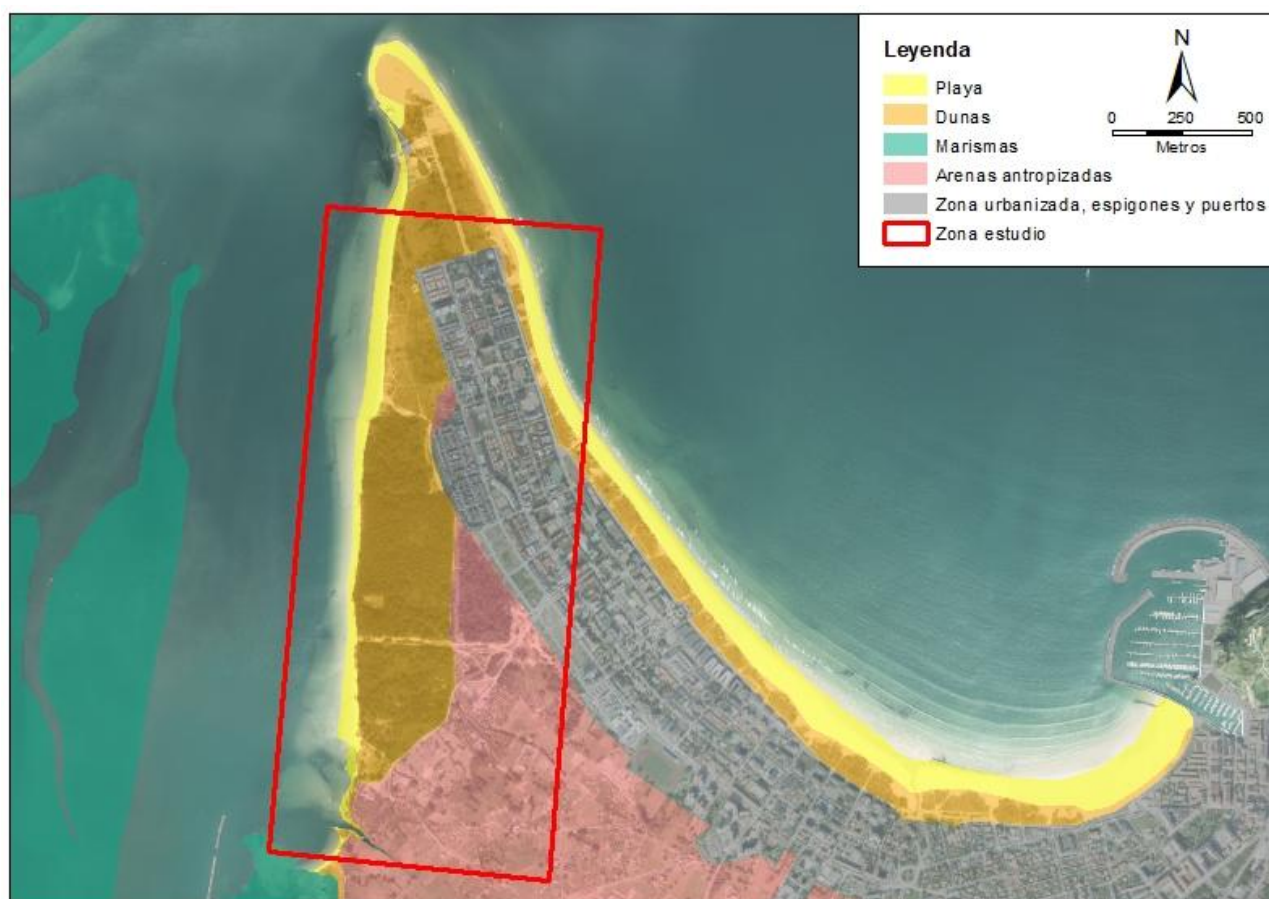


Figura 8. Unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio sobre la ortofoto de 2020.

En el **modelado Eólico**, que se origina por procesos producidos por los vientos dominantes, mediante erosión, transporte y depósito eólicos, se ha considerado la siguiente forma o unidad geomorfológica, en este caso también de tipo depósito:

- **Dunas:** Se trata de los sedimentos arenosos movilizadas por la acción de los vientos, que se acumulan formando montículos en la parte trasera de las playas, generalmente se encuentran cubiertas por vegetación.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Se localizan en la parte trasera de la playa de Salvé, en la zona del Puntal, y en la parte trasera de la playa del Regatón, en este caso cubiertas parcialmente por una plantación de eucaliptos antigua.

En cuanto al **modelado Antrópico**, que se encuentra remodelado de forma artificial por la acción del hombre, se han considerado las siguientes formas o unidades dentro de la zona de estudio:

- **Arenas antropizadas:** En esta unidad se han incluido los terrenos arenosos que forman parte de la barra de Laredo, sobre los que se han desarrollado fincas con campos de cultivo o se han instalado infraestructuras como los campings de Laredo y Playa del Regatón, y ya no poseen características naturales de dunas.
- **Zona urbanizada, espigones y puertos:** En esta unidad se incluye la zona urbanizada de Laredo, junto con la zona del Club Náutico del Puntal y el Puerto de Laredo.

2.2.3. Origen y evolución de las dunas del Puntal de Laredo

El campo dunar de la barra arenosa del Puntal de Laredo, constituye uno de los más grandes del Cantábrico, y ha sido estudiado por diversos autores desde el punto de vista sedimentológico y geomorfológico.



Figura 9. Barra arenosa del Puntal de Laredo, a la derecha playa del Regatón y a la izquierda playa de La Salvé, imagen extraída de Google.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Entre los trabajos más significativos, se encuentra el de Flor *et al* (2004), que realizan una descripción del campo dunar, y analizan su evolución.

Según dichos autores el campo dunar de El Puntal se ha construido sobre una extensa barrera arenosa con crecimiento de sur a norte, que forma parte del complejo de desembocadura y de la bahía arenosa del estuario mesomareal del Asón, en cuya amplia culminación se construyeron los recubrimientos eólicos.

Las dunas se formaron a expensas de la playa expuesta (La Salvé o Laredo), la principal área fuente, y de la playa estuarina (El Regatón), cuyo ápice se denomina El Puntal, con la consiguiente diferencia en la actuación de los componentes dominantes de vientos incidentes: NE para el primer campo y NO para el segundo.

Las formas dunares más representativas en este conjunto lo constituyen cordones dunares, como tipologías más ampliamente representadas, dunas longitudinales ahora en fase de erosión natural, dunas lingüiformes, muy importantes y en fase de desarrollo en las últimas décadas, y casquetes de deflación (blowouts), totalmente inactivados por la colonización vegetal y mejor representados en el área de El Puntal.

Según los autores, el campo dunar generado como parte de la barrera arenosa del estuario, ha desarrollado una geometría subplana o tabular con tipologías dunares superpuestas. Sus dimensiones no son de gran entidad ni demasiado contrastadas, debido a la relativamente alta velocidad de progradación de los sistemas de playas/dunas hasta su estabilización, en relación con el relleno transgresivo del estuario y su estabilización desde el evento de máximo nivel relativo del mar durante la transgresión flandriense, y también por la posterior intervención humana. Solamente son identificables geometrías dunares características en las bandas más cercanas a las playas.

A ambos lados de la barrera, se formaron cordones dunares, en la parte norte de La Salvé y área de El Puntal predominaban las dunas longitudinales, con crestas sinuosas en dirección ENE-OSO y NE-SO, generadas por vientos del NE. También se formaron numerosas depresiones de erosión ("blowouts") con rebordes muy agudos, preferentemente en el costado occidental de El Puntal.

En la actualidad, las geometrías de estas dunas son bien distintas, debido a la ocupación antrópica que ha desnaturalizado de forma irreversible el paisaje dunar, fundamentalmente las situadas en la franja próxima a las playas expuesta (La Salvé) y estuarina (El Regatón). No obstante, en determinados segmentos aún se pueden identificar las formas originales, como ocurre con los cordones dunares y algunas cubetas de erosión o sobreexcavación eólica. En la zona de El Regatón se han consignado las áreas donde se detecta un mayor volumen sedimentario.

La vegetación dunar, según estos autores, ha quedado relegada a la ocupación para cultivo de eucaliptos en buena parte de la mitad occidental, mientras que la asociación todavía natural en el interior del campo está definida por *Smilax-Rubus-Galium*. Las franjas más activas de colonización, donde tiene lugar una sedimentación funcional, están dominadas por *Ammophila arenaria*, protegiendo a *Cakile marítima* y *Euphorbia paralias*, mientras que a sotavento lo hace *Linaria supina* con predominio de *Ononis repens*. La parte interna está claramente dominada por *Ononis repens*.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

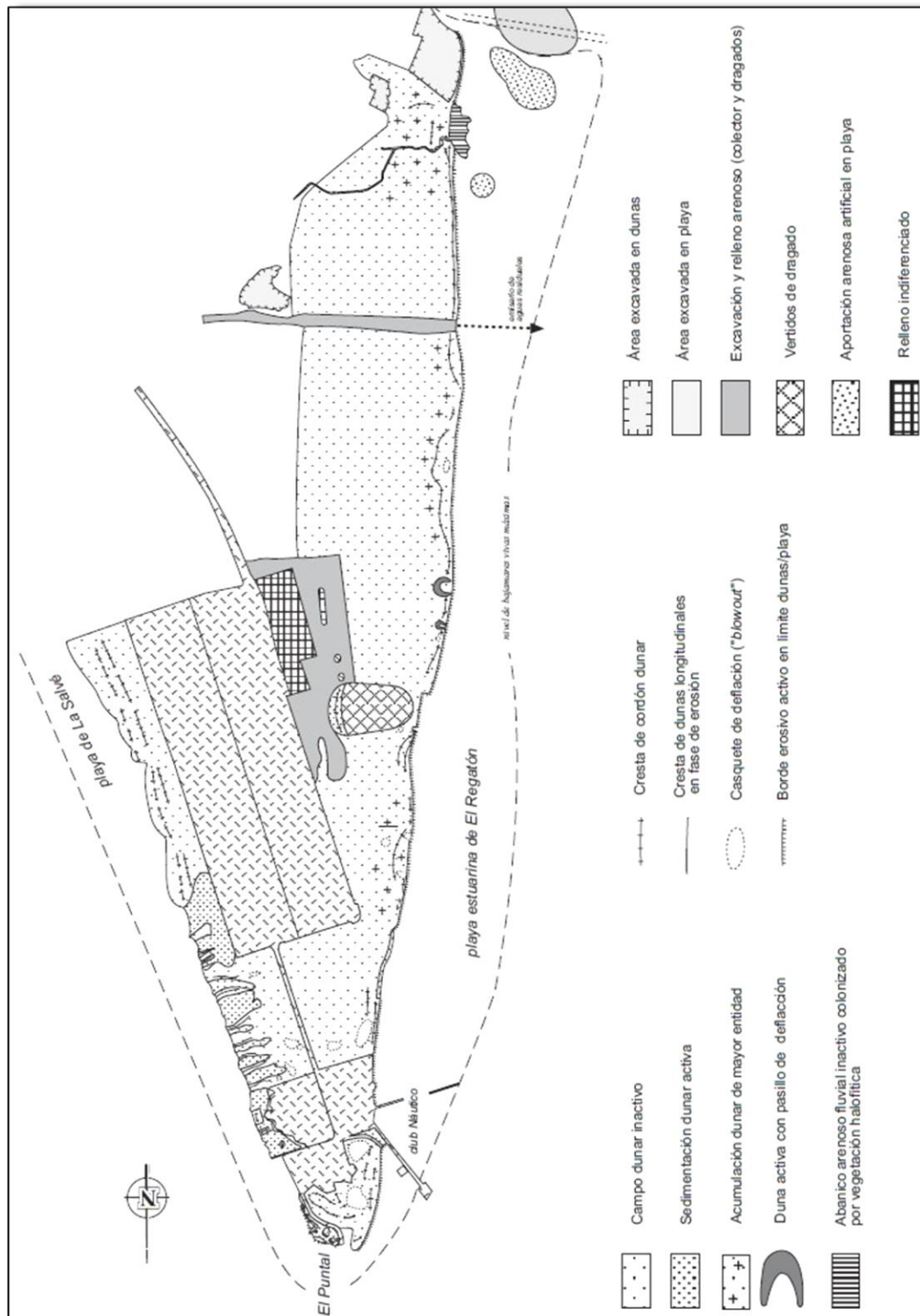


Figura 10. Figura de Flor et al 2004, cartografía geomorfológica del campo dunar de la flecha arenosa del Puntal de Laredo.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

En cuanto a la evolución, la ocupación urbana ha sido el proceso antrópico que ha tenido una incidencia irreversible en el campo dunar, lo que ha contribuido a la pérdida de numerosas morfologías dunares, solamente conservadas en la franja limitante con la playa. Las sendas constituyen otra causa de erosión, con la activación de pasillos (rampas) con sedimentación a sotavento, inducidos por el pisoteo humano y caballar.

La particularidad de la evolución de este campo, reside además en el retroceso del límite playa/duna a ambos lados de la flecha arenosa, pero atendiendo a dos modelos bien distintos. En las dunas de El Regatón, la erosión se produce de acuerdo con un retroceso simple, que se ha evaluado en una tasa media de 6-7 m en los últimos 50 años. Se generan taludes subverticales sin que tenga lugar ningún tipo de nueva sedimentación eólica, salvo de manera muy puntual en áreas donde se produce un pisoteo con la formación de dunas arqueadas con la convexidad hacia el exterior conectadas a un pasillo rectilíneo perpendicular a la playa.



Figura 11. Figura de Flor *et al* 2004, en la que se representan los procesos actuales en los sistemas de playas expuesta (La Salvé) y playa estuarina (El Regatón), separados por el Puntal, con erosión con sedimentación en la primera, y erosión con retroceso en la segunda, también se representan algunos de los tipos dunares que se encuentran en formación, imagen del 2002.

En el costado oriental de El Puntal, una vez superada la culminación de la barrera se produce este mismo proceso de retroceso pero con la creación de dunas activas, tanto en pasillos como por encima de montículos vegetados.

En la zona oriental de El Puntal y la continuación hacia La Salvé, donde se desarrollaban dunas longitudinales, éstas quedan sometidas a una intensa erosión de sus costados y a la sedimentación activa de

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

dunas lingüiformes sobre los pasillos comprendidos entre las crestas. La anchura del campo de dunas activas situadas enfrente de las edificaciones más septentrionales es del orden de los 40-50 m, evidenciando un retroceso de al menos 15 metros en los últimos 50 años, pero con la sedimentación intensa de nuevas dunas transgresivas (lingüiformes).

Por otro lado Borguero (2015), realiza un estudio de la evolución morfológica de los campos de dunas en Cantabria, incluyendo el campo dunar de La Salvé – El Puntal – Regatón de Laredo, correspondiente a la zona de estudio.

Según esta autora, las playas arenosas presentes en ambos lados de la barra, alimentan las dunas eólicas que se desarrollan en la parte trasera interna. En el lado este, la playa de La Salvé se encuentra expuesta al mar y a los vientos secos del noreste, y sobre ella se desarrollan principalmente dunas longitudinales orientadas ENE-OSO y dunas lingüiformes. En el lado oeste, la playa del Regatón presenta una orientación N-S hacia el estuario, con vientos del noroeste y oeste, que generan foredunes de pequeñas dimensiones.

La degradación en la zona es bastante significativa, y la urbanización y el turismo han provocado importantes cambios en la morfología, reduciendo la conservación de las dunas a las proximidades de las playas. Con posterioridad al temporal del año 2014, que afectó gravemente a la zona norte del Puntal dañando algunas infraestructuras, se construyó una duna artificial de unos 5-7 m de alto, para proteger la zona.

Esta autora realiza un análisis de las fotos aéreas comparando el periodo entre 1956 y 2014, calculando tasas de acreción o retroceso en diversos perfiles situados tanto en la playa del Regatón como en la de La Salvé.

El resultado al que llega es que la evolución es diferente en cada lado de la barra arenosa. Por un lado la orilla oeste, caracterizada por un ambiente estuarino, está sometida a un proceso de erosión continua, pero poco intenso en general.

Por otro lado la orilla este, sometida al oleaje marino, se subdivide en dos sectores, un sector hacia el Puntal marcado por episodios de erosión acusada, que alternan con episodios de acreción y de formación de formas dunares transgresivas, y otro sector hacia el sureste que experimenta acumulación de arenas.

Y en el caso del extremo norte del Puntal, la barra continuó su crecimiento hacia el mar hasta el 2001, pero posteriormente comenzó a sufrir procesos de retroceso por erosión, principalmente en los últimos años en los que las dunas han retrocedido decenas de metros.

A continuación se presentan las figuras extraídas de Borguero (2015), en las que se representan en diferentes colores, las líneas del contorno del campo dunar trazadas sobre cada foto aérea, entre los años 1956 y 2014, para la zona norte del Puntal, y para la zona del centro de la barra arenosa con la playa del Regatón al oeste y de La Salvé al este.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)



Figura 12. Figura de Borguero (2015), contorno del campo dunar en el Puntal para los años 1956-2014, sobre la orto de 2014.



Figura 13. Figura de Borguero (2015), contorno del campo dunar en el Regatón y La Salvé para 1956-2014.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Como se ha visto anteriormente, durante el año 2014, tuvieron lugar varios temporales que afectaron de manera intensa a la zona del Puntal, modificándose por erosión la morfología del extremo de la barra arenosa de Laredo. El temporal rompió varios tramos del cordón dunar existente en la parte norte de la playa de La Salvé, e incluso sufrieron daños algunas infraestructuras artificiales situadas en esa zona.

Con la finalidad de restaurar la dinámica natural, se reconstruyó la morfología del cordón dunar reponiendo la arena, y para permitir la estabilización de estas zonas se restableció la vegetación dunar de manera artificial, para conseguir que el sistema dunar formado tuviera unas condiciones de conservación y dinámica adecuadas.

Otro trabajo significativo consultado es el realizado por Flor *et al* (2011), en el que presentan una descripción y análisis de los campos dunares de Asturias, Cantabria y el País Vasco, y en el que se incluye el campo dunar de la zona de estudio, cuyas características más significativas se pueden resumir en la siguiente tabla, extraída de esta publicación.

RÍO SUMINISTRADOR	COMPLEJO DUNAR	ÁMBITOS MORFO-SEDIMENTARIOS	CARACTERÍSTICAS	TIPOLOGÍA	SUPERFICIE (m ²)	SUPERFICIE TOTAL (m ²)	VIENTOS GENERADORES
ASÓN	El Regatón	playa estuarina	inactivas vegetadas	cordones dunares	29.784	29.784	NO
	El Puntal + La Salvé	barrera estuarina	embrionarias	tabulares	79.398	5.694.975	NE y NO
			activas vegetadas	cordones dunares y ligüiformes	33.445		
			inactivas vegetadas	campo irregular y casquetes de deflación	950.776		
			antropizadas	campo irregular	2.303.229		
			antropizadas (irrecuperables)	campo irregular	2.328.127		

Tabla 1. Características de los campos dunares de la zona de estudio, extraída de Flor *et al* (2011).

2.3. Evolución histórica

A partir de las ortofotos históricas del PNOA obtenidas de la web del Instituto Geográfico Nacional (servicio cartográfico WMS) y también de las ortofotos del Gobierno de Cantabria obtenidas de su visor web, es posible observar la evolución de este tramo de costa, en el estuario de desembocadura del río Asón, donde se localiza la zona de estudio de la playa del Regatón, situada en la orilla interior hacia la ría, de la barra arenosa de Laredo, remarcada con un recuadro rojo en las ortofotos.

A continuación, se presentan las ortofotografías más representativas de algunas fechas concretas, incluyéndose en el anejo 2 *Ortofotos Históricas* la colección completa de ortofotografías recopiladas de todas las fechas disponibles tanto en el IGN como en el Gobierno de Cantabria.

En la primera figura se representa la foto aérea del vuelo americano del año 1946, y en ella se ve una imagen poco nítida que incluye la zona de la desembocadura del río Asón en el norte de la imagen, la barra arenosa de Laredo al sur de la desembocadura en el centro de la imagen, las Marismas de Santoña en la parte noroeste de la imagen, y la playa de La Salvé o de Laredo en el sureste de la imagen.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)



Figura 14. Ortofoto del vuelo americano de 1945-46 de la web del Gobierno de Cantabria.

En la zona de estudio se puede ver la playa de colores blancos, que presenta bastante anchura, tanto en la del Regatón en la orilla izquierda de la barra, como en la de La Salvé en la orilla derecha. Detrás de la playa con colores grises se puede ver el sistema dunar que apenas había sufrido alteraciones artificiales, salvo en la parte de la playa del Regatón que se encontraba ocupado ya por plantaciones forestales, dispuestas en rectángulos de colores más oscuros.

Al sur de las plantaciones forestales, las arenas de la barra se encuentran antropizadas ocupadas por fincas de cultivos, que se extienden hacia el este ya fuera de la zona de estudio, por la parte inferior de la imagen, hasta el núcleo de población de Laredo, que todavía tenía de pequeño tamaño y estaba comenzando a crecer, situado en el extremo sureste de la imagen junto al puerto y en la esquina oriental de la playa de La Salvé.

Al norte de la desembocadura del Asón se puede ver parte del núcleo urbano de Santoña que ya se encuentra urbanizado, y al otro lado de la ría de Treto, en el lado izquierdo de la imagen una extensión inundada de marismas, y detrás los terrenos antropizados con fincas y campos de cultivos, y algunos pequeños núcleos rurales en la zona de Cicero.

La siguiente figura corresponde a la ortofoto del vuelo americano del año 1956, con una imagen más nítida que la foto anterior, en la que se observa mejor tanto la zona de la playa, las dunas y las plantaciones forestales en la zona de estudio, como los alrededores con la ría, los canales y las áreas de marismas.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)



Figura 15. Ortofoto del vuelo americano de 1956-57.

En la zona de estudio, se observa la playa del Regatón en la orilla oeste de la barra arenosa, con colores blancos, y una anchura bastante similar a la fotografía anterior. Detrás de la playa, se pueden ver las plantaciones forestales de eucaliptos en la parte central-sur con colores más oscuros, y las dunas con colores grises en la parte norte. El sistema dunar se extiende por el norte hasta la zona del Puntal, y por el este hasta la playa de La Salvé, que presenta también una gran anchura, y gran extensión hasta la localidad de Laredo hacia el sureste.

En la parte sur de la zona de estudio, las fincas y los campos agrícolas ocupan gran parte de las arenas dunares, y se extienden hacia el sur y el este ya fuera de la zona de estudio, hasta el límite del núcleo de Laredo.

La población de Laredo situada en la esquina sureste de la imagen, ha crecido respecto a la foto anterior, desarrollándose nuevas calles y edificios a lo largo del sistema dunar y de la playa de La Salvé en dirección oeste.

En la parte izquierda de la imagen, correspondiente a la zona de marismas, se observan algunas modificaciones antrópicas en el límite de los humedales con la tierra firme, donde se han construido algunos muros y diques, para desecar algunos terrenos de áreas de marismas, en los alrededores de la zona de Cicero, en la orilla izquierda de la ría de Treto.

La siguiente ortofoto corresponde al vuelo interministerial de los años 1973 – 1986, en ella se pueden apreciar ya bastantes signos de antropización, como el gran crecimiento de la población de Laredo que

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

se ha extendido por el sistema dunar de la barra arenosa hacia el noroeste, o las parcelas de plantaciones forestales que se han modificado y han aumentado en la zona de estudio.



Figura 16. Ortofoto del vuelo interministerial de 1973-86.

En la parte central de la zona de estudio, se observan las cuatro parcelas de las plantaciones forestales, con la presencia de los eucaliptos que ocupan el sistema dunar hasta el límite de la playa del Regatón por el oeste. Por la parte interior hacia el este, la urbanización de Laredo ha ocupado gran parte del sistema dunar, que se extiende paralelo a la playa de La Salvé, por la barra arenosa, hasta las inmediaciones de la zona del Puntal.

La playa del Regatón ha disminuido unos metros su anchura y al sur de la playa se ha construido un dique dentro de la ría de Treto, junto a la desembocadura del arroyo Regatón.

Dentro de la zona de estudio, en la mitad sur, también se puede observar la instalación del camping Laredo sobre las arenas del sistema dunar, al sur de las plantaciones de eucaliptos, y en el límite con la zona antropizada de fincas y campos de cultivos.

En la parte norte de la barra arenosa, en la zona del Puntal, también han comenzado las modificaciones antrópicas, con diversas instalaciones como el club Náutico de Laredo, algún chiringuito de playa, un aparcamiento, y el muelle del barco Puntal a Santoña, todo ello en la parte norte de la playa del Regatón, en la orilla de la ría de Treto, como se puede apreciar a escala ampliada en la siguiente figura de detalle, correspondiente al recuadro verde de la figura 16.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)



Figura 17. Detalle de la ortofoto del Vuelo Interministerial de 1973-86, (recuadro verde de la figura 16).

En esta la figura de detalle se pueden ver las construcciones antrópicas en la zona del Puntal, en la parte inferior los últimos edificios construidos de Laredo, la carretera que asciende en dirección norte y que termina en el aparcamiento, y en la orilla occidental el club náutico con el muelle del barco el Puntal – Santoña, construido todo sobre las arenas del sistema dunar.

La siguiente ortofoto corresponde a un vuelo del año 2001, de la web del Gobierno de Cantabria.



Figura 18. Ortofoto del Gobierno de Cantabria del año 2001.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

En esta imagen lo más significativo que se observa es que ha habido un aumento generalizado en la antropización de la zona, principalmente en la urbanización de la población de Laredo. Se puede ver que en paralelo a la playa de La Salvé, como ya se empezaba a ver en la anterior fotografía, ha crecido el núcleo de Laredo con un paseo marítimo y varias calles paralelas a lo largo de la barra arenosa, llenas de edificios hasta las inmediaciones del Puntal, e incluso al lado de las plantaciones forestales se ha construido una urbanización, adosada a la zona urbana.

En las parcelas de las plantaciones forestales, se pueden ver algunas áreas con mayor densidad de eucaliptos, y otras con grandes claros con vegetación herbácea, además de diversos caminos y pistas que dejan a la vista las arenas dunares desnudas.

El resto del sistema dunar, donde no se encuentra ocupado por las plantaciones forestales o la urbanización de Laredo, presenta vegetación herbácea en lagunas partes como en la parte trasera de la playa de La Salvé, y zonas sin vegetación con mayor actividad en otras, como en las dunas lingüiformes, que avanzan sobre la vegetación en la parte norte de la playa de La Salvé, que se puede observar en la siguiente figura de detalle (recuadro azul de la figura 18).



Figura 19. Detalle de las dunas lingüiformes en la ortofoto de 2001, (recuadro azul de la figura 18).

En esta figura de detalle se pueden observar las dunas lingüiformes en el centro de la imagen, que avanzan desde la parte trasera de la playa de La Salvé hacia el interior, activadas por los vientos del noreste, invadiendo la zona del sistema dunar con vegetación herbácea, que se extiende hacia el oeste hasta el límite con la playa del Regatón, y en la que se pueden ver diversos caminos y sendas trazadas entre las dunas.

En cuanto a la playa del Regatón, volviendo a la foto general de 2001 de la figura 18, se puede ver que su anchura ha disminuido bastante respecto a las fotos de fechas anteriores, y de forma algo más intensa en los alrededores del club náutico y el muelle en la parte norte de la playa.

Al sur de la playa, en la desembocadura del arroyo Regatón, ha desaparecido parte del dique que se había construido en la ría, manteniéndose la parte paralela a la ría, y desapareciendo la parte perpendicular a la ría.

En la parte sur de la zona de estudio, se ha instalado el camping playa del Regatón, unos 300 m al suroeste del camping Laredo que ya existía en la anterior fotografía. Este camping se encuentra instalado sobre las arenas junto a la playa del Regatón, en el límite entre el sistema dunar y la zona de fincas y campos agrícolas, situada al sur, como se puede ver en la siguiente figura de detalle (recuadro naranja de la figura 18).

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

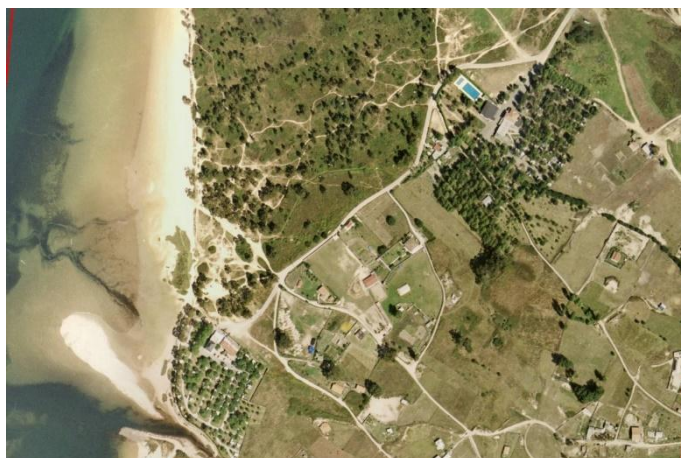


Figura 20. Detalle de los campings instalados sobre el sistema dunar en la ortofoto de 2001, (recuadro naranja de figura 18).

En esta imagen de detalle se pueden ver los dos campings, el de Playa del Regatón junto a la playa en la parte inferior de la imagen, y el de Laredo unos cientos de metros hacia el noreste. Junto al camping inferior aparece una zona de dunas con menos vegetación en el límite con la playa.

La siguiente ortofoto corresponde a un vuelo del PNOA de 2014, en la que la modificación más importante se localiza en el extremo norte del Puntal, que ha sufrido importantes procesos de erosión como consecuencia de intensos temporales de esos años.



Figura 21. Ortofoto del PNOA de 2014.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

En la parte interior del sistema dunar y las parcelas de plantaciones, la antropización sigue aumentando con una calle nueva en la población de Laredo con parcelas urbanizadas que todavía se encuentran sin construir.

En cuanto a la playa del Regatón su anchura parece haber aumentado unos metros respecto a la fotografía anterior, aunque podría ser consecuencia de la marea baja en el momento de la toma de la fotografía.

La zona del Puntal, como consecuencia de algunos temporales intensos durante el comienzo de 2014, sufrió importantes daños por procesos erosivos, que modificaron la morfología de la playa y la línea de costa recortando la punta en el extremo norte, y erosionando parte de los cordones dunares, que hicieron retroceder el sistema dunar hasta 90 m en algunas zonas de la parte septentrional de la playa de La Salvé.

En la siguiente figura de detalle (recuadro amarillo de la figura 21), se puede ver la zona del Puntal afectada por los temporales, que incluso causaron daños en algunas infraestructuras artificiales como los chiringuitos instalados junto al aparcamiento.



Figura 22. Detalle de la zona del Puntal erosionada en la ortofoto de 2014, (recuadro amarillo de la figura 21).

En esta figura de detalle se puede ver el extremo del Puntal erosionado por los temporales, que han hecho retroceder el sistema dunar con cubierta de vegetación, y han modificado la morfología de la playa y la línea de costa.

En la orilla este, en la parte norte de la playa de La Salvé, también se puede ver el retroceso del sistema dunar de hasta 90 m en las partes más afectadas, e incluso ha estado a punto de desaparecer en la zona urbanizada del noreste de Laredo. La morfología de la playa también se ha visto afectada en toda esta orilla oriental del extremo de la barra arenosa, modificándose la línea de costa adoptando una ligera curva.

Sin embargo, en la orilla occidental de la playa del Regatón, al norte del muelle del barco Puntal – Santoña, se puede ver que la playa ha crecido algunos metros al acumularse parte de la arena erosionada más al noreste en el Puntal.

En la siguiente figura se muestra la ortofoto más reciente de la web del Gobierno de Cantabria, correspondiente al año 2020, en la que la zona de estudio se encuentra prácticamente como en la actualidad, y la zona del Puntal ha recuperado en parte la morfología que tenía anteriormente.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)



Figura 23. Ortofoto del Gobierno de Cantabria del año 2020.

En esta imagen de 2020, se puede ver la playa del Regatón, que presenta menor anchura que en las fotos anteriores, principalmente en la zona de las parcelas de las plantaciones de eucaliptos, donde las arenas están más fijadas, y menos disponibles para alimentar el sistema.

En las parcelas de las plantaciones, no ha habido muchos cambios en los últimos años, los eucaliptos se distribuyen en algunas áreas más densas, y en otras con más claros y vegetación herbácea, manteniendo algunos caminos o pistas de separación entre las parcelas.

En la parte sur de la zona de estudio, el sistema dunar se encuentra bastante antropizado con la instalación de los campings, una carretera y las fincas con campos de cultivos, que se extienden hacia el este hasta la zona urbana de la población de Laredo.

En la parte norte de la zona de estudio, el sistema dunar se encuentra limitado al este por la barrera del núcleo urbanizado de Laredo, y se mantiene cubierto en parte por vegetación, y recorrido por diversos caminos y sendas que aumentan la alteración antrópica.

En la playa de La Salvé el sistema dunar se mantiene en una estrecha franja paralela a la playa limitado por el núcleo urbano de Laredo, y en la parte norte de la playa, donde se termina la zona urbanizada, se han reconstruido los cordones dunares erosionados durante los temporales de 2014, reponiendo la arena y la vegetación dunar para conseguir que el sistema dunar tenga condiciones dinámicas y de conservación adecuadas.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Y la zona de el Puntal ha recuperado en parte la morfología anterior a los temporales de 2014, aunque el extremo del Puntal ha modificado ligeramente su posición, girando la punta unos metros hacia el oeste, como se puede ver en la siguiente figura de detalle (recuadro blanco de la figura 23).



Figura 24. Detalle de la zona del Puntal en la ortofoto del año 2020, (recuadro blanco de la figura 23).

En esta figura de detalle se puede ver la zona del Puntal, que ha retrocedido su posición por el este, desplazándose ligeramente hacia el oeste, hasta situarse paralelo al muelle del barco el Puntal-Santoña en la orilla occidental.

Este retroceso producido por la erosión de los temporales de 2014 que afectó a la orilla oriental, ha recortado el aparcamiento, desapareciendo uno de los chiringuitos, y también ha adelgazado el sistema dunar por el este, en comparación con las fotografías anteriores a los temporales.

Posteriormente el sistema dunar ha sido estabilizado con la reposición del cordón dunar y la vegetación, que se pueden observar en la fotografía de la imagen de detalle, y está empezando a desarrollarse nueva vegetación en la parte más exterior del Puntal.

Como conclusión, se puede observar que en los últimos 75 años la zona ha evolucionado desde un estado con poca alteración artificial, en el que teníamos un sistema dunar asociado a la playa del Regatón, y a la playa de La Salvé, desarrollado en la barra arenosa de Laredo, formando parte del estuario de desembocadura del río Asón, con algunas parcelas antropizadas por plantaciones de eucaliptos en la parte correspondiente a la playa del Regatón, hasta el actual sistema dunar reducido y degradado, limitado por el este por la urbanización del núcleo de Laredo, y por el sur por la zona antropizada con instalaciones de campings y fincas con campos de cultivos, y con un entorno sometido a una elevada presión turística y vecinal.

El sistema dunar formado por la playa junto con los cordones o campo dunar, se ha visto modificado y reducido desde su estado natural original, primero con las parcelas de plantaciones forestales, y después con la antropización y urbanización de la barra arenosa de Laredo, y del entorno del estuario en general.

Estas alteraciones han modificado por un lado la extensión física del sistema dunar, y por otro lado los procesos dinámicos que lo formaron, principalmente el aporte de sedimentos tanto eólicos como marinos y fluviales, que se ha visto interrumpido o modificado con la construcción de barreras antrópicas

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

urbanas en la población de Laredo, y con las modificaciones en la cuenca del río Asón, que han alterado el aporte de sedimentación al estuario.

En general, las modificaciones en estos últimos 75 años han dado lugar a un retroceso de la playa del Regatón, del sistema dunar en algunos tramos, y de la playa de La Salvé en la parte norte junto al Puntal, como se puede ver en la siguiente figura.

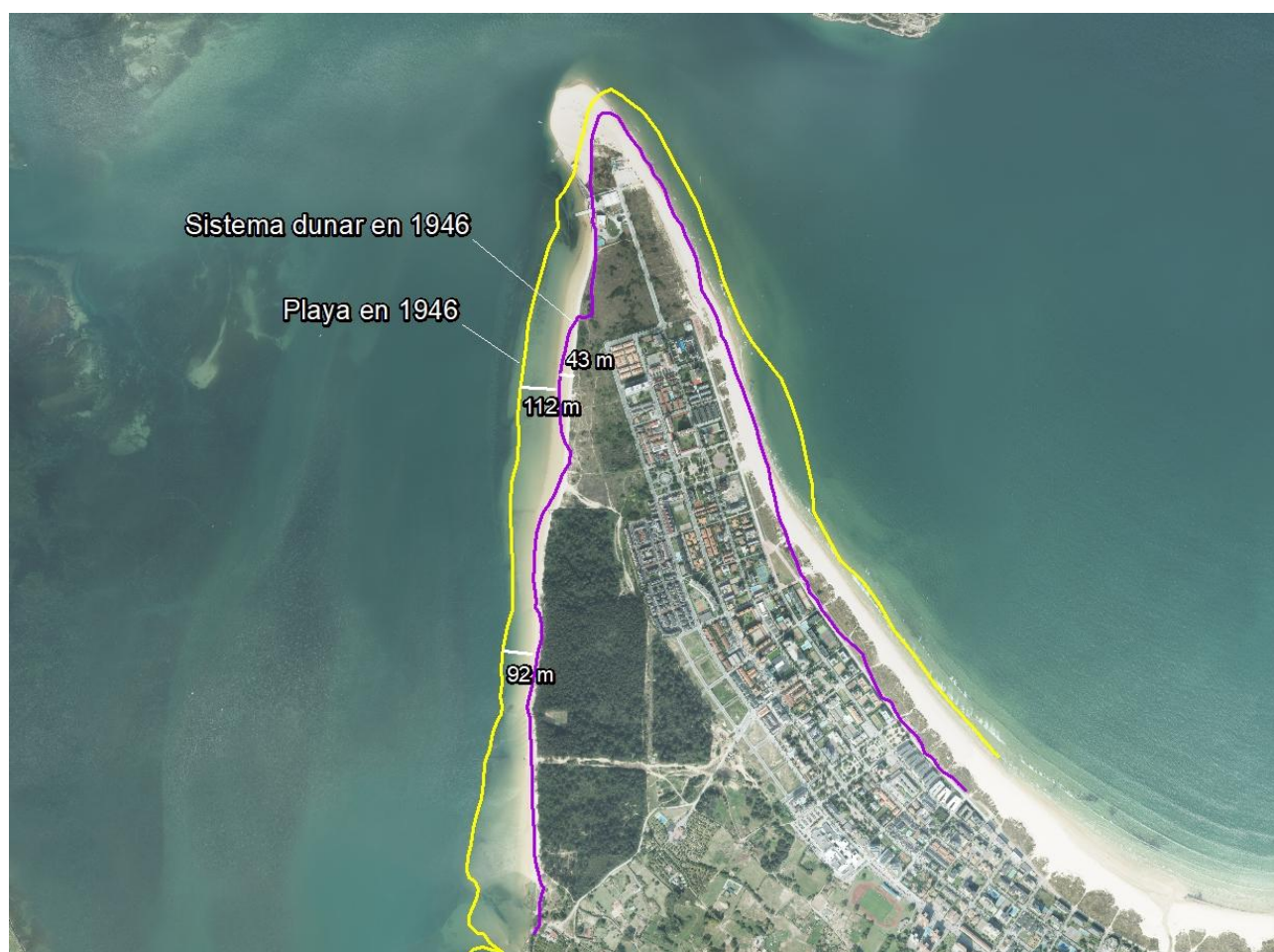


Figura 25. Límites de la playa (amarillo) y del sistema dunar (morado) en 1946, sobre la ortofoto de 2020, con el retroceso en metros de la playa (112 m), del sistema dunar (43 m) y de la playa en la parcela de eucaliptos (92 m).

En esta figura se ha representado el límite de la playa en 1946 (línea amarilla) y el límite del sistema dunar en 1946 (línea morada), sobre la ortofoto reciente de 2020.

Como se indica en la figura, en la playa del Regatón desde 1946 hasta 2020, la línea de playa ha retrocedido unos 112 m en los tramos con mayor retroceso, y el sistema dunar ha retrocedido unos 43 m en los tramos de mayor retroceso. En la parcela con las plantaciones forestales, el retroceso del límite de la playa ha sido algo menor, de unos 92 m, ya que el sistema se encuentra más fijado por las plantaciones de eucaliptos, y hace que el retroceso del límite del sistema dunar sea más lento. Sin embargo, esta estabilización del sistema dunar, no ha permitido el aporte de arenas a la playa, lo que ha originado que en la actualidad dicha playa se encuentre enormemente adelgazada, llegando casi a desaparecer durante los episodios de mareas elevadas o de avenidas fuertes del río Asón.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Estas inundaciones de las mareas o avenidas elevadas sin existir apenas playa, ocasionan un pequeño escalón de erosión en el límite de la parcela forestal, que produce la inestabilidad de algunos eucaliptos situados en el borde, y el consiguiente riesgo de caída, como se puede ver en la siguiente foto de julio de 2020 extraída de google.



Figura 26. Fotografía de la orilla de la parcela forestal durante la marea baja, de julio de 2020, extraída de Google.

En cuanto a la playa de La Salvé, según se puede ver en la figura 25, también ha sufrido un retroceso general en su parte más septentrional, tanto del límite de la playa, como del límite del sistema dunar, adelgazándose de manera significativa en el tramo urbanizado de Laredo, al existir la barrera urbana que no permite su desplazamiento hacia el interior.

En la parte sur de la playa de La Salvé, se están produciendo procesos de depósito sedimentario, como consecuencia de la construcción de los diques y espigones en el puerto de Laredo, situado en el extremo oriental de la playa, lo que está permitiendo que se mantenga la anchura de la playa y de la pequeña franja del sistema dunar, a pesar de la elevada presión turística y antrópica a la que están sometidos, por la cercanía del núcleo urbano construido el sobre las arenas del sistema dunar.

En la zona del Puntal, como se ve en la anterior figura 25 y en la siguiente figura 27, el límite de la playa y del sistema dunar han sufrido un desplazamiento con giro en sentido antihorario, sobre todo a partir de los temporales del año 2014, con mayor erosión por el lado este de la playa de La Salvé, y mayor depósito por el lado oeste de la playa del Regatón, aunque el conjunto total de playa más sistema dunar se ha mantenido sin grandes variaciones de superficie.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)



Figura 27. Comparación entre las ortofotos de 1946 a la derecha y 2020 a la izquierda de la zona del Puntal, extraído del visor cartográfico del Gobierno de Cantabria.

De seguir esta tendencia actual antropizadora, de reducción y degradación del sistema dunar, podría verse afectada la estabilidad de las playas y del estuario, y la defensa de la costa, puesto que el sistema dunar actúa como repositorio de las arenas de la playa durante los episodios erosivos producidos por los temporales y tormentas, cada vez más numerosos e intensos como consecuencia de los efectos del cambio climático.

Además, el elevado dinamismo de la zona en cuanto a sedimentación y erosión de depósitos arenosos litorales, consecuencia de la dinámica litoral y la evolución del estuario, podría poner en peligro determinadas zonas costeras urbanizadas, que pasarían a quedar expuestas por episodios intensos de temporal y tormenta, o por cambios bruscos en los procesos de erosión-sedimentación estuarinos.

2.4. Inundación y ascenso del nivel del mar

A la hora de recopilar información referente a procesos de inundación marina, y ascensos del nivel medio del mar como consecuencia de los efectos del cambio climático, se han consultado por un lado el visor del Geoportal del MITERD, donde existen capas de información disponibles sobre Zonas de Inundación con probabilidad media u ocasional de origen marino y Peligrosidad por inundación marina.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Por otro lado, también se ha consultado el visor C3E del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria), desarrollado en el proyecto de Estrategia de Adaptación al Cambio Climático en colaboración con el MITECO en el que se han desarrollado proyecciones regionales de cambio climático de variables marinas necesarias para el estudio de impactos costeros a lo largo de toda la costa española, entre ellas la subida del nivel medio del mar.

2.4.1. Zonas inundables de origen marino

En el visor del Geoportal del MITERD, se encuentran disponibles para su consulta diversas capas de información relacionadas con Costas y el Medio Marino, entre ellas la Cartografía de Zonas Inundables de origen marino, que comprende las Zonas Inundables con probabilidad media u ocasional (T=100 años) de origen marino, y las Zonas Inundables con probabilidad baja o excepcional (T=500 años) de origen marino. Para este estudio se ha considerado únicamente la capa de Zonas Inundables con probabilidad media u ocasional (T=100 años) de origen marino, que considera un periodo de retorno menor y por lo tanto resultados en un plazo de tiempo más corto.

La cartografía incluida en este servicio contiene las áreas definidas como Zonas Inundables de origen marino asociadas a periodos de retorno (Periodo de retorno: inverso de la probabilidad de que en un año se presente un evento de intensidad superior a un valor dado), en estudios llevados a cabo por las autoridades competentes en materia de costas y la correspondiente información alfanumérica asociada.

El fenómeno de inundación en una playa, o tramo de costa cualquiera, en un instante determinado, está caracterizado 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 del tramo, se propaga hacia la costa. Al alcanzar la costa, el oleaje rompe, 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 (marea meteorológica, oleaje...) son variables aleatorias y, por tanto, su presentación está sujeta a una determinada probabilidad.

Por consiguiente, cada evento de inundación tendrá una probabilidad de ser sobrepasado y, por lo tanto, la obtención de las máximas inundaciones, para cada perfil batimétrico, serán función del periodo de retorno o el tiempo medio en años que tardan en repetirse dichos eventos extremos.

Para hacer frente a la complejidad de los distintos aspectos que conforman el cálculo de la inundación a lo largo de las costas españolas se ha seguido una metodología en tres fases:

- En una primera fase se inunda todo el litoral únicamente con la dinámica del nivel del mar (derivada de los efectos de marea astronómica y meteorológica referenciadas al nivel medio del mar en Alicante) sin oleaje. Con esta aproximación se tienen resultados válidos en las zonas donde el oleaje no tiene relevancia (interior de rías y estuarios o al abrigo de infraestructuras exteriores). Para ello se ajusta para cada posición a lo largo del litoral español, el régimen extremo de cota de inundación a partir de las series de datos de nivel del mar del proyecto C3E del IH Cantabria (que dispone de más de 60 años de datos), calculándose la cota de inundación asociada al período de retorno con la técnica POT (*Peaks Over Threshold*) y ajustando por medio de la función de distribución GEV (o Gumbel en casos específicos). Como resultado se obtiene el nivel del mar en dicha posición, al que habrá que restar la cota correspondiente del MDT de referencia de la costa para obtener el calado sobre el terreno.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

- En la segunda fase se corrigen las zonas del litoral donde el oleaje incide directamente, es decir, en la línea de costa propiamente dicha que no está al abrigo del oleaje. En esta segunda aproximación se trazan perfiles del terreno para resolver de forma bidimensional la inundación, perfil a perfil, incorporando el efecto combinado del oleaje y del nivel del mar. El efecto del oleaje se evalúa por medio del modelo numérico bidimensional IH-2VOF, que resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes, a partir de la base de datos de oleaje *Downscaled Ocean Waves*, DOW (Camus et al., 2013), obtenidas de las series de datos del proyecto C3E, que permite caracterizar correctamente el oleaje propagado hasta el litoral español con una resolución espacial de al menos 200 m.
- Finalmente se obtiene la **envolvente** de inundación se obtiene por la suma de la zona de inundación por nivel y la de por oleaje.

Para realizar los cálculos de nivel y oleaje se ha empleado el software iOLE del IH Cantabria, adaptado a la casuística española, que permite la introducción como dato de base de un perfil de playa definido a partir de información cartográfica, y da como resultado la información relativa a nivel del mar y extensión del *Run-Up* de oleaje para diversos períodos de retorno.

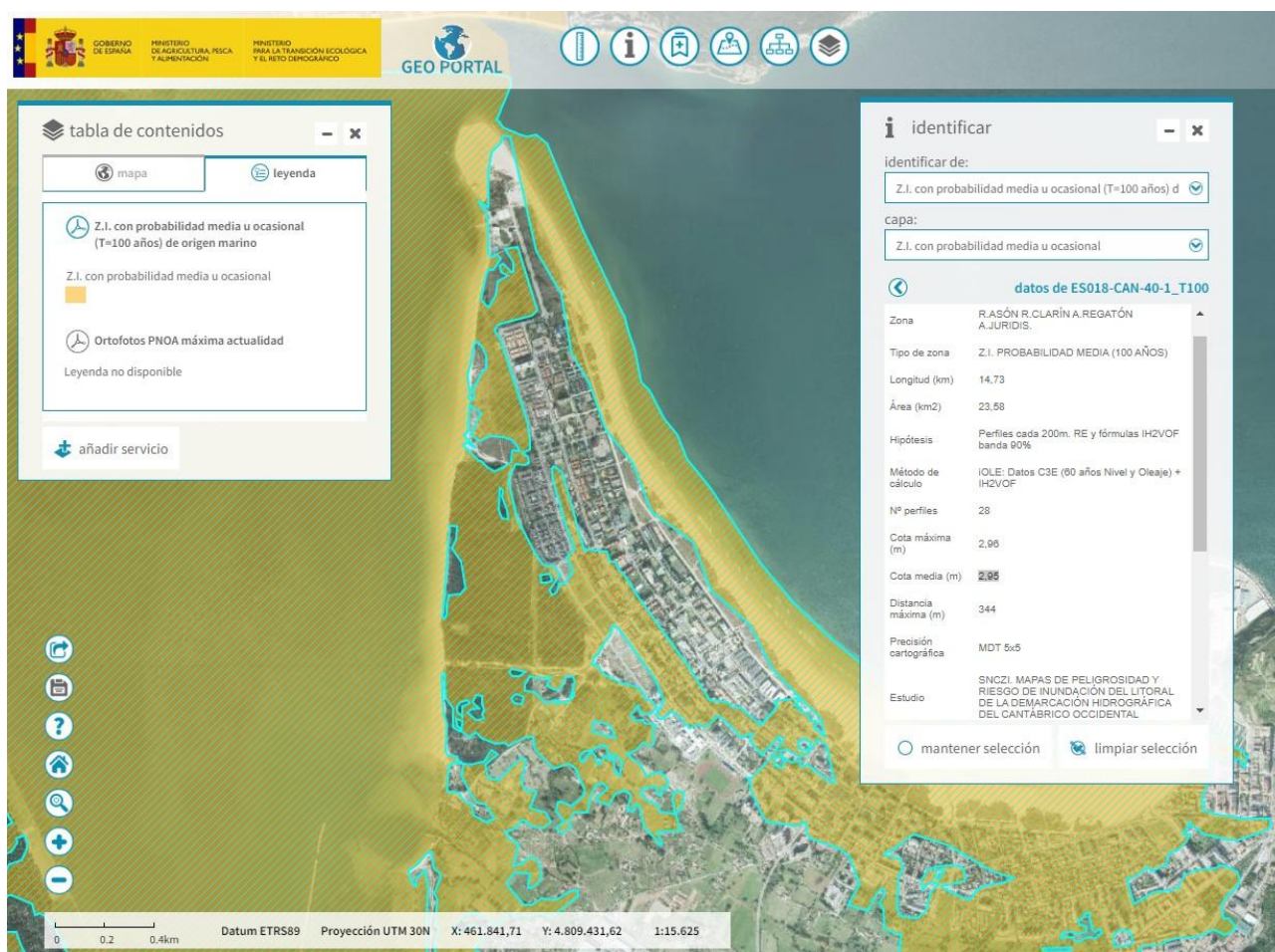


Figura 28. Imagen del visor del Geoportal del Miterd con la capa de Zonas Inundables de origen marino con T100, en la zona de estudio de la playa del Regatón.

En relación con el concepto de periodo de retorno, para un periodo de retorno de 100 años existe un 1% de probabilidad de que un año se supere ese valor de nivel o esa extensión de inundación por oleaje, y

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

un 99% de probabilidad de que no se supere. Sin embargo, eso no implica que no puedan producirse dos o más eventos de tal o superior intensidad dentro del mismo año, al ser el periodo de retorno un concepto estadístico. Por otro lado, en un periodo de retorno de 100 años, existiría una probabilidad del 25% de verse inundada al menos una vez en un periodo de 25 años consecutivos, y de un 50 % de inundarse al menos una vez en 50 años consecutivos.

En la anterior figura 28, se representa la capa de Zonas Inundables con probabilidad media u ocasional (T=100 años) de origen marino del visor del Geoportal del MITERD, para la zona de estudio de la playa del Regatón en Laredo.

En dicha figura se puede ver que la zona de estudio de la playa del Regatón quedaría casi totalmente inundada a partir de los cálculos de esta metodología, y según la información alfanumérica asociada la cota máxima inundada sería 2,96 m (respecto al NMMA), la cota media 2,95 m (respecto al NMMA), y la distancia máxima alcanzada por el oleaje respecto a la línea de costa 344 m.

Por lo tanto el sistema dunar de la playa del Regatón, según esta metodología, tendría probabilidad de ser inundado en un periodo de retorno de 100 años.

2.4.2. Peligrosidad por inundación marina

Otra de las capas de información relacionada con temas de Costas y Medio Marino, disponible en el visor del Geoportal del MITERD es la Peligrosidad por inundación de origen marino, nivel y olas, con periodo de retorno de 100 años.

La cartografía incluida en este servicio contiene los mapas de peligrosidad de las zonas identificadas en la evaluación preliminar como Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) elaborados en cada Demarcación por las autoridades competentes en materia de aguas, costas y protección civil de acuerdo al procedimiento establecido en el artículo 8 del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone la Directiva 2007/60/CE, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

Los mapas de peligrosidad contemplan tres escenarios en función de la probabilidad estadística de ocurrencia de la inundación: alta probabilidad (asociada a un período de retorno igual a 10 años) a realizar cuando proceda, el cual únicamente ha sido seleccionado para las inundaciones de origen fluvial, probabilidad media (asociada a un período de retorno de 100 años) y baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos (período de retorno igual a 500 años).

Solo en las zonas costeras en las que exista un adecuado nivel de protección el mapa de peligrosidad podrá limitarse al escenario de baja probabilidad de inundación. Por lo tanto, en materia de inundaciones por la costa, únicamente se representan los escenarios para 100 y 500 años de periodo de retorno, y en este caso se ha tenido en cuenta el escenario de 100 años de periodo de retorno que considera un periodo de retorno menor y por lo tanto resultados en un plazo de tiempo más corto.

El concepto de periodo de retorno en términos numéricos, es equivalente a la probabilidad de que se presente un nivel (consecuencia de marea astronómica y meteorológica) y una extensión máxima de inundación (correspondiente a la envolvente del nivel anterior y de la extensión de la afección por oleaje) igual o superior en un determinado año, es decir la probabilidad de que se supere en un año. Por tanto, existe un 1% de probabilidad de que en un año se supere ese valor de nivel y extensión de inundación y un 99% de probabilidad de que no se supere.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Sin embargo, al igual que en el caso de la capa anterior de Zonas inundables, esto no implica que no puedan producirse dos o más inundaciones de tal o superior intensidad dentro del mismo año, al ser el periodo de retorno un concepto estadístico y depender de la duración del intervalo considerado. De igual manera, en un periodo de retorno de 100 años, existiría una probabilidad del 25% de verse inundada al menos una vez en un periodo de 25 años consecutivos, y de un 50 % de inundarse al menos una vez en 50 años consecutivos.

El contenido de los mapas de peligrosidad para cada escenario de probabilidad, en este caso para el escenario de media probabilidad (período de retorno igual a 100 años) debe incluir la extensión previsible de la inundación y calados del agua o nivel de agua según proceda, para un período de retorno $T=100$ años.

La cartografía de peligrosidad se completa con la elaboración de los mapas de riesgo para las mismas zonas, también disponibles en el visor del Geoportal del MITERD, y ambos mapas, de peligrosidad y riesgo, constituirán la base para el desarrollo de los correspondientes Planes de gestión del riesgo de inundación a elaborar en cada Demarcación.

En la siguiente figura 29 se representa la capa de Peligrosidad por inundación de origen marino con periodo de retorno de 100 años, del visor del Geoportal del MITERD para la zona de estudio de la playa del Regatón.

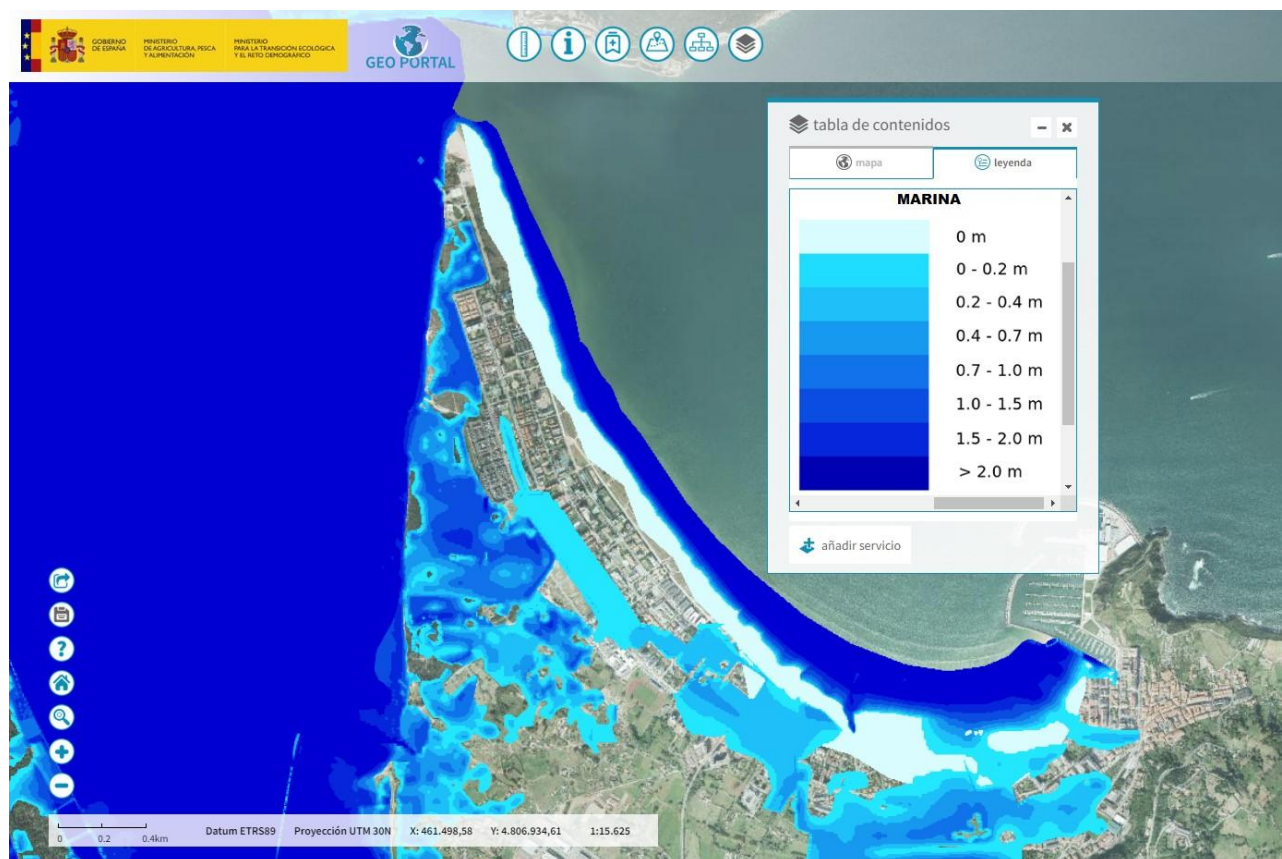


Figura 29. Imagen del visor del Geoportal del Miterd con la capa de Peligrosidad por inundación de origen marino con T100, en la zona de estudio de la playa del Regatón.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

El dato que se puede consultar en los mapas de peligrosidad por inundación para el escenario de baja probabilidad T=100 años, es el del calado del agua asociado a cada punto del ARPSI como se muestra en la figura.

Además del raster de calados obtenido en las modelizaciones costeras (en azul), se completa el mapa con una zona de calado 0 (en blanco) que refleja la extensión de la zona inundable por oleaje. Dicha inundación no puede ser representada mediante calados debido a sus especiales características, pero se ha considerado necesario su inclusión en el mapa correspondiente para poder evaluar el alcance real de la inundación, cuya extensión final corresponde a la envolvente de la inundación por nivel y por oleaje.

En este caso de la zona de estudio de la playa del Regatón, la profundidad asociada a la zona inundable varía entre los 0 y 2 m según el calado indicado en la figura, presentando la mayoría de la zona de estudio inundada una profundidad por encima de los 0,2 – 0,4 m.

Por lo tanto, el sistema dunar de la playa del Regatón, según los resultados de esta capa, presentaría la peligrosidad de ser inundado con una profundidad entre 0,2 y 0,4 m en la mayor parte de su superficie, con una probabilidad de un periodo de retorno de 100 años.

2.4.3. Ascenso del nivel medio del mar por el cambio climático

Dentro del proyecto de Estrategia de Adaptación al Cambio Climático, realizado por el IH Cantabria en colaboración con el MITECO, se han desarrollado proyecciones regionales de cambio climático de diversas variables marinas necesarias para el estudio de impactos costeros a lo largo de toda la costa española, entre ellas la subida del nivel medio del mar.

Estas proyecciones de cambio climático se pueden consultar en el visor C3E del IH Cantabria, en el que aparecen variables relativas al oleaje como la altura significativa (H_s), variables del nivel del mar como el nivel medio del mar (MSL) u otras variables como la temperatura superficial del mar (SSTm). Además, en dicho visor se pueden cargar datos relativos a la dinámica costera, y también a la dinámica marina, y en cuanto a las proyecciones que se pueden realizar existen dos periodos diferentes, de 2026 a 2045 y de 2081 a 2100, y dos escenarios diferentes, RCP4.5 y RCP8.5.

Las proyecciones de cambio climático a lo largo del siglo XXI, como se indica en el documento IH Cantabria (2019), se basan en escenarios de emisión de gases de efecto invernadero teniendo en cuenta las condiciones socioeconómicas actuales y las perspectivas de crecimiento. En el informe del Grupo Inter-gubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (en este caso el Quinto informe de evaluación del IPCC o AR5, de 2013) se definieron 4 nuevos escenarios de emisión, denominados Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés). Éstas se caracterizan por su Forzamiento Radiativo (FR) total para el año 2100, que oscila entre 2.6 y 8.5 W/m². De las 4 trayectorias RCP, una contempla un escenario de nivel de forzamiento muy bajo (RCP2.6), 2 escenarios de estabilización (RCP4.5 y RCP6.0) y un escenario con un nivel alto de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (RCP8.5).

En este proyecto de Estrategia de Adaptación al Cambio Climático en la Costa Española del IH Cantabria se han analizado dos escenarios de cambio climático que son el RCP4.5 (representativo de un escenario de estabilización) y el RCP8.5 (el escenario más pesimista, que define la situación actual socio-económica):

- El escenario **RCP4.5** ha sido desarrollado por el grupo MiniCAM del JGCRI (Universidad de Maryland, EEUU). En este escenario el forzamiento radiativo total se estabiliza antes del 2100, gracias al uso de

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

tecnologías y estrategias para reducir las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero). Los conductores (*drivers*) de este escenario y las opciones tecnológicas se detallan en Clarke *et al.* (2007). Detalles sobre la simulación de los usos del suelo y emisiones de carbono terrestre se pueden encontrar en Wise *et al.* (2009).

- El escenario **RCP8.5** ha sido desarrollado por el grupo MESSAGE y por el IIASA (Austria). Es representativo de escenarios con altas concentraciones de GEIs (gases de efecto invernadero). Es un escenario denominado “línea de base”, que no incluye ningún objetivo específico de mitigación. Se caracteriza por la ausencia de políticas de cambio climático. Además, combina supuestos de alta densidad de poblaciones, un crecimiento relativamente lento de generación de ingresos, moderadas mejoras de cambio tecnológico y gasto energético, etc. A largo plazo conlleva a una alta demanda de energía y emisiones de GEI. Los conductores (*drivers*) de este escenario y demás características se detallan en Riahi *et al.* (2007).

Las simulaciones del sistema climático terrestre para diferentes escenarios de cambio climático son la principal fuente de información disponible para llevar a cabo estudios asociados a impactos climáticos. Estas simulaciones, sin embargo, se elaboran utilizando modelos climáticos globales (GCM) que presentan una resolución espacial del orden de cientos de kilómetros.

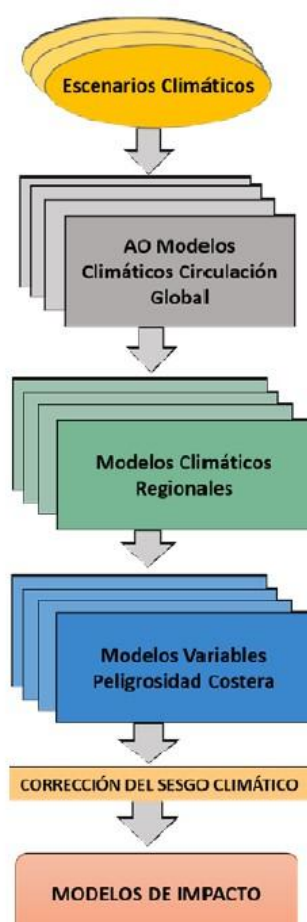


Figura 30. Esquema general de la metodología y procesos a tener en cuenta para elaborar proyecciones climáticas de variables marinas en la costa, extraída de IH Cantabria (2019).

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Para poder realizar proyecciones regionales de variables marinas en la costa española se realiza un proceso de reducción de escala, denominado regionalización o downscaling. Existen diferentes técnicas de downscaling, aunque todas ellas parten de la misma premisa, de que el clima regional está conectado al sistema climático a escala global. De esta forma, el downscaling consiste en obtener relaciones cuantitativas entre la circulación a gran escala atmosfera-océano y el clima local mediante una función matemática de transferencia. Las funciones a emplear se han desarrollado mediante modelos analítico-matemáticos o estadísticos a partir de datos climáticos históricos, generalmente observaciones.

En el caso del presente estudio de la playa del Regatón, se ha seleccionado como variable marina más relevante el Nivel Medio del Mar, dentro de las variables analizadas para las Proyecciones de Cambio Climático, que se pueden consultar en el visor C3E.

Según el documento del IH Cantabria (2019), las proyecciones de Nivel Medio del Mar (NMM) proporcionan las variaciones (incrementos) estimadas del NMM ante una serie de escenarios futuros de emisión de gases invernadero. En este apartado se describe la base de datos sobre proyecciones climáticas del NMM regional utilizada en el informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), denominado AR5, para los escenarios climáticos denominados RCP4.5 y RCP8.5 (Trayectorias de Concentración Representativas: RCP).

El cambio en el nivel medio del mar es la consecuencia de una serie de procesos físicos que ocurren en el océano, pero también sobre la atmósfera, tierra, hielo y ciclo hidrológico. Por otro lado, es importante destacar que los cambios en estos procesos sobre una determinada zona pueden derivar en cambios en zonas remotas (por ejemplo, cambios en la temperatura del agua de mar en océano abierto puede dar lugar a cambios locales en un tramo costero). Los procesos que dan lugar a cambios en el NMM son de diferente índole, los más relevantes a considerar son:

- cambios en las corrientes marinas y su densidad (a su vez, en la temperatura y salinidad de las masas de agua)
- anomalías en la presión atmosférica
- intercambio de las masas hielo y agua entre la tierra y el océano
- cambios en el aporte de agua dulce al océano (causando cambios en la temperatura y salinidad de las masas de agua)
- cambios en el campo de la gravedad y movimientos verticales del suelo oceánico asociado con la deformación visco-elástica
- procesos antropogénicos que influyen en la cantidad de agua almacenada (subterránea, en lagos u otros reservorios), alterando el ciclo hidrológico

Los procesos más relevantes para estimar cambios en el NMM son (i) la captación de calor y expansión térmica del océano, (ii) la contribución de los glaciares y (iii) las dinámicas de las masas de hielo asociadas a Groenlandia y Antártida. Las proyecciones del NMM ante escenarios climáticos que se presentan en este trabajo se han obtenido a partir de los resultados recogidos por el CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project). En concreto, se trata de simulaciones climáticas utilizando 21 modelos AOGCM (modelos de circulación acoplada atmósfera-océano) asociados con modelos sobre las capas de hielo terrestre.

Es importante mencionar que los cambios regionales pueden diferir sustancialmente de las estimaciones globales de incremento del NMM. Este hecho se debe a la complejidad de los patrones espaciales del sistema climático, que resultan de procesos dinámicos oceánicos, movimientos del fondo oceánico y

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

cambios gravitacionales debidos a la redistribución de masas de agua. La distribución regional particular de cambios en el NMM se asocia con procesos naturales y antropogénicos e incluyen cambios en las masas de agua debidos a cambios en los vientos, presión atmosférica, flujos de calor atmósfera-océano, aportes de agua dulce y corrientes marinas.

Para cada modelo climático, se dispone de valores anuales de incremento del nivel medio del mar desde 2007 al 2100 (94 años), con una resolución espacial de 1.0°. Estos incrementos están referenciados respecto al valor medio de NMM en el periodo de referencia 1986-2005.

Una vez procesadas las bases de datos procedentes de las simulaciones climáticas, se requiere de un tratamiento estadístico para generar los productos de las proyecciones climáticas de nivel medio del mar, de forma que se ha calculado el *mean ensemble* (cambio medio) multimodelo del incremento de esta variable respecto al valor medio en el periodo 1986-2005, así como la incertidumbre asociada (desviación típica y los límites (5%, 95%) del intervalo de confianza del 90%).

Los resultados se pueden visualizar en el visor en dos formas, en los puntos costeros (dinámica costera) y en los mapas (dinámica marina). En los 1196 puntos costeros, se han calculado las series temporales anuales (que abarcan 94 años, desde el 2007 al 2100) del ensemble multimodelo. Además, tanto en estos puntos como en los mapas, se han calculado los cambios para los periodos de 20 años 2026-2045 y 2081-2100, para ambos escenarios climáticos.

Así, en la zona de estudio de la playa del Regatón en Laredo, se obtienen los siguientes resultados en el visor C3E, teniendo en cuenta los puntos costeros (dinámica costera), más relevantes en nuestro caso de estudio, para los diferentes periodos y escenarios.

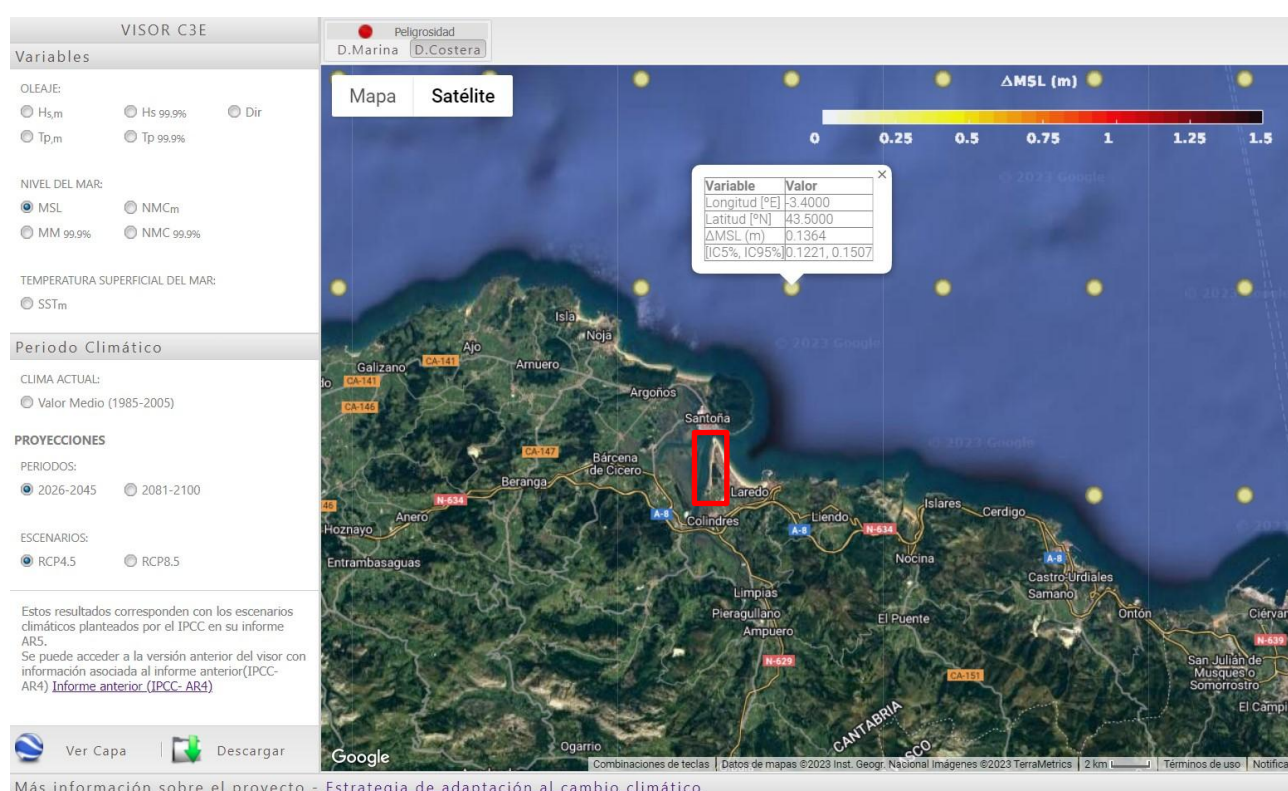


Figura 31. Ascenso del Nivel Medio del Mar (MSL) en el visor C3E para el periodo 2026-2045 y el escenario RCP4.5, zona de estudio en recuadro rojo.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

En esta primera imagen del visor C3E (figura 31), se representan los valores de ascenso del nivel medio del mar (MSL), para la proyección del periodo 2026-2045, y el escenario RCP4.5, obteniéndose un valor de 0,1364 m de ascenso para este tramo de la costa cántabra.

En la siguiente figura 32, se ha representado el visor C3E, para la proyección del periodo 2026-2045, y el escenario RCP8.5, obteniéndose un valor de 0,1409 m de ascenso del nivel medio del mar (MSL) para el mismo tramo de la costa cántabra.

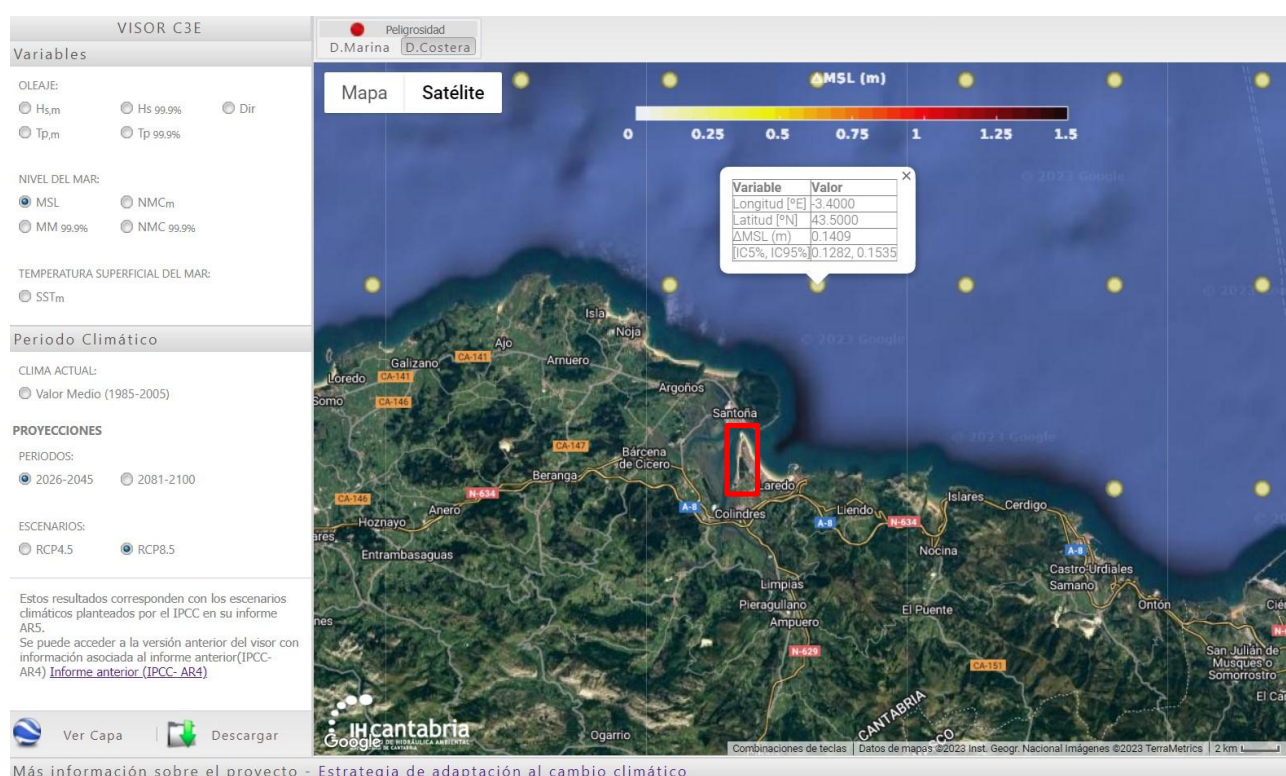


Figura 32. Ascenso del Nivel Medio del Mar (MSL) en el visor C3E para el periodo 2026-2045 y el escenario RCP8.5, zona de estudio en recuadro rojo.

Por lo tanto, en la proyección para el periodo entre los años 2026-2045, el ascenso del nivel medio del mar en el tramo de estudio de la costa cántabra sería de 0,1364 y 0,1409 m respectivamente para los dos escenarios de cambio climático RCP4.5 (escenario de estabilización) y RCP8.5 (escenario más pesimista).

Por otro lado, se ha calculado también la proyección del ascenso del nivel medio del mar para el periodo más alejado entre los años 2081-2100, obteniéndose unos resultados más preocupantes de ascenso del nivel del mar, que se indican en las siguientes figuras.

En la siguiente figura 33, se ha representado el visor C3E, para la proyección del periodo 2081-2100, y el escenario RCP4.5, obteniéndose un valor de 0,3937 m de ascenso del nivel medio del mar (MSL) en el mismo tramo de la costa cántabra.

Y por último en la siguiente figura 34, se ha representado el visor C3E, para la proyección del periodo 2081-2100, y el escenario RCP8.5, obteniéndose un valor de 0,5424 m de ascenso del nivel medio del mar (MSL) en ese mismo tramo de la costa cántabra.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

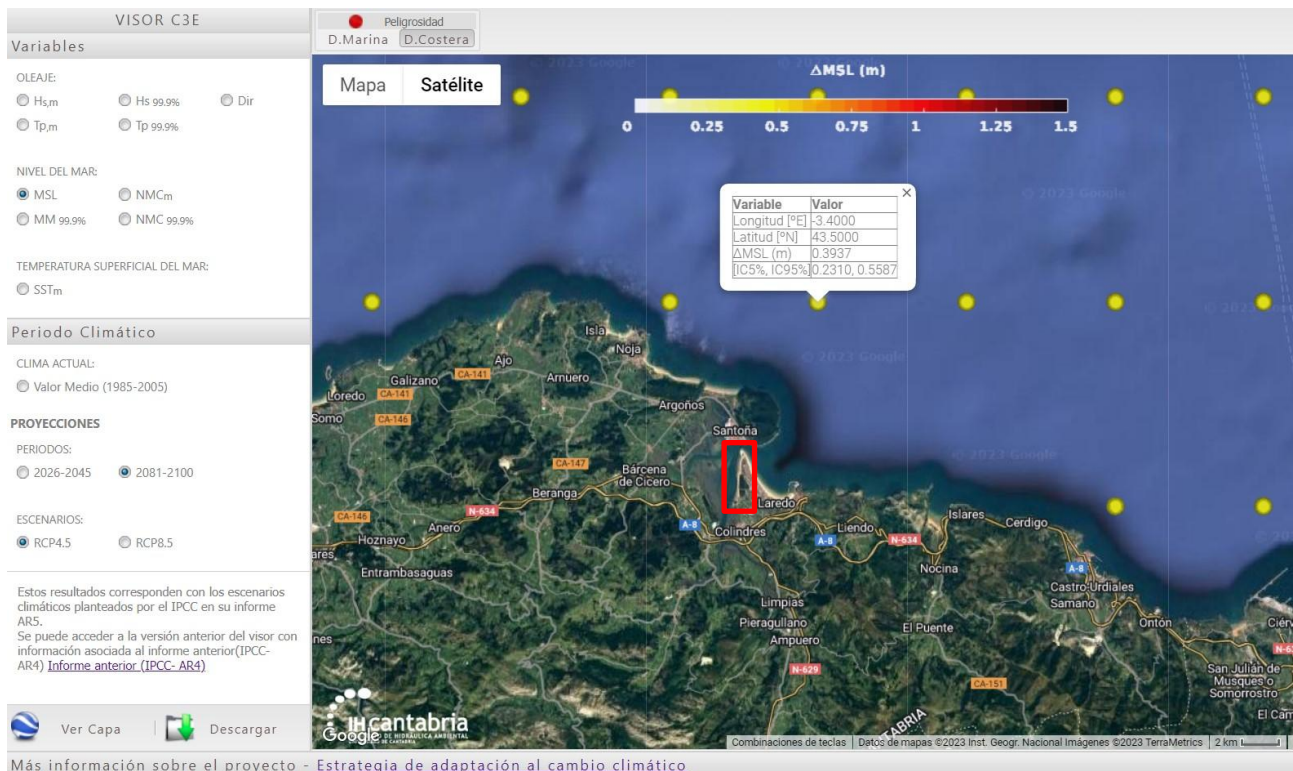


Figura 33. Ascenso del Nivel Medio del Mar (MSL) en el visor C3E para el periodo 2081-2100 y el escenario RCP4.5.

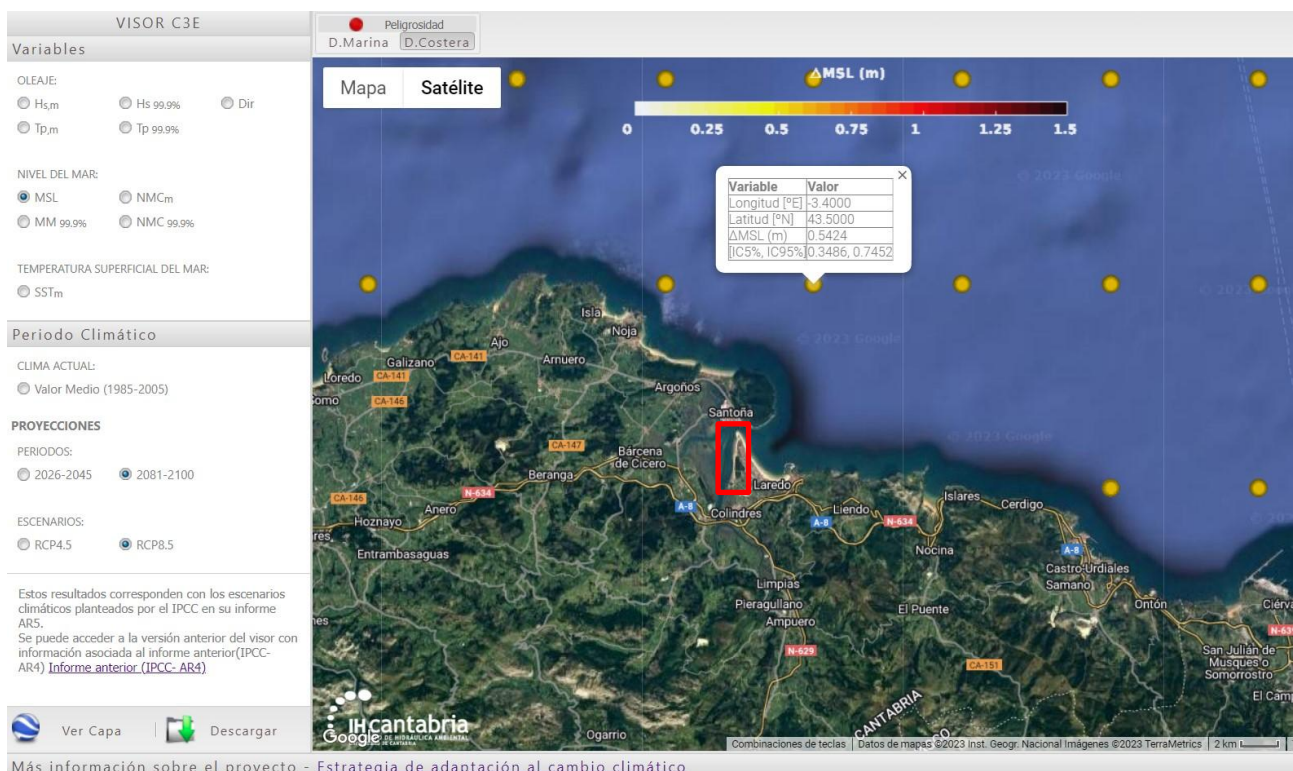


Figura 34. Ascenso del Nivel Medio del Mar (MSL) en el visor C3E para el periodo 2081-2100 y el escenario RCP8.5.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Por lo tanto, los resultados obtenidos para este segundo periodo entre los años 2081-2100 de la proyección del ascenso del nivel medio del mar, señalan valores de 0,3937 y 0,5424 m respectivamente para los escenarios RCP4.5 (escenario de estabilización) y RCP8.5 (escenario más pesimista).

Las proyecciones a mayor largo plazo de ascenso del nivel medio del mar, suponen subidas que conllevarían la inundación de extensas superficies en el litoral en general, y en concreto en la zona de estudio del sistema dunar de la playa del Regatón.

Como conclusión, teniendo en cuenta tanto las capas de Zonas inundables de origen marino y de Peligrosidad por inundación de origen marino, con periodo de retorno de 100 años, disponibles en el visor del Geoportal del MITERD, como las proyecciones de ascensos de nivel medio del mar como consecuencia del cambio climático, las previsiones en la zona de estudio supondrían la inundación de casi todo el sistema dunar de la playa del Regatón.

La previsión de peligrosidad de inundación marina con profundidad de 0,2-0,4 m suponía sumergir casi toda la superficie del sistema dunar, lo que sumado a la proyección de ascenso del nivel medio del mar para el periodo 2081-2100 que sería de 0,3-0,5 m respectivamente para los escenarios RCP4.5 (estabilizado) y RCP8.5 (pesimista), implicaría la inundación asegurada para casi todo el sistema dunar a finales de este siglo.

Incluso poniéndonos en la proyección más optimista RCP4.5 que implica la adopción real de medidas mitigadoras de los gases de efecto invernadero, y actuaciones correctoras respecto al cambio climático, la previsión sería de un ascenso de nivel medio del mar de 0,3 m que supondría la inundación de casi todo el sistema dunar, según los resultados de la capa de Peligrosidad por inundación marina del visor del Geoportal del MITERD.

Las previsiones de inundabilidad de origen marino, junto con la tendencia de ascenso del nivel medio del mar como consecuencia del cambio climático, ponen de manifiesto la necesidad de conservación del sistema dunar del Regatón en su conjunto, como medida para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa.

2.5. Análisis de los estudios previos

La zona de la playa del Regatón, ha sido objeto de otros estudios anteriores para determinar el límite de DPM-T, que han sido consultados para la realización del presente documento.

Por un lado el *Estudio Morfogenético para la determinación de Unidades con características de Dominio Público Marítimo-Terrestre* obrante en el expediente con referencia DES01/08/39/0003/CB y realizado por la Demarcación de Costas de Cantabria y Alatec en 2007.

Por otro lado el *Estudio Morfodinámico y de la Cota de Inundación de la Playa de Regatón, T.M. de Laredo*, incluido también en el expediente con referencia DES01/08/39/0003/CB y realizado por el IH Cantabria en 2009.

Y por último el *Estudio Técnico para la justificación de los bienes de D.P.M.-T. en el Sistema Dunar de Regatón, T.M. Laredo (Cantabria)*, realizado por Tragsatec en julio de 2016.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

A continuación se exponen las consideraciones más significativas de estos tres trabajos realizados previamente en la zona, y los estudios completos se presentan respectivamente en los anejos 3, 4 y 5 de este mismo estudio.

2.5.1. Estudio morfogenético del expediente

En el *Estudio Morfogenético para la determinación de Unidades con características de Dominio Público Marítimo-Terrestre*, como principal resultado se obtiene un mapa de unidades morfogenéticas, a partir del cual se realiza la determinación del Dominio Público Marítimo-Terrestre.

Para ello en primer lugar realizan una descripción de la zona desde el punto de vista geográfico y geológico, pasando posteriormente a la descripción de las unidades morfogenéticas, cuyos aspectos más relevantes se indican a continuación.

- **Playa del Regatón.** Las playas son unidades morfológicas pertenecientes al sistema morfogenético litoral. La playa del Regatón es una unidad de configuración planar, orientada sensiblemente de norte a sur, de una extensión aproximada de 3 Km y una anchura en bajamar de “playa húmeda”, (sometida a ciclos semidiurnos de inundación y exposición) superior a 40 m con suave pendiente hacia la ría, compuestas por depósitos arenosos sueltos de valores medios de 0,20 mm de diámetro.
Se encuentra directamente influida por las corrientes laminares asociadas a la dinámica estuarina, lo que determina el sentido de flujo de las arenas, transportadas en dirección paralela a la costa. Por otra parte, su situación al abrigo del monte Buciero en Santoña establece que los efectos de las corrientes y oleaje de mar abierto estén muy disminuidos. El límite que la separa hacia tierra de la “trascosta” o franja de dunas, también denominado talud de playa constituye un escarpe de pendiente más fuerte.
La vegetación en estas playas es discontinua y pobre en especies, ya que la zona arenosa próxima al mar, humedecida, salina y generalmente eutrofizada por los aportes del mar, constituye un ecosistema de duras condiciones para el desarrollo vegetal. No obstante, está colonizado por varias especies de herbáceas, siendo las más características la oruga marina (*Cakile marítima*) perteneciente a la familia de las Crucíferas y la barrilla (*Salsola kali*), ocasionalmente también se pueden encontrar la lechetrezna (*Euphorbia peplis*) y el polígono marítimo (*Polygonum maritimum*) de la familia de las poligonáceas.
La especial morfología de esta playa y su ubicación en la zona anterior de un importante sistema dunar que presenta tanto dunas móviles, en evolución, así como otras fijadas y semifijadas por vegetación, establece que estas unidades morfológicas de playa deban ser incluidas en la delimitación del DPMT en aplicación del art 3.1.b) de la Ley de Costas.
- **Sistema dunar del Regatón.** Las dunas constituyen unidades morfológicas de transición (dominio marino-continental), aunque las dunas costeras y mantos eólicos litorales, se incluyen en el sistema litoral dada su clara “maritimidad”, debido tanto a su morfología (arenas de playa) como por el proceso que las genera (formadas por la acción del mar o del viento marino). Este sistema dunar está formado por las aportaciones de arenas del río Asón y afluentes, y su posterior distribución por las corrientes estuarinas y costeras, que empujadas por el viento marino dominante, se acumulan no solo en playas, sino que cuando el volumen de arena es grande progresan arrastradas por el viento desde la berma de la playa hacia el interior, remontando tierra adentro, y dando lugar a extensos depósitos arenosos que forman dunas y mantos eólicos.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

La evolución del sistema actualmente, se basa casi exclusivamente en un modelado eólico, y en el grado de cobertura vegetal que adquiere una mayor importancia, como elemento de protección de los depósitos de arena, a medida que se produce la lenta invasión del nivel del mar.

El sistema dunar en su conjunto presenta los tres tipos de dunas característicos (dunas primarias, secundarias y terciarias), si bien de forma discontinua e irregularmente distribuidas en función de su fisonomía, de las actuaciones antrópicas y de la vegetación que progresivamente se va diversificando y va colonizando las dunas hacia el interior.

A lo largo de la playa del Regatón se ha desarrollado un importante cordón dunar, (a veces con varias ramificaciones paralelas a la costa) en continuidad con el antes existente (hoy casi desaparecido) al otro lado del puntal, en la playa de la Salvé. Este cordón dunar bastante modificado por las actuaciones antrópicas, (plantaciones, camping, etc.) está formado de pequeñas subunidades morfológicas, constituidas por montículos arenosos y distintas formas de acumulación, cubiertas de manera desigual por una vegetación superficial irregular (salvo en la zona de las plantaciones forestales) y poco enraizada.

La cubierta vegetal de las arenas ha sido transformada por alteraciones antrópicas, al haberse realizado plantaciones forestales en la zona, como la efectuada por “Papelera Española”, y que también contribuyen a desarmonizar la zonificación dunar natural.

En el sistema cabe distinguirse tres áreas perfectamente delimitadas:



Figura 35. Áreas diferenciadas dentro del sistema dunar de la playa del Regatón en el estudio morfo-genético.

- 1- **Área entre el Puntal y las dunas modificadas por plantaciones.** Está desprovista de vegetación arbórea (consecuencia de no haber sufrido las plantaciones forestales), constituye un amplio espacio dunar bastante uniforme donde se distinguen varios cordones dunares con distinto nivel de evolución y movilidad.

La zona próxima al Puntal, está sometida a una mayor evolución, en esta zona se distinguen al menos tres cordones dunares ordenados desde la playa hacia el interior, si bien el tercero más próximo al inicio de la zona urbana, registra una menor aportación activa de arena

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

desde la playa del Regatón debido al apantallamiento que ejercen los otros cordones situados delante. El aporte que se producía anteriormente desde la playa de La Salvé, está totalmente interrumpido por la barrera urbana creada paralela a esa playa.

En toda el área se puede apreciar un importante desarrollo de vegetación rastrera, si bien pese a este importante desarrollo vegetal, siguen siendo muy importantes los *blowouts* o rupturas por donde a modo de pasos o corredores, el viento introduce la arena que alimenta las dunas. En algunos casos estas rupturas son aprovechadas como zonas de paso desde el interior hacia la playa, produciéndose un deterioro en la vegetación y contribuyendo a dejar libres las arenas que movidas por el viento progresan por estos corredores que funcionan como pasillos de “deflacción eólica”.

En los depósitos más alejados de la playa (tercer cordón), se presenta un mayor grado de cobertura vegetal, con una mayor fijación de los depósitos por comunidades del tipo césped (*Desmazerio* y *Phleetum arenaii*) y comunidades de gramíneas (*Plantago* y *Trifolietum fragiferae*), desarrollando un primario horizonte orgánico. No obstante, estos cordones presentan un potente sustrato arenoso, si bien bastante consolidado.

Así mismo, entre los cordones dunares se diferencian pequeñas depresiones o corrales, irregularmente distribuidos, donde se producen encharcamientos temporales (generalmente pluviales, la conexión con aguas de procedencia marina es difícil, si bien se han medido altos niveles de salinidad en aguas sustratos profundos llegados por filtración), lo que permite el desarrollo de una vegetación características de juncas (*Juncus acutus* asociado a *Carex arenaria* y alguna especies de *Agropyrum junceiforme*).

En la zona de la playa del Regatón más alejada del puntal y próxima a la zona de plantaciones, la modificación no ha sido demasiado grande dado que al tratarse de un área de sedimentación bastante cerrada sobre el estuario del Asón, el efecto de corrientes litorales está muy mitigado y además el flujo de corrientes fluviales ha descendido en los últimos años, y se ha producido una importante reducción del impacto del viento marino como consecuencia del efecto disipador que supone fundamentalmente la actuación antrópica de urbanización en toda la zona, y en consecuencia el sistema que presentaba un importante equilibrio ha visto reducida la movilidad de la arena.

También es significativo al sur de esta área, próxima al área de plantaciones, un importante depósito de arenas procedentes de dragados, con una importante cantidad de conchas de moluscos generalmente fragmentadas, que ha ido creciendo y se ha modelado por el viento dando lugar a la formación de una duna en evolución hacia la parte posterior del sistema.

- 2- **Área de las plantaciones.** Situada sobre el sistema dunar, la masa forestal ha fijado en mayor medida las arenas, si bien la acción conjunta fluvio-mareal en el cauce de la ría (en pleamares máximas la playa está totalmente alcanzada por la elevación del nivel del mar), ayudada en parte por el viento, está socavando paulatinamente la base del complejo sedimentario, generando un importante escarpe y una zona de arenas sueltas en movimiento (dunas primarias) que separa el resto del sistema dunar de la playa.

La erosión del citado frente dunar, a pesar de la fijación de las arenas por la repoblación forestal, favorece que se exponga localmente el sustrato inferior de las arenas y se generen unos taludes inestables sobre las vertientes que hacen que la acción de la gravedad ayude a la acción del viento y agua de la ría, para producir desprendimientos de materiales arenosos sobre el cauce.

No obstante, la fijación de las dunas por las reforestaciones impide que el aporte de materiales a la ría sea el suficiente para mantener el equilibrio del sistema duna-playa en esta zona de la playa del Regatón, apreciándose una clara disminución de la anchura de playa

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

respecto a las zonas más la sur (frente al camping) o hacia el puntal. En la actualidad el sistema dunar aquí está muy degradado debido a las plantaciones forestales (eucaliptos), llevados a cabo en los terrenos de Papelera Española S.A. (se aprecian plantaciones en la fotografía del año 1953), y es dificultoso determinar las características primitivas del cordón dunar. En la búsqueda del equilibrio, la propia dinámica marina trata de extraer materiales de las franjas desprovistas de vegetación e incluso de aquellas con cobertura vegetal, (ya que en muchos casos se trata de especies con un enraizamiento muy superficial), como se aprecia en los taludes erosionados citados.

El aporte externo de materiales se ha visto sensiblemente disminuido en este entorno, tanto por el cauce del río Asón, cada vez más regulado y con menores caudales y avenidas, o por el impedimento de acceso desde la zona exterior de la desembocadura, a través de la barrera que crean los bajos en la bocana de la ría, o por haberse interrumpido el paso desde la playa de La Salvé por la gran barrera urbanística.

Con la finalidad de proteger el equilibrio de la playa, y asegurar el balance de arena, se hace necesario poder disponer en esta zona de los antiguos depósitos dunares, fundamentalmente de los desprovistos de vegetación con mayor movilidad, e incluso de aquellos fijados, para que garanticen la estabilidad de la playa y la defensa de la costa.

- 3- **Área de instalación del Camping del Regatón.** Se sitúa próximo a la playa sobre terrenos que se podrían identificar como ganados al mar, como parte de la zona dunar, las instalaciones del camping se han realizado sobre depósitos de arena de origen marino.

La instalación del camping se realizó con anterioridad a la entrada en vigor de la Ley 22/88 de Costas, sobre terrenos que ya habían perdido sus características de dominio público marítimo-terrestre, y su situación permanece igual desde por lo menos el año 1989, no constando antecedentes administrativos sobre otorgamiento de concesiones o práctica de deslindes que afecten a los terrenos. Por tanto, es posible justificar, a partir de los datos disponibles, que se trate de terrenos antropizados en la ribera del mar con justo título (ya que la propiedad de los mismos podría haber sido adquirida con anterioridad a la entrada en vigor de la Ley de Puertos de 1880), y se propone no incluir esos terrenos en el dominio público. Se ha optado por establecer un deslinde ajustado al límite interior actual de la playa seca y depósitos activos de materiales sueltos se origen marino.

En la definición de las unidades morfogenéticas, también se ha tenido en cuenta la evolución de la línea de costa reflejada en el Plano de Evolución que se presenta en el estudio, en el que se comparan las fotos aéreas de los años 1953, 1989 y 2005, y se analiza también el transporte de sedimentos dentro del sistema dunar, obteniendo una tasa de regresión de 1-2 m/año, que hace necesaria una franja de dominio de al menos 200 m, para garantizar la estabilidad de la playa en tiempos futuros.

Dentro de las unidades morfogenéticas que se han identificado, se incluye también el “dominio antrópico” que correspondería a aquellos terrenos que han perdido sus características naturales originarias por actuaciones humanas vinculadas al desarrollo industrial y urbanístico, y que se corresponden con zonas ocupadas o modificadas por la acción humana, sobre terrenos en los cuales difícil determinar sus antiguas características naturales.

Estas unidades identificadas de los dominios marino, continental y antrópico, sirven de base para establecer el límite del dominio público marítimo terrestre a proponer, teniendo en cuenta que la morfología de la línea de costa, según se muestra en el plano de unidades morfogenéticas siguiente (original en el anejo 3), obteniéndose una línea muy parecida a la del deslinde anulado posteriormente, pero desplazada hacia la playa unos 100 m en las parcelas de las plantaciones.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

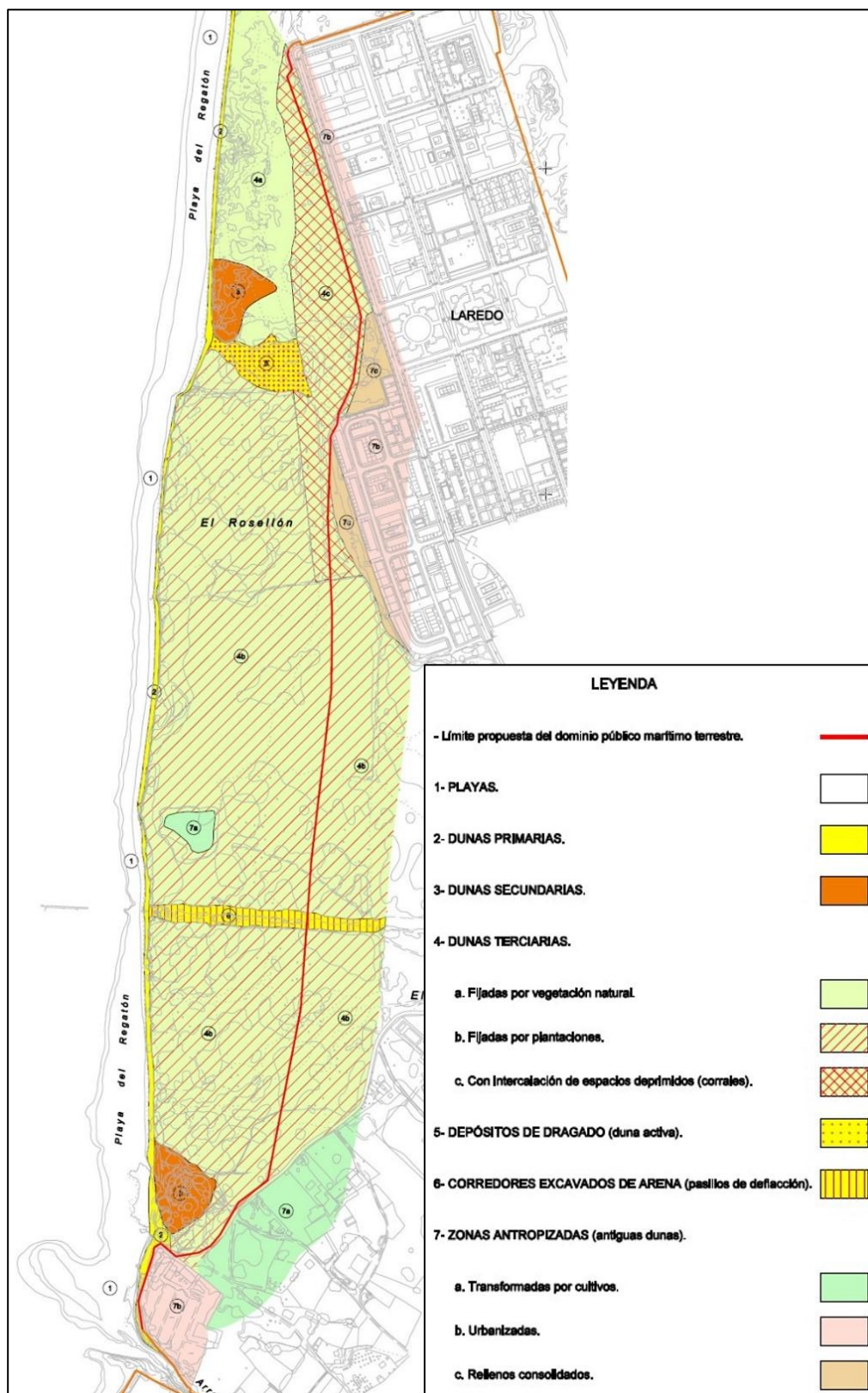


Figura 36. Plano de unidades morfogénicas de la playa del Regatón, extraído del Estudio Morfogénico del expediente.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Además del plano de unidades morfogénicas, en el estudio se incluye un reportaje fotográfico de campo, que se puede consultar en el anejo 3 de este estudio.

Por último, el estudio también incluye las fichas de análisis de las catas realizadas y el plano de situación de las mismas, quedando fuera de la línea propuesta las catas L-7, L-9 y L-11.



Figura 37. Plano con la localización de las catas, extraído del Estudio Morfogénico del expediente.

Según las fichas de las catas, que se pueden consultar también dentro del estudio en el anejo 3 de este documento, la naturaleza de los sedimentos depositados en la zona es de arenas, y las 12 muestras analizadas (L1 - L12), corresponden a depósitos de tipo **dunas litorales**, con clasificación textural de arena fina, en un ambiente de deposición litoral, dentro del dominio costero.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

2.5.2. Estudio Morfodinámico del IH Cantabria

El *Estudio Morfodinámico y de la Cota de Inundación de la playa del Regatón, T.M. de Laredo*, elaborado por el IH Cantabria en el año 2009, realiza el cálculo de la cota de inundación para periodos de retorno entre 10 y 200 años, y además un estudio morfodinámico de la playa, suponiendo la recuperación ambiental de zonas de marisma del interior del estuario del río Asón, en su momento desecadas, y determinando las condiciones de estabilidad de la playa. El estudio completo original se presenta en el anejo 4 del presente estudio.

En primer lugar, para el cálculo de la cota de inundación, en el estudio se realiza un análisis de todas las dinámicas actuantes en la zona, que son marea astronómica, marea meteorológica, caudal fluvial y oleaje.

El análisis de la marea astronómica, determina que se puede asumir que el nivel de marea en la playa del Regatón es el mismo que el nivel en el exterior del estuario.

En cuanto a la marea meteorológica por viento, se determina que su contribución puede ser despreciada frente a la marea astronómica. La marea meteorológica por presión sí es relevante, y su efecto se puede analizar de forma lineal junto con la marea astronómica, con igual nivel de mar que en exterior del estuario.

Para el caudal fluvial, se analiza el nivel del mar considerando caudal nulo, y considerando un caudal de avenida máximo, determinando que los efectos producidos por el caudal del río pueden despreciarse frente al efecto de la marea.

En cuanto al oleaje, tanto el generado en el exterior, como el oleaje generado por el viento en el interior del estuario, el análisis determina que no son relevantes y se pueden considerar despreciables frente a la marea.

Del análisis de las dinámicas actuantes se concluye que la cota de inundación en la zona de estudio está determinada principalmente por la suma de la marea astronómica y la marea meteorológica, y para su cálculo se realiza un análisis estadístico con predicciones de los valores de marea durante 400 años, a partir de los datos de puntos SIMAR.

La cota de inundación se calcula teniendo en cuenta periodos de retorno entre 10 y 200 años, obteniéndose los siguientes resultados:

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	10	25	50	100	200
COTA DE INUNDACIÓN (m) RESPECTO AL NMMA	3,20	3,24	3,27	3,29	3,31

Tabla 2. Cota de inundación con respecto al NMMA para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años.

Los resultados de la cota de inundación se representan de manera gráfica en los mapas de la siguiente figura para los periodos de retorno de 10 y 200 años. Para el resto de periodos de retorno, los mapas se presentan en el anejo 4 de este mismo estudio, donde se encuentra disponible el estudio morfodinámico y de la cota de inundación completo.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)



Figura 38. Cota de inundación calculada para el periodo de retorno de 10 años (imagen de la izquierda, en amarillo) y para el periodo de retorno de 200 años (imagen de la derecha, en rosa), mapas extraídos del Estudio Morfodinámico del IH Cantabria.

Además, en el estudio se calcula también la cota de inundación teórica para los máximos temporales conocidos, a partir de los datos del mareógrafo de Santander. El valor más alto de nivel de mareas observado en este mareógrafo en el periodo 1992-2009, fue el registrado en día 24/12/1995, que originó una cota de inundación teórica para ese temporal de 3,20 m, que se ha representado de manera gráfica sobre la ortofoto en la siguiente figura.

Estos valores de cota de inundación, según los autores de este estudio, pueden aumentar si se cumplen las previsiones de ascenso del nivel del mar estimado por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), que considera un aumento del nivel medio del mar de 0,15 m para el horizonte del año 2050, lo que estaría en consonancia con las previsiones indicadas en el punto 2.4.3. de este mismo estudio, a partir del visor C3E.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

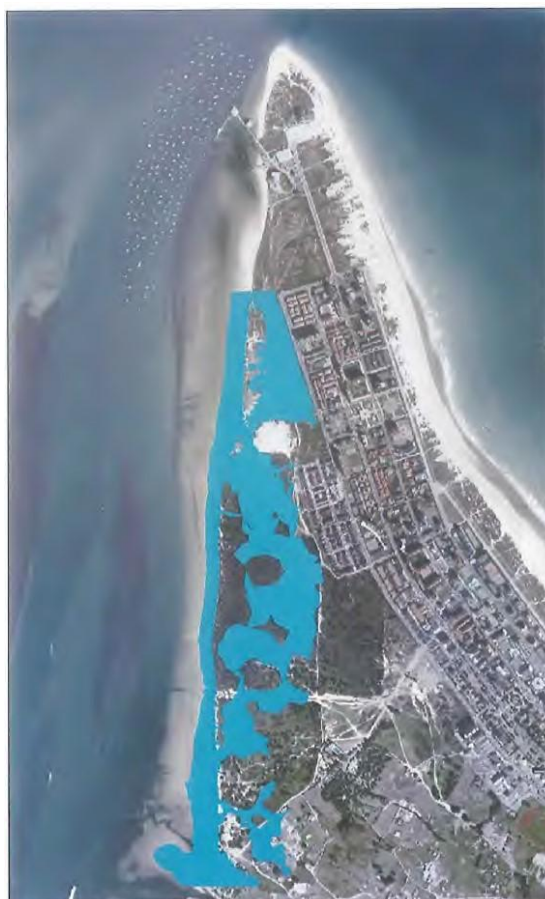


Figura 39. Cota de inundación teórica par el máximo temporal conocido, ocurrido el 24/12/1995, extraído del Estudio Morfodinámico del IH Cantabria.

A continuación se realiza un estudio morfodinámico, considerando la recuperación ambiental progresiva de algunas zonas de marismas en el interior del estuario del río Asón, que en su momento fueron desecadas, y en la actualidad se encuentran abandonadas o en proceso de recuperación, lo que proporcionará cambios en la morfodinámica sedimentaria del estuario y en concreto de la playa del Regatón.

El principal cambio en la morfodinámica sedimentaria que afectaría a la zona de estudio, sería el incremento en el volumen de los canales mareales, especialmente el de la ría de Treto que discurre paralelo a la playa del Regatón. Este incremento de volumen se traduce principalmente en aumento de la anchura y profundidad del canal, considerando que se mantiene proporcional la configuración final en equilibrio, produciéndose erosión en los lados del canal.

La erosión en los lados del canal que depende de la consolidación del sedimento, se producirá principalmente en la orilla oriental arenosa (playa del Regatón), frente a la orilla occidental de sedimento de marisma fangoso más cohesivo, por lo que se supone una erosión en la playa del Regatón entre 25-35 m, si se considera que el aumento de anchura se repartirá en las dos orillas, y entre 50-70 m si se considera que toda la erosión se produce en la orilla oriental de la playa del Regatón.

La erosión en la playa del Regatón, provocará un retroceso en el perfil de la playa y por lo tanto en el cordón dunar, hasta alcanzar su nueva configuración estable, considerando la cota de inundación calculada. Un ejemplo del proceso previsto en el estudio, se representa en la siguiente figura.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

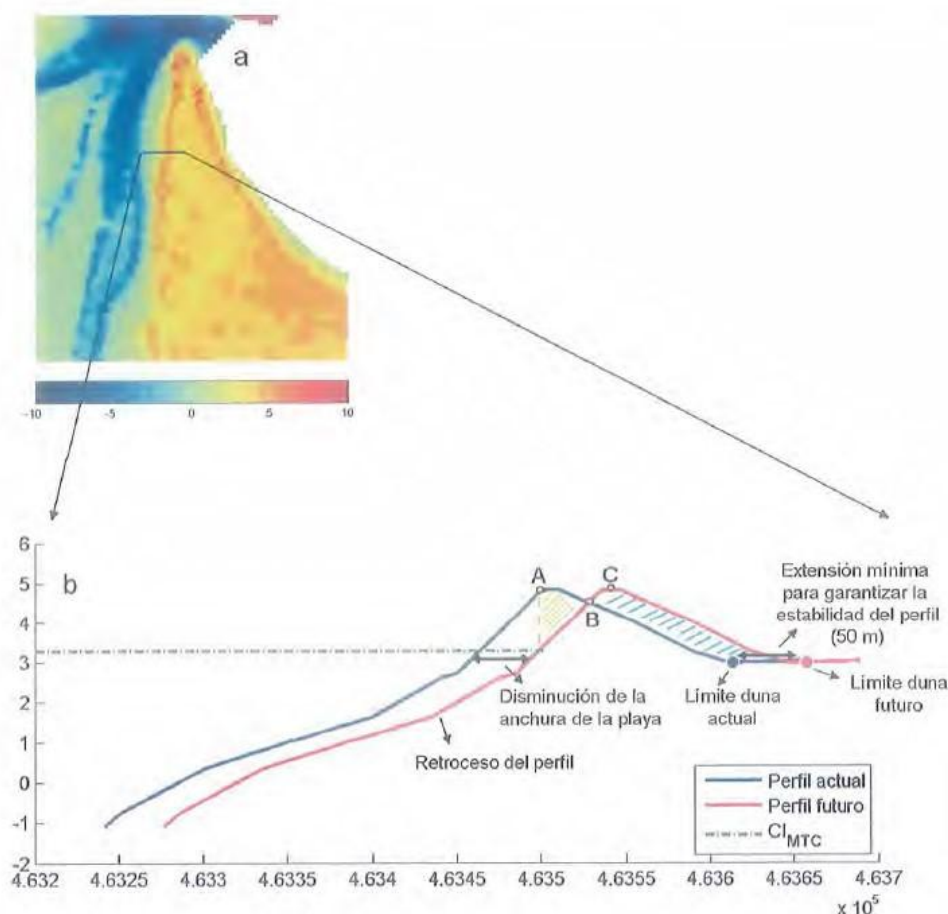


Figura 40. Perfil transversal en la playa del Regatón, en azul la situación actual y en rojo el perfil previsible en el futuro, la línea discontinua representa la cota de inundación correspondiente a los máximos temporales conocidos, figura extraída del Estudio Morfodinámico del IH Cantabria.

En la figura se muestra el perfil actual (línea azul) en el que la cota de inundación (línea discontinua) alcanza el sistema dunar, bajo las condiciones dinámicas futuras la anchura de la playa disminuye unos 50 m lo que origina el retroceso del perfil. En esta situación la duna se erosiona por efecto de la inundación y se desplaza hacia el interior hasta alcanzar el nuevo equilibrio (línea roja). Este desplazamiento representa la extensión mínima necesaria para permitir la movilidad del perfil de la playa y garantizar su estabilidad.

Los cambios que experimentará la playa para adaptarse a las nuevas condiciones de equilibrio, serán por un lado el retroceso del perfil entre 25-50 m, la inundación socavaré y erosionará el frente del cordón dunar originando un escarpe desde el punto más alto de la duna.

Por otro lado el viento y el oleaje erosionarán y suavizarán el escarpe, lo que hará disminuir la cota de la duna. Y posteriormente el viento transportará el sedimento y la duna volverá a alcanzar un nuevo equilibrio. Al erosionarse el frente del sistema dunar, la playa quedará más expuesta a los eventos de inundación.

Por lo tanto, la forma media del frente dunar actual retrocederá unos 50 m de media, aunque este retroceso puede ser mayor puntualmente ante eventos extremos de inundación. Para permitir este retroceso

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

y garantizar la estabilidad de la playa, se necesita como mínimo 50 m a partir del trasdós del primer cordón dunar, para garantizar el sistema dunar completo, será necesaria una distancia mayor.

2.5.3. Estudio técnico de Tragsatec (2016)

El *Estudio técnico para la justificación de los bienes de DPM-T en el sistema dunar de Regatón, T.M. Laredo (Cantabria)*, realizado por Tragsatec en julio de 2016, elabora un análisis de los cordones dunares que forman el sistema dunar del Regatón, en función de la cobertura de vegetación que presentan, para clasificarlos según las indicaciones establecidas en la Ley de Costa y su Reglamento vigentes en esa fecha, de cara a su inclusión en el Dominio Público Marítimo-Terrestre (estudio original en el anejo 5).

Para ello, en primer lugar realiza una descripción de la zona de estudio, en la que se definen las unidades presentes partiendo del *Estudio morfogenético para la determinación de unidades con características de dominio público marítimo-terrestre*, analizado en el punto anterior de este estudio.

Las unidades principales identificadas por tanto, son también la Playa del Regatón, y el Sistema dunar del Regatón, y dentro del sistema dunar del Regatón se distinguen tres zonas también, correspondientes al área entre el Puntal de Laredo y las dunas repobladas (plantaciones), a las dunas repobladas (plantaciones), y a la zona sur-camping del Regatón, como en el estudio morfogenético analizado en el punto anterior.

El estudio realiza también un análisis de la evolución histórica comparando las fotografías aéreas de los años 50, con las de los años 80 y la del 2014, que era la más reciente cuando se elaboró el estudio.

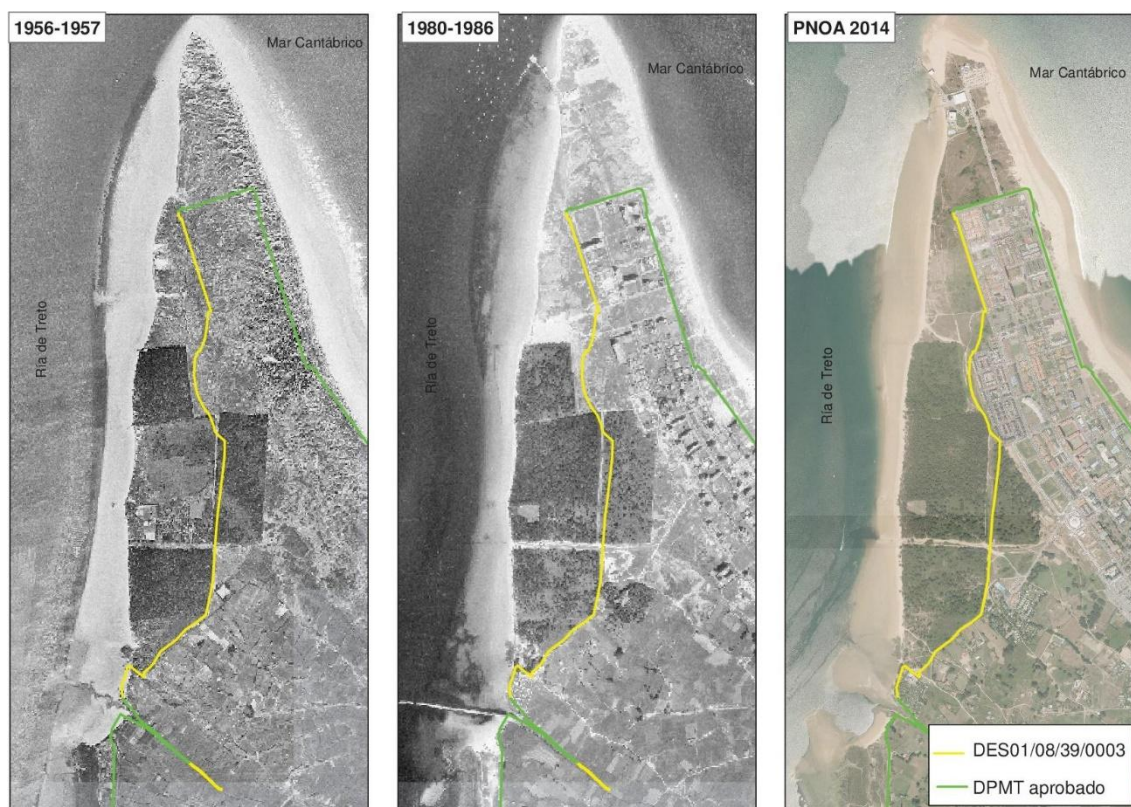


Figura 41. Evolución histórica con las fotos aéreas de los años 50, 80 y 2014, extraído del Estudio de Tragsatec (2016).

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Los aspectos más relevantes que se indican en esta evolución son por un lado la reducción de la anchura de la playa, y la repoblación de las dunas que origina un retroceso de la línea de costa respecto a las zonas sur y norte, como consecuencia de la fijación de la arena en el eucaliptal, que impide el aporte sedimentario suficiente para garantizar el equilibrio del sistema.

Y por otro lado se observa en general un fuerte proceso de urbanización y una elevada presión turística, que aceleran el carácter regresivo tanto de la playa como del sistema dunar.

El frente dunar en el extremo norte del Puntal de Laredo, sufrió con especial intensidad los procesos erosivos producidos por los temporales en los años previos a la fecha del estudio, lo que originó actuaciones de reposición de arenas y reparación de las dunas.

En cuanto a los cordones dunares, en el estudio se realiza primero su delimitación, distinguiéndose tres cordones dentro del sistema dunar, que presentan una disposición irregular como consecuencia de las intervenciones antrópicas llevadas a cabo en la zona, especialmente las repoblaciones forestales, que contribuyen a desarmonizar la zonificación dunar natural a lo largo del sistema, (figura 42).



Figura 42. Cordones dunares identificados en el sistema dunar del Regatón, extraído del Estudio de Tragsatec (2016).

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Posteriormente se realiza la caracterización de la vegetación mediante teselas, determinando a partir de fotointerpretación las especies o comunidades, vegetales tanto herbáceas como arbustivas y arbóreas y su grado de cobertura o fracción de cabida cubierta (FCC) para cada uno de los tipos, herbácea, arbustiva y arbórea.

De acuerdo con los criterios que establecía la Legislación de Costas vigente, se calcula el porcentaje de cobertura vegetal leñosa (arbórea+arbustiva) para cada cordón dunar, obteniéndose los siguientes resultados.



Figura 43. Porcentaje de cobertura vegetal leñosa para cada cordón dunar, extraído del Estudio de Tragsatec (2016).

Con estos resultados, se clasifican los diferentes cordones dunares según los conceptos indicados en la Ley de Costas y su Reglamento, de esta manera, el sistema dunar de Regatón se compone de una duna en desplazamiento o evolución, una duna primaria con un 11,9% de cobertura vegetal leñosa y una duna secundaria con un 60,6%, todas ellas por debajo del 75% de cobertura vegetal leñosa que marcaba la legislación vigente en esos años, para ser considerada una duna estabilizada, no necesaria para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Por consiguiente, en el estudio se obtiene la conclusión, de que todas las dunas incluidas en el deslinde (coincidente con el deslinde anulado), son necesarias para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa, y por tanto constituyen bienes de dominio público marítimo-terrestre.

Por último, el estudio incluye también un reportaje fotográfico de la zona, que se incluye a continuación.

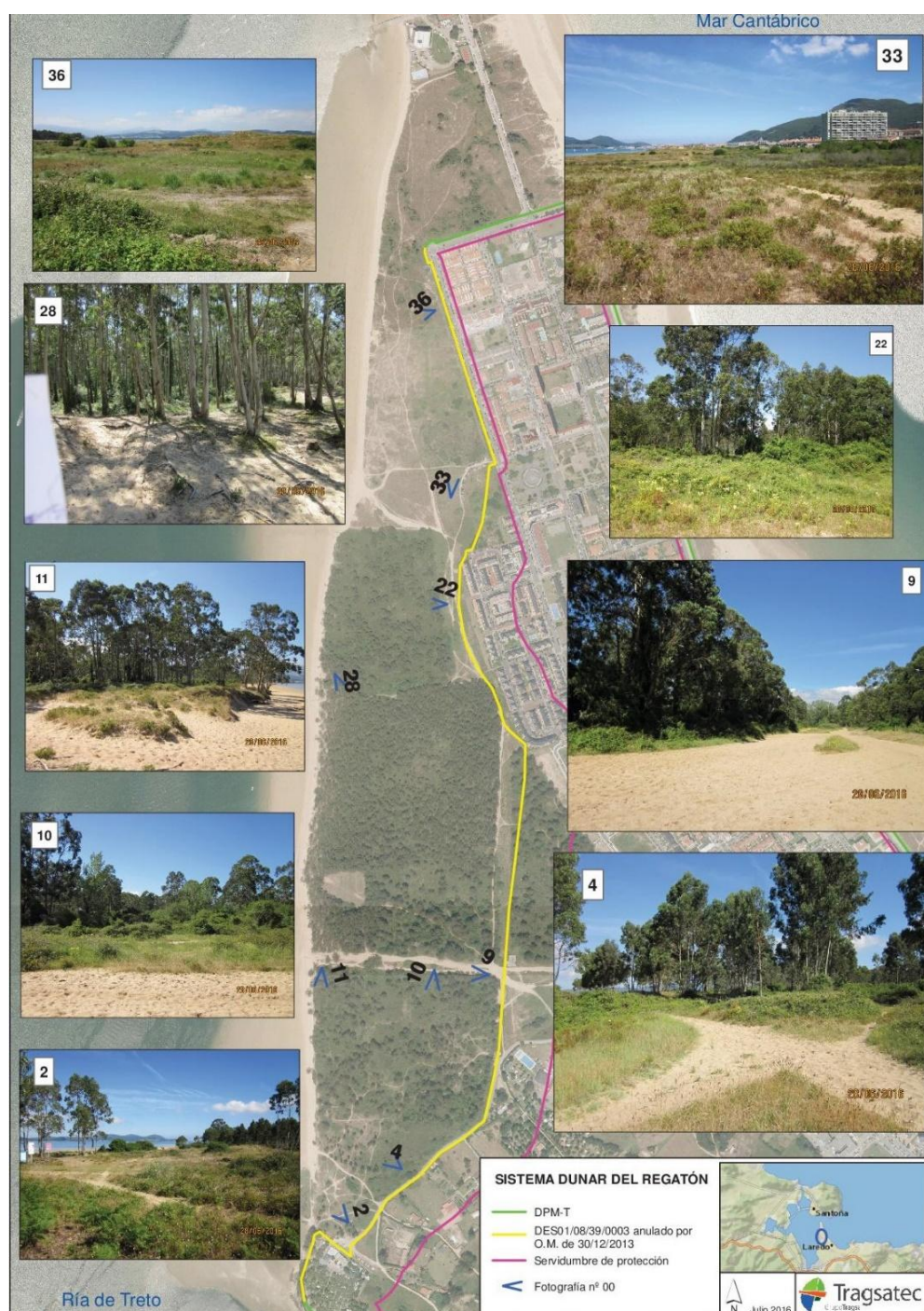


Figura 44. Reportaje fotográfico de la playa del Regatón, extraído del Estudio de Tragsatec (2016).

3. Propuesta y justificación del DPM-T

Teniendo en cuenta la Normativa de Costas vigente en referencia a los aspectos geomorfológicos del litoral, se realiza una propuesta para la incorporación al dominio público marítimo terrestre de todos los terrenos que forman parte del sistema dunar de la playa del Regatón, en el tramo situado entre el arroyo del Regatón y el Puntal de Laredo, en la orilla oeste de la barra arenosa de Laredo, perteneciente a dicho término municipal de Laredo (Cantabria), y que corresponde al tramo de deslinde anulado, con referencia DES01/08/39/0003.

Considerando todo lo analizado en el presente estudio, sobre el Dominio Público Marítimo-Terrestre en la zona de la playa del Regatón, junto a las características de cada uno de los terrenos incluidos en las diferentes unidades geomorfológicas identificadas para dicha área, se observa a priori y sin perjuicio de posteriores estudios más detallados, que sería necesario incorporar al Dominio Público Marítimo-Terrestre toda la zona identificada como dunas en el mapa de unidades geomorfológicas de la figura 8, además de los terrenos identificados como playa que ya se encontraban incluidos anteriormente.

En la siguiente figura 45 (y también en el anejo 6), se ha representado dicho dominio englobado por la línea de deslinde indicada como “Límite DPM-T propuesto” (poligonal verde discontinua).



Figura 45. Propuesta de DPM-T en la zona de la playa del Regatón, sobre la ortofoto de 2020.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

De manera general, se propone como límite del dominio público marítimo-terrestre el límite interior del área identificada como dunas en este estudio, en concordancia con lo expresado en el artículo 3.1.b) de la Ley de Costas, que señala como bienes de dominio público marítimo-terrestre *“Las playas o zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, estas últimas se incluirán hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa”*.

Según se ha visto en los diferentes apartados de este trabajo, la zona de estudio de la playa del Regatón, constituye un sistema dunar con una playa asociada, formado por el desarrollo de la barra arenosa de cierre del estuario del río Asón, sobre la que se han desarrollado dos playas, una en la orilla interior o estuarina (playa del Regatón), y otra en la orilla exterior abierta al mar (playa de La Salvé), y en la parte interior o trasera de ambas playas, se ha desarrollado un sistema o campo dunar, como consecuencia de la actividad eólica de los vientos dominantes de la bahía. Dicho sistema dunar posteriormente ha sido alterado por antropización, quedando reducido y degradado parcialmente hasta su estado actual, como así se deduce del análisis de las ortofotos antiguas y actuales de la zona, de la bibliografía consultada, o de los estudios previos analizados.

En el apartado 2.2.2. *Geomorfología* de este estudio, se ha visto el Mapa Geomorfológico Digital de Cantabria (figura 7), realizado por el IGME en colaboración con el Gobierno de Cantabria, en el cual la zona que se propone incorporar al dominio público marítimo-terrestre, corresponde mayoritariamente a la unidad “dunas con vegetación”, y por lo tanto estaría en consonancia con lo expresado en la normativa de Costas vigente.



Figura 46. Propuesta de DPM-T (en verde discontinuo), sobre el Mapa Geomorfológico Digital de Cantabria de la figura 7, correspondiente a las unidades dunas con vegetación (7) y playa (11).

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

En los apartados 2.2.3. *Origen y evolución de las dunas del Puntal de Laredo*, y 2.3. *Evolución histórica* de este estudio, se ha visto que en la evolución del sistema dunar de la playa del Regatón, la dinámica estuarina está produciendo un retroceso general tanto de la línea de playa como de las dunas. Este retroceso es más lento o menos acusado, en las zonas más activas sedimentológicamente (al N y al S de las plantaciones forestales), donde las arenas de las dunas se pueden movilizar y alimentar a la playa después de los procesos erosivos de los temporales, mientras que en las zonas donde las arenas de las dunas tienen menos movilidad (parcelas de las plantaciones forestales donde las dunas están más estabilizadas), el retroceso es más acusado y la playa está más adelgazada. Como conclusión, queda patente que las arenas de las dunas son necesarias para garantizar la estabilidad de la playa, y atenuar los procesos erosivos, dunas que corresponden a la franja de terrenos que se incluyen en la propuesta de dominio público marítimo terrestre.

En el apartado 2.4. *Inundación y ascenso del nivel del mar*, se presentan unas previsiones de inundación a largo plazo y una proyección de ascenso del nivel medio del mar como consecuencia del cambio climático, para finales de este siglo. Por un lado, según la capa de Zonas Inundables de origen marino con periodo de retorno de 100 años, la inundación se extendería hasta la cota 2,95 m de media en la zona del Regatón. Por otro lado, según la capa de Peligrosidad de inundación marina con periodo de retorno de 100 años, la mayoría del sistema dunar sufriría inundación, alcanzando una profundidad mínima de 0,2 -0,4 m en gran parte de la superficie inundada. Y por último, según las proyecciones para el periodo 2081-2100, y el escenario de cambio climático RCP8.5 (más pesimista), el nivel medio del mar ascendería 0,54 m en este tramo de la costa cántabra. Por tanto, las previsiones y proyecciones futuras, para finales del presente siglo, implicarían la inundación de casi todo el sistema dunar de la playa del Regatón, lo que pone de manifiesto la necesidad de su conservación para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa, y su consonancia con lo expresado en el artículo 3.1.a) de la Ley de Costas.

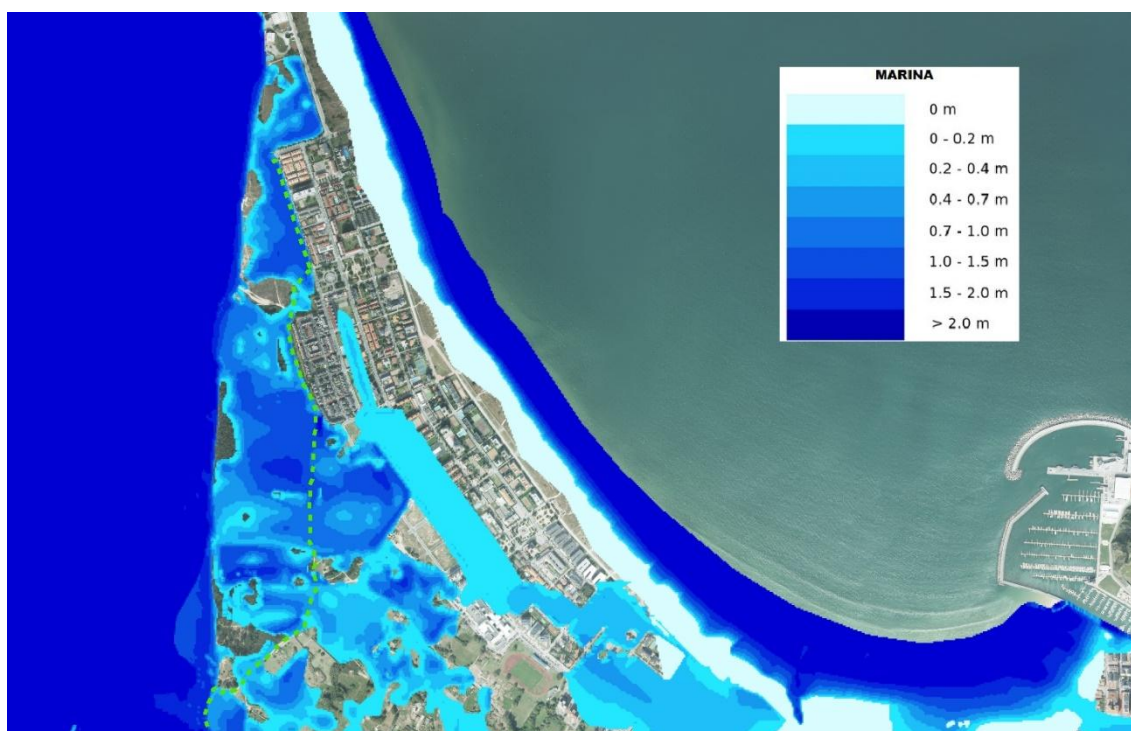


Figura 47. Límite de DPM-T propuesto en línea verde discontinua, sobre la capa de Peligrosidad por inundación de origen marino con T=100 años, del visor del Geoportal del MITERD.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

En el estudio morfogenético del apartado 2.5.1., se proponen unos terrenos para incorporar al dominio público reflejados en el mapa de unidades morfogenéticas (figura 36), como resultado final de ese estudio. Estos terrenos incluyen dunas primarias, secundarias y terciarias, excluyendo del dominio público las zonas antropizadas correspondientes a antiguas dunas transformadas en cultivos, urbanizadas o que han sufrido rellenos consolidados. Para alcanzar estos resultados, se llevó a cabo un estudio de campo incluyendo una serie de catas, junto con un análisis de la evolución de la línea de costa a partir de imágenes aéreas que determinó un retroceso del límite playa-duna de 1-2 m/año en los últimos 50 años, que hace necesaria una franja de dominio de al menos 200 m para garantizar la estabilidad de la playa en el futuro. Todas estas consideraciones, se han tenido en cuenta para determinar los terrenos interpretados como dunas necesarias para garantizar la estabilidad de la playa, que se han incluido dentro de la propuesta, ya que forman parte de los bienes de dominio público marítimo-terrestre.

En el estudio morfodinámico y de la cota de inundación del IH Cantabria del apartado 2.5.2., se calcula la cota de inundación para periodos de retorno de 10 a 200 años obteniéndose valores de cota entre 3,20 y 3,31 m (sobre NMMA), y también se calcula la cota de inundación teórica para el máximo temporal conocido (24/12/1995), obteniendo el valor de 3,20 m de cota. Además en el análisis de la estabilidad de la playa a corto plazo, se determina que se produciría un retroceso de la playa y el sistema dunar, que haría necesaria una anchura mínima de al menos 50 m sólo para garantizar la estabilidad del frente de sistema dunar. Estas consideraciones están en consonancia con el artículo 3.1.a) de la Ley de Costas que señala que se incluye dentro de los bienes de dominio público marítimo terrestre, “*el límite hasta donde alcancen las olas en los mayores temporales conocidos*”, por lo que se propone la incorporación al dominio público marítimo terrestre de al menos los terrenos hasta la cota 3,20 m, que además garantizarían la estabilidad de la playa y de todo el sistema dunar, según el análisis de estabilidad.



Figura 48. La imagen de la izquierda corresponde a la cota de inundación del mayor temporal conocido (3,20 m), del estudio morfodinámico, y la imagen de la derecha al límite de DPMT propuesto en este estudio.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Estos resultados indicados a partir del estudio morfodinámico y de cota de inundación, coinciden o están en concordancia con lo expresado en el punto 2.4. *Inundación y ascenso del nivel del mar*, que presenta argumentos en el mismo sentido, o similares.

En el estudio técnico de Tragsatec de 2016 del apartado 2.5.3., se realiza un estudio de fotointerpretación del sistema dunar, para determinar el grado de cobertura de vegetación leñosa de las dunas. Los resultados señalan una cobertura de vegetación leñosa por debajo del 75% para todo el sistema dunar, según se indica en la figura 43, que según la legislación de Costas vigente en esos años, correspondía a dunas no estabilizadas y por lo tanto necesarias para la estabilidad de la playa y la defensa de la costa. Con la actual legislación de Costas, en la que la cobertura vegetal leñosa ya no es determinante para considerar la estabilidad de las dunas, las dunas del sistema dunar se pueden seguir considerando como dunas no estabilizadas, por lo que continuarían siendo necesarias para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa, y por tanto constituiría un argumento más para considerar el sistema dunar dentro de la propuesta de dominio público marítimo-terrestre.

Como resumen, los terrenos incluidos en la propuesta del presente estudio a partir de todos los argumentos analizados, corresponden por un lado al sistema dunar formado por las unidades geomorfológicas de dunas y playa, indicadas en las figuras 8 y 45, y por otro lado a los terrenos que se incluyen hasta la cota de inundación de 3,20 m correspondientes al mayor temporal conocido y coincidente con la cota de inundación calculada para el periodo de retorno de 10 años (figuras 38, 39 y 48), que son los que además garantizarían la estabilidad del sistema dunar y de la playa.

Según se ha visto principalmente en el estudio Morfodinámico, sería necesaria una distancia mínima del sistema dunar para garantizar la estabilidad de la playa a corto plazo, lo que extrapolado a un plazo de tiempo mayor, y considerando las cotas de inundación futuras y la subida del nivel medio del mar a partir de las proyecciones de cambio climático, harían necesaria la protección de todo el sistema dunar para garantizar su estabilidad y la de la playa, en consonancia con lo expresado en el artículo 4 del Reglamento, *“se incluirán, hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa, las dunas fijadas por vegetación que no estén en desarrollo, desplazamiento o evolución”*.

La línea propuesta en este estudio incorpora todos los terrenos que incluía la propuesta del estudio Morfogenético, y prácticamente los terrenos que comprendía la propuesta del estudio técnico de Tragsatec.

La línea de límite de dominio público marítimo-terrestre propuesto por tanto, se ha trazado por donde se ha interpretado que alcanza el área del sistema dunar en la actualidad, que resulta necesario para garantizar la estabilidad de la playa y del propio sistema dunar a largo plazo, dejando fuera del dominio público marítimo-terrestre los terrenos identificados como zona urbanizada, que corresponden al área urbana de Laredo, y excluyendo también los terrenos identificados como arenas antropizadas, que han dejado de tener las características originales dunares, al encontrarse alterados artificialmente, y ocupados por fincas, campos de cultivos, o por instalaciones de campings, considerándose no necesarios para garantizar la estabilidad de la playa.

En la siguiente figura 49, se ha representado la comparación entre la propuesta de dominio público marítimo-terrestre del presente estudio (línea color verde discontinua), con la línea del deslinde anterior anulado por caducidad (línea color amarillo), y las líneas propuestas por estudios anteriores, como la propuesta del estudio técnico de Tragsatec de 2016, (que coincide con el deslinde anulado), o la propuesta del estudio Morfogenético (línea color rojo), situada unos metros hacia la playa.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)



Figura 49. Comparación entre las líneas del límite de DPM-T propuesto (en línea verde discontinua), el deslinde anulado por caducidad (en línea amarilla, coincidente con la propuesta del estudio técnico de Tragsatec), y la propuesta de deslinde del estudio morfogenético (en línea roja), en la playa del Regatón, sobre la ortofoto de 2020.

El trazado de la línea propuesta comienza por la parte sur de la zona de estudio, desde el tramo de deslinde aprobado con referencia DL-59/1-S, que se encuentra situado junto al arroyo del Regatón en el límite de las instalaciones del camping Playa del Regatón. La línea propuesta continuaría por el límite exterior de las instalaciones del camping marcado por una valla, rodeando las instalaciones por el norte hasta la puerta de entrada.

Desde la puerta del camping Playa del Regatón, la línea propuesta continúa por el lado noroeste de la carretera del camping en dirección noreste, hasta las inmediaciones del camping Laredo, cuyas instalaciones son rodeadas en parte por la línea propuesta, siguiendo el lado norte de la carretera, hasta un camino denominado "Parque Público II" que se bifurca en dirección norte, en el lado izquierdo o noroeste de la carretera.

En este punto la línea continúa siguiendo el camino en dirección norte por una zona arenosa, que atraviesa otro camino perpendicular y prosigue por el límite oriental de la parcela de plantaciones de eucaliptos, a lo largo del camino "Parque Público II", hasta el inicio de la zona urbanizada con edificios de Laredo.

A partir de aquí la línea propuesta toma dirección norte-noroeste, siguiendo el camino Parque Público II entre la parcela de eucaliptos situada al oeste, y la zona urbanizada de Laredo situada al este, rodeando

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

los edificios de la zona urbanizada y girando luego en dirección este, siguiendo el camino hasta el límite de la zona urbanizada marcado por la avenida Derechos Humanos.

Desde este punto la línea propuesta continúa en dirección norte-noroeste por el límite exterior de la avenida Derechos Humanos, hasta el final de dicha avenida, donde se encuentran las instalaciones de un colector, y comienza el siguiente tramo de deslinde con referencia DL-59-S, justo en la curva de la calle urbanizada.

En la siguiente figura se presenta el límite de DPM-T propuesto (línea poligonal amarilla), sobre una imagen reciente de julio de 2020 obtenida de Google Earth, en la que se observan en la zona de estudio de la playa del Regatón, los terrenos del sistema dunar incorporados al dominio público marítimo-terrestre. En la parte derecha de la imagen se sitúa la playa de La Salvé y el núcleo urbano de Laredo, y en la parte superior de la imagen la zona del Puntal, y la desembocadura del estuario.



Figura 50. Límite de DPM-T propuesto (línea poligonal amarilla) para la playa del Regatón, sobre una imagen reciente de julio de 2020 de Google Earth.

Como conclusión, los terrenos que se han incluido como bienes de Dominio Público Marítimo-Terrestre, presentan características naturales originales de dunas, constituyendo parte del sistema dunar de la barra arenosa de Laredo que cierra el estuario del río Asón. Dicho sistema dunar actúa como barrera para frenar la erosión de dicha barra, y por consiguiente del núcleo de Laredo, y de manera general para evitar o reducir la llegada hasta la costa interior del estuario de los grandes eventos destructivos como temporales o tormentas marinas, por lo que el sistema dunar en su conjunto resulta necesario para garantizar la estabilidad de la playa del Regatón y del estuario, y la defensa de este tramo de costa.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

4. Conclusiones

El deslinde de dominio público marítimo-terrestre con referencia DES01/08/39/0003, anulado por caducidad mediante Orden Ministerial de 30 de diciembre de 2013, ha sido objeto de un estudio y análisis, para delimitar la zona de dominio público marítimo-terrestre en el tramo litoral de la playa del Regatón, entre el puntal de Laredo y el arroyo Regatón, situado en el término municipal de Laredo.

Según el artículo 3.1.b) de la Ley 22/1988, de 28 de julio, pertenecen al dominio público marítimo-terrestre *“las playas o zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, estas últimas se incluirán hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa”*.

La zona de estudio comprendida por el tramo litoral estuarino de la playa del Regatón, forma parte de las formaciones sedimentarias cuaternarias desarrolladas en los estuarios del litoral cántabro, y en concreto de las formaciones sedimentarias que constituyen el estuario del Asón y la barra arenosa de su desembocadura.

El origen y evolución asociados a la dinámica de dicho estuario están determinados primero por los procesos fluviales de depósito del río Asón, y posteriormente por los procesos de remodelación de la dinámica litoral, para dar lugar a la barra arenosa litoral de Laredo, sobre la que se han desarrollado los depósitos de playa del Regatón en la orilla oeste estuarina, y de la playa de La Salvé en la orilla este exterior, que se unen en la zona del Puntal, junto con los depósitos eólicos de arenas del sistema dunar asociado a las playas, formados en la trasera de ambas playas.

A partir del estudio geomorfológico y de la bibliografía especializada consultada, se ha deducido que los terrenos estudiados constituyen un sistema dunar en retroceso, formado por depósitos de playa y dunas eólicas con vegetación sin estabilizar, incluyendo parcelas de plantaciones forestales, desarrollado a partir de la formación de una barra arenosa con un origen marino, y que continúa influenciado por la dinámica litoral y estuarina, todo lo cual está en consonancia con el artículo 3.1.b) de la Ley de Costas.

Según el análisis de las ortofotos históricas, en las últimas décadas se observa un aumento de la antropización en la zona, que ha ocasionado una importante reducción en extensión y la degradación del sistema dunar, incluyendo un retroceso de la playa y del sistema dunar del Regatón, manteniéndose el entorno del sistema dunar bastante expuesto al tránsito vecinal y turístico.

Como consecuencia del aumento de la antropización en la zona, producido por acciones como la plantación de eucaliptos sobre las dunas, la urbanización masiva del núcleo de Laredo sobre las arenas dunares o las modificaciones en la cuenca del río Asón, se han originado alteraciones en procesos naturales como la dinámica litoral o la estuarina, que han ocasionado cambios en la morfología por sedimentación, erosión y modificaciones parciales de la línea de costa a lo largo de la barra litoral.

Las previsiones de inundabilidad de origen marino, (inundación hasta la cota 2,95 m y profundidad mayoritaria de inundación superior a 0,2 m, para el periodo de retorno de 100 años), consultadas en el visor del Geoportal del MITERD, junto con la tendencia de ascenso del nivel medio del mar como consecuencia del cambio climático, (0,5 m para el periodo 2081-2100, y el escenario más pesimista RCP8.5 del IPCC), consultada en el visor C3E del IH Cantabria, ponen de manifiesto la necesidad de conservación del sistema dunar del Regatón en su conjunto, como medida para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

En el estudio previo Morfogenético del expediente, se realiza una propuesta de DPMT, en la que se incluyen los terrenos identificados como dunas primarias, secundarias y terciarias, a partir del estudio de campo con algunas catas y fotos, y del análisis evolutivo de la línea de costa a partir de las fotos aéreas históricas, que determina una franja de dominio público de al menos 200 m, necesaria para garantizar la estabilidad de la playa, como consecuencia del retroceso erosivo del sistema dunar en los últimos 50 años.

En el estudio Morfodinámico y de la cota de inundación del IH Cantabria, se calcula la cota de inundación para periodos de retorno de 10 a 200 años obteniéndose valores de cota entre 3,20 y 3,31 m, y también se calcula la cota de inundación teórica para el máximo temporal conocido, obteniendo el valor de 3,20 m de cota. Además, el análisis de la estabilidad de la playa a corto plazo, determina que se produciría un retroceso de la playa y el sistema dunar, que haría necesaria una anchura mínima de al menos 50 m sólo para garantizar la estabilidad del frente de sistema dunar, por lo que se propone la incorporación al dominio público marítimo terrestre de al menos los terrenos hasta la cota 3,20 m, que garantizarían la estabilidad de la playa y el sistema dunar completo.

En el estudio técnico de Tragsatec de 2016, se realiza la fotointerpretación de los terrenos comprendidos por el deslinde anulado, obteniendo la conclusión de que están formados por dunas con cobertura de vegetación leñosa por debajo del 75% de su superficie, que son necesarias para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa, y por tanto constituyen bienes de dominio público marítimo-terrestre.

A partir de todos los análisis realizados en el presente estudio, se propone una línea de deslinde de dominio público marítimo-terrestre, que comprende todos los terrenos identificados como sistema dunar, que corresponden con la cota de inundación del mayor temporal conocido, y con la cota de inundación calculada para un periodo de retorno de 10 años, y que según el análisis de estabilidad de la playa son necesarios para garantizar su estabilidad y la del sistema dunar completo a largo plazo; lo que está en consonancia con la Ley de Costas y su Reglamento General.

Si continúa esta tendencia actual antropizadora, de reducción y degradación del sistema dunar, podría verse afectada la estabilidad de las playas y del estuario, y la defensa de la costa, puesto que el sistema dunar actúa como repositorio de las arenas de la playa durante los episodios erosivos producidos por los temporales y tormentas.

Además, el elevado dinamismo de la zona en cuanto a sedimentación y erosión de depósitos arenosos litorales, consecuencia de la dinámica litoral y la evolución del estuario, podría poner en peligro determinadas zonas costeras urbanizadas, que pasarían a quedar expuestas por episodios intensos de temporal y tormenta, o por cambios bruscos en los procesos de erosión-sedimentación estuarinos.

Estos procesos erosivos principalmente, podrían verse intensificados y acelerados como consecuencia de la tendencia global actual del cambio climático, que está provocando fenómenos naturales como los cambios eustáticos por subidas del nivel medio del mar (analizado en el punto 2.4.3. de este estudio), o el aumento en frecuencia e intensidad de las tormentas y temporales marinos, incrementándose su acción destructiva.

La alteración artificial que tiende a la destrucción del estado natural de la costa cántabra, pone de manifiesto la enorme fragilidad ambiental de los estuarios y del litoral en general, la gran sensibilidad de este entorno a los cambios y actuaciones antrópicas, y la necesidad de su protección y conservación para la estabilidad del litoral y la defensa de este tramo de costa.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

Por todo ello, de acuerdo con los criterios expresados en la citada Ley 22/1988, de 28 de julio y su Reglamento General, y sin perjuicio del resultado de estudios posteriores que permitan determinar con mayor precisión el alcance del dominio público marítimo-terrestre en la zona de estudio de la playa del Regatón, en el término municipal de Laredo, se concluye que al menos **los terrenos identificados como dunas y playa** (en la figura 45 y en anejo 6 de este estudio), **presentarían características de bienes de dominio público marítimo-terrestre, y serían necesarios para garantizar la estabilidad de la playa, y la defensa de este tramo de costa.**

Santiago Campos García,
Licenciado en Ciencias Geológicas - Tragsatec

5. Bibliografía

BORGUERO, C. (2015). *Study of morphological evolution of dune fields in Cantabria (N. Spain) during the Anthropocene*. Degree Project E1. Department of Earth Sciences. Universidad de Upsala, Suecia.

FLOR-BLANCO, G., FLOR, G. y MARTÍNEZ FRANCISCO, J. (2004). *Evolución del campo dunar en El Puntal (Laredo)*. In: BLANCO CHAO, R., LÓPEZ BEDOYA, J. & PÉREZ ALBERTI, A. (eds.). *Procesos geomorfológicos y evolución costera: Actas de la II Reunión de Geomorfología Litoral, Santiago de Compostela, 2003*. Cursos e congresos da Universidade da Santiago de Compostela, n. 145, Servizo de Publicacions da Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, pp. 155–166.

FLOR, G., MARTÍNEZ CEDRÚN, P. y FLOR-BLANCO, G. (2011). *Campos dunares de Asturias, Cantabria y País Vasco*. En: SANJAUME, E. y GRACIA, J. (Editores). *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, Zaragoza, pp. 127–159.

FLOR, G., MARTÍNEZ CEDRÚN, P. y FLOR-BLANCO, G. (2012). *Gestión de playas y dunas en las costas de Asturias y Cantabria (NW España)*. En: RODRÍGUEZ-PEREA, A. (ed.). *La gestión integrada de playas y dunas: Experiencias en Lationoamérica y Europa*. Monografías de la Societat d'Història Natural de les Balears, vol. 19, Societat d'Història Natural de les Balears, Palma de Mallorca, pp. 335–349.

FLOR, G., MARTÍNEZ CEDRÚN, P., FLOR-BLANCO, G. y FERNÁNDEZ MAROTO, G. (2012). *Tipologías de dunas en los campos eólicos de la costa de Cantabria (NW España)*. En: GONZÁLEZ, A. (ed.). *Avances de la geomorfología en España, 2010-2012: Actas de la XII Reunión Nacional de Geomorfología, Santander, 17-20 septiembre de 2012*. Publican, Santander, pp. 311–315.

IH CANTABRIA (2019). *Proyecciones de alta resolución de variables marinas en la Costa Española. Elaboración de la Metodología y Bases de Datos para la Proyección de impactos de Cambio Climático a lo largo de la Costa Española*. MITECO.

MARTÍNEZ CEDRÚN, P. (1984). *Dinámica y sedimentación en el estuario del Asón (Cantabria)*. Trabajos de Geología, vol. 4, pp. 175–197.

MARTÍNEZ CEDRÚN, P., FLOR, G., FLOR-BLANCO, G. y MAROTO GONZÁLEZ, G. (2014). *Relaciones texturales y composición mineralógica de los sistemas de playa/dunas en una costa rocosa: caso de Cantabria (NO de España)*. Revista de la Sociedad Geológica de España, 27(2): 13-27.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2004). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2007). *Manual de restauración de dunas costeras*. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas.

OLIVÉ, A., MARTÍN, J.M., RAMÍREZ DEL POZO, J. y PORTERO, J.M. (1972). *Mapa geológico de España 1:50.000 (Serie Magna). Hoja nº 36 Castro Urdiales*. I.G.M.E. Madrid.

ROBADOR, A. (2011). *Mapa geológico de la Hoja nº 36-1 (Santoña). Mapa Geológico de Cantabria Esc. 1:25.000*. Gobierno de Cantabria – IGME.

RODRÍGUEZ GARCÍA, A. (2011). *Mapa Geomorfológico de la Hoja nº 36-1 (Santoña). Mapa Geológico de Cantabria Esc. 1:25.000*. Gobierno de Cantabria – IGME.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la playa del Regatón, término municipal de Laredo (Cantabria)

SANJAUME, E., GRACIA, F.J. y FLOR, G. (2011). *Introducción a la geomorfología de sistemas dunares*. En: SANJAUME, E. y GRACIA, J. (Editores). *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, pp. 13-63.

Servicios WMS, visores de cartografía digital y sitios web consultados:

<https://c3e.ihcantabria.com/>

<https://geoservicios.cantabria.es/inspire/services/MapServer/WMSServer?>

<http://www.ign.es/wms/pnoa-historico?>

<https://mapas.cantabria.es/>

http://mapas.igme.es/gis/services/Cartografia_Geologica/IGME_Geode_50/MapServer/WMSServer

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/costas-marino.aspx>

<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/actuaciones-proteccion-costa/cantabria/390488-plantacion-puntal-laredo.aspx>

<https://sig.mapama.gob.es/geoportal/>

<https://www.territoriodecantabria.es/cartografia-sig/servicios-wms-iiig>

<https://www.turismodecantabria.com/disfrutala/parques-naturales/1-parque-natural-de-las-marismas-de-santona-victoria-y-joyel>