An aerial photograph showing a wide river winding through a valley. The river is dark, and the surrounding land is a mix of green agricultural fields and brownish soil. In the middle ground, there is a large, rectangular concrete structure, likely a dam or a bridge, crossing the river. The terrain is hilly and forested in some areas.

***PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE  
DEFENSA EN LINDERO SUR EN EL PARQUE EMPRESARIAL  
COSTAMAR S.L. EN T.M. DE LIMPIAS***

**TOMO I y ÚNICO:**

- Memoria**
- Planos**
- Pliego de Condiciones**
- Presupuesto**

---

## INDICE

### MEMORIA

Antecedentes

Objeto del Proyecto

Estudio básico de dinámica de litoral

Descripción de las obras

Evaluación de los efectos climático durante el periodo para el que solicita la concesión

Estudio básico de seguridad y salud

Presupuesto

Plazo de ejecución

Cumplimiento de la ley de costas

Obra completa

Conclusiones

### Anejos

1. Antecedentes
2. Reportaje fotográfico
3. Estudio básico de dinámica de litoral
4. Programa de trabajo
5. Justificación de precios
6. Estudio básico de seguridad y salud
7. Evaluación de los efectos climático durante el periodo para el que solicita la concesión

### PLANOS

### PLIEGO

### PRESUPUESTO



---

## MEMORIA

### Anejos

- Anejo nº 1. Antecedentes
- Anejo nº 2. Reportaje fotográfico
- Anejo nº 3. Estudio Básico de dinámica del litoral
- Anejo nº 4. Programa de trabajo
- Anejo nº 5. Justificación de precios
- Anejo nº 6. Estudio básico de seguridad y salud
- Anejo nº 7. Evaluación de los efectos climático durante el periodo para el que solicita la concesión

---

	<b>MEMORIA</b>
	Antecedentes
	Objeto del Proyecto
	Estudio Básico de dinámica del litoral
	Descripción de las obras
Evaluación de los efectos climático durante el periodo para el que solicita la concesión	
	Estudio de seguridad y salud
	Presupuesto
	Plazo de ejecución
	Cumplimiento de la ley de costas
	Obra completa
	Conclusiones

	<b>ANEJOS</b>
	Anejo nº 1. Antecedentes
	Anejo nº 2. Reportaje fotográfico
	Anejo nº 3. Estudio Básico de dinámica del litoral
	Anejo nº 4. Programa de trabajo
	Anejo nº 5. Justificación de precios
	Anejo nº 6. Estudio básico de seguridad y salud
Anejo nº 7. Evaluación de los efectos climático durante el periodo para el que solicita la concesión.	

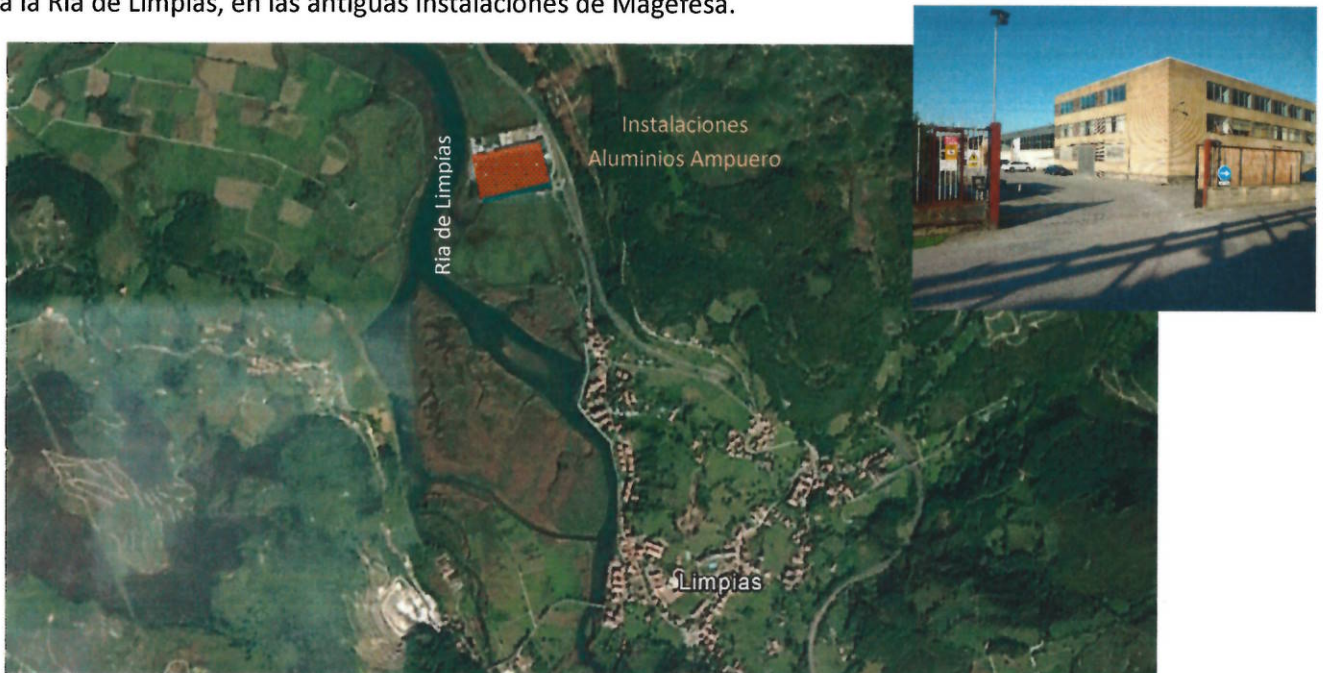


## MEMORIA

### 1. Antecedentes

Parque Empresarial Costamar S.L. con CIF B-39642376, cuyas instalaciones están ubicadas en Limpias, solicita el presente proyecto al objeto de definir las posibles afecciones a las instalaciones de la empresa producidas por las variaciones de cota de marea en la ría de Limpias y definir las posibles actuaciones a llevar a cabo para evitar dicha afecciones.

Las instalaciones del Parque Empresarial Costamar S.L. se encuentran situadas en Barrio Limpias, nº3 junto a la Ría de Limpias, en las antiguas instalaciones de Magefesa.



Se accede a la parcela desde la N-629, por el lindero este, siendo éste el único acceso a la misma.

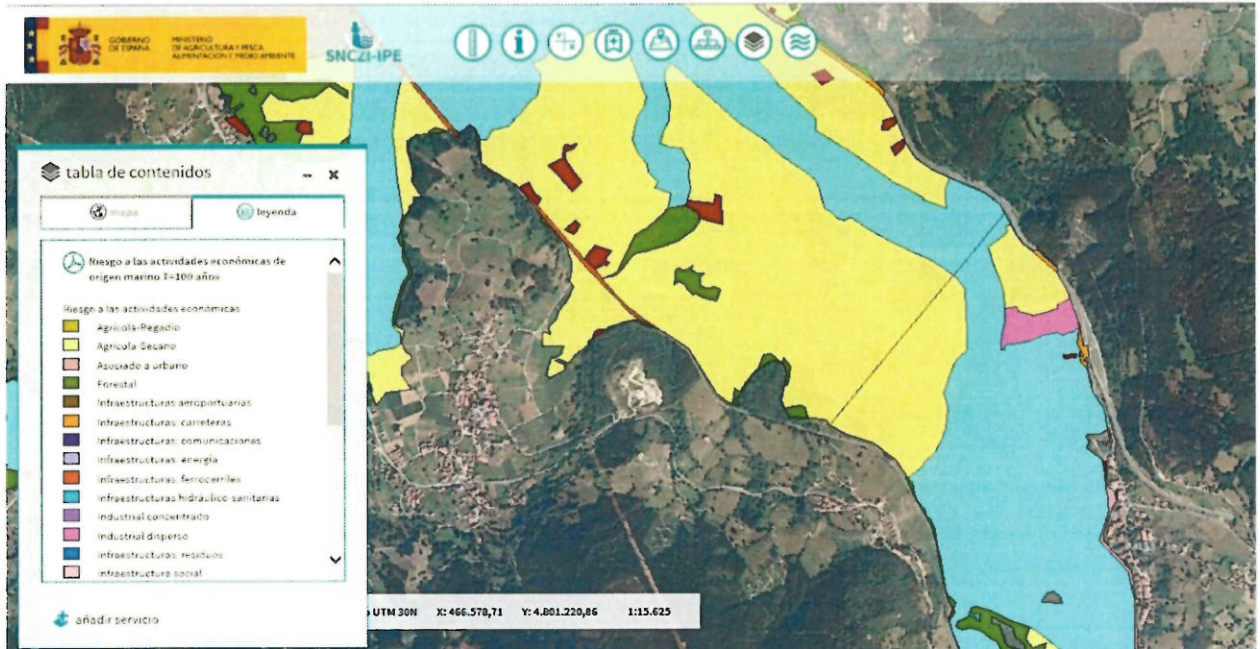
La ría de Limpias se encuentra encauzada en la zona que nos afecta mediante muros de diversas tipologías que presentan diferentes estados de conservación, en función de la zona, año de construcción, tipo de fábrica utilizada, o mantenimiento efectuado. La parcela sobre la que se asientan las instalaciones, presenta forma trapezoidal limitando, al norte y al sur con otras parcelas, al este con la carretera N-629 y al oeste con la ría de Limpias, estando delimitada en ese linde por un muro que actúa como elemento de protección frente a las mareas de la ría de Limpias.

En el anejo nº 1. Antecedentes, se incluye un certificado expedido por los Servicios Técnicos Municipales del Ayuntamiento de Limpias que deja constancia de la no existencia de incoación de expediente de infracción urbanística en relación a una franja de terreno al sur de una parcela de referencia catastral 000200300VP60B0001GD sita en el Barrio Costamar, 1 de Limpias. Se incluye en dicho certificado una cronología de fotos desde el año 2001 hasta el año 2017, así como documentación haciendo constar que dicha porción está destinada a sobrante de vial y zona de aparcamiento desde hace más de 17 años.

### 2. Objeto del Proyecto



La parcela sobre la que se asientan las instalaciones, presenta forma trapezoidal y tiene una superficie de 46.416 m<sup>2</sup>, y las instalaciones construidas en 1978, suponen una superficie construida de 21.030 m<sup>2</sup>. La parcela se encuentra calificada de uso industrial, tal y como se recoge en su ficha catastral y en el mapa de Riesgo a las actividades económicas de origen marino T=100 años, que se indica Industrial disperso.



El muro existente en el lindero oeste, aunque en mal estado de conservación, minimiza la inundación por dicho frente lo que hace que la parcela se inunde por los márgenes norte y sur por consiguiente las instalaciones del Parque Empresarial Costamar.

El objeto del presente proyecto es la definición de las obras necesarias para la formación de unos caballones de defensa en el lindero sur para minimizar las posibles afecciones a las instalaciones de la empresa producidas por las variaciones de cota de marea en la ría de Limpias en dicho margen y solicitar la concesión para regularizar las actuaciones ejecutadas en el margen citado en una superficie de 4.724 m<sup>2</sup> y por un periodo de 30 años. En el lindero norte se solicita la concesión para la ejecución de un muro de escollera en la zona del estanque retranqueándose hacia el interior del DPMT por razones que se detallan posteriormente y una zona de relleno para acceso a la finca desde el actual caballón del lindero norte. La ocupación en esta zona será de 40 m<sup>2</sup> para la escollera y 60 m<sup>2</sup> de acceso a la finca



---

### 3. Estudio básico de dinámica del litoral

El objetivo de dicho estudio es analizar la dinámica litoral en la zona objeto de solicitud de concesión. Así mismo se determina la influencia del oleaje y el resto de fenómenos naturales sobre la forma en planta y el equilibrio de una unidad fisiográfica costera determinada en la que se pretenda ejecutar un proyecto sobre la zona marítimo-terrestre.

Para ello se plantean los siguientes objetivos particulares:

- Caracterización del clima marítimo en la zona de estudio.
- Caracterización hidrodinámica de la zona de estudio.
- Caracterización morfodinámica de la zona de estudio.
- Estudio de la afección de modificaciones sobre el comportamiento hidrodinámico.

Se incluye dicho estudio básico de la dinámica litoral en el anejo nº 3. Estudio básico de dinámica litoral

### 4. Descripción de las obras

Consta el proyecto de los cuatro documentos reglamentarios en este tipo de estudio definiendo las obras proyectadas, las cuales quedan agrupadas en presupuestos parciales correspondientes a cada grupo de unidades de obra.

Se definen como parte del presente apartado los criterios básico y de la ocupación solicitada en DPMT cuantificando la superficie y justificando que es la menor posible.

En las actuaciones proyectadas, para evitar las afecciones producidas por la variación de cota de marea en la ría de Limpias, se propone para la ejecución de los caballones, en una longitud de aproximadamente 315 m en el lindero sur con sección de entre 6 y 8 m de anchura en su base con una altura de 1,50 m y taludes 1/1. Esto supone una ocupación de aproximadamente 4.400 m<sup>2</sup> en planta. En el lindero norte se solicita la ejecución de un muro de escollera en la zona del estanque retranqueándose hacia el interior del DPMT y una acceso a la finca desde el caballón existente. Dicha escollera tendrá una anchura máxima comprendida entre 3,5 m y 3 m aproximadamente en planta con una ocupación de aproximadamente 86 m<sup>2</sup>, de la cual se solicita concesión para 40 m<sup>2</sup> que es lo que entendemos queda dentro de DPMT.

En el caso del lindero sur tal y como se indica en el anejo nº 1 Antecedentes, en una superficie de 4.448 m<sup>2</sup> se encuentra destinada a vial y zona de aparcamiento desde hace más de 17 años. Al objeto de mantener dicha superficie para el acceso y tráfico de camiones hacia el interior de las naves se propone la ubicación de los caballones al borde de dicha zona, tal y como aparece reflejado en el Plano Planta General y secciones en la zona de DPMT, para la cual se solicita la concesión.

En el caso del lindero norte, se solicita la construcción de una escollera al borde del estanque al objeto de ocupar la menor superficie posible, ya que la construcción de un caballón en dicha zona implicaría la eliminación parcial de dicho estanque. Al igual que en el caso anterior al estar en DPMT, se solicita la concesión del mismo.

---

Dicha actuación incluye las siguientes actividades:

- Limpieza y desbroce en zonas de actuación
- Formación de un relleno a modo de caballón con material adecuado procedente de préstamos en el margen sur de la parcela
- Formación de un acceso a la finca anexa al lindero norte, dese caballón existente
- Extendido de tierra vegetal en protección de taludes
- Formación de escollera en la margen norte junto a la zona de la piscina
- Varios
  - Seguridad y Salud.
  - Gestión de residuos

## **5. Evaluación de los efectos del cambio climático durante el periodo par el que se solicita la concesión**

El objetivo de este capítulo consiste en dar respuesta al artículo 92 del Reglamento General de Costas (Real Decreto 876/2014), por el cual resulta necesario realizar una evaluación de los efectos del cambio climático sobre los terrenos en los que se van a desarrollar las obras de la concesión.

La obra, objeto del contrato, se trata de una obra de mantenimiento y reconstrucción y tal como se establece en los anexos I, II y III de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, R.D.L.1/2008, de 11 de enero este tipo de obra no debe someterse a evaluación de impacto ambiental.

La Ley 17/2006, de 11 de diciembre, de Evaluación de Impacto Ambiental para Cantabria, establece la obligatoriedad de someter a Evaluación de Impacto Ambiental los proyectos, actividades o instalaciones comprendidos en su anexo B2, entre los cuales no se encuentran incluidas las obras del presente proyecto.

## **6. Estudio básico de seguridad y salud**

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, es obligatoria la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en aquellos proyectos:

- a) Que el presupuesto base de licitación incluido en el proyecto sea igual o superior a cuatrocientos cincuenta mil setecientos cincuenta y nueve euros con siete céntimos de euro (450.759,08- €).
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En este caso no se cumple ninguno de los supuestos anteriores por los que bastará con elaborar un estudio básico de seguridad y salud.

## **7. Presupuesto**



El **documento nº 4: Presupuesto** de este proyecto recoge los correspondientes capítulos que definen el presupuesto de ejecución.

#### 7.1.- Mediciones

Se incluyen las mediciones de todas las unidades que componen el presente proyecto, convenientemente agrupadas en correspondencia con los presupuestos parciales.

#### 7.2.- Cuadros de precios

Se incluyen los cuadros de precios nº 1 y nº 2 de las unidades de obra contenidas en este estudio, a los fines que corresponden a cada uno de ellos.

#### 7.3.- Presupuestos

Consta de los correspondientes presupuestos parciales, obtenidos aplicando a la medición de cada una de las unidades que los componen su correspondiente precio del cuadro de precios nº 1. Estos presupuestos parciales, incrementados con la partida de seguridad y salud, dan lugar al correspondiente **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** que asciende a la cantidad de TREINTA Y SEIS MIL SEICIENTOS NUEVE EUROS con TREINTAY SEIS CÉNTIMOS (36.609,36 €)

El presupuesto de base de licitación se obtiene incrementando con el correspondiente IVA que lo es al tipo del 21%, ascendiendo, dicho **PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN** o GENERAL a la expresada cantidad de CUARENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS (44.97,33 €)

#### Resumen de Presupuestos

<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>36.609,36 €</b>
<b>Presupuesto Base de Licitación</b>	<b>44.297,33 €</b>

### 8. Plazo de ejecución

Del Plan de Trabajos se deduce un plazo de ejecución de las obras de UN **(1)** mes, contados a partir de la fecha del replanteo.

En cualquier caso, el Contratista podrá proponer planificaciones alternativas que deberán ser aprobadas por la Dirección Técnica de las obras, y que en ningún caso podrán rebasar el plazo indicado.

En el **Anejo nº 4. – Plan de Obra** de la memoria se acompaña un diagrama actividades-tiempos, en el que se expresan las actividades a desarrollaren el tiempo y la repercusión de la inversión necesaria, semana a semana, para conseguir los objetivos previstos.

El plazo de garantía de las obras será de 12 meses a partir de la fecha de recepción o conformidad.

### 9. Cumplimiento de la ley de costas

El presente Proyecto cumple en todos sus términos la ley 22/88 de 28 de Julio de 1988, de Costas y las normas generales y específicas que se dicten para su desarrollo y aplicación (art. 44.7 de la Ley 22/1988, de 28 de Julio)

## 10. Obra completa

En las condiciones indicadas anteriormente esta obra es completa y con lo previsto en este proyecto puede cumplir su función, lo que hace constar en cumplimiento de lo dispuesto en los correspondientes artículos de la Ley de Contratos del Estado.

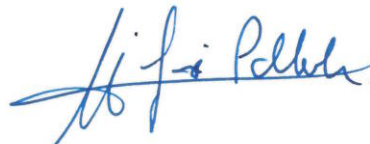
## 11. Conclusiones

Por todo lo expuesto en la presente memoria, planos, pliego y presupuesto, se considera suficientemente justificado y redactado, el ***“Proyecto básico de formación de caballones de Defensa en Lindero Sur en Parque Empresarial Costamar S.L. en T.M. de Limpias”***

Damos por terminado el trabajo de redacción del proyecto, que se considera atiende a las necesidades de la obra a ejecutar, por lo que tenemos el honor de someterlo a la consideración de la Superioridad, para su tramitación y efectos oportunos, si procede.

Santander, Septiembre de 2018

El Facultativo Autor del Proyecto



Fdo.: MARIA JOSE PALLOL PÉREZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 18485



---

# **ANEJOS**

## **ANEJO N° 1. ANTECEDENTES**

---

## **ANEJO Nº 1. ANTECEDENTES**

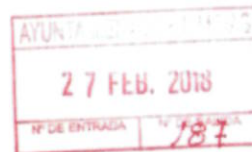
se incluye un certificado expedido por los Servicios Técnicos Municipales del Ayuntamiento de Limpias que deja constancia de la no existencia de incoación de expediente de infracción urbanística en relación a una franja de terreno al sur de una parcela de referencia catastral 000200300VP60B0001GD sita en el Barrio Costamar, 1 de Limpias.

Se incluye en dicho certificado una cronología de fotos desde el año 2001 hasta el año 2017, así como documentación haciendo constar que dicha porción está destinada a sobrante de vial y zona de aparcamiento desde hace más de 17 años.





AYUNTAMIENTO  
DE  
L I M P I A S



PABLO HIGUERA AMOR, Secretario-Interventor del Ayuntamiento de Limpias (Cantabria)

### CERTIFICO

Que con fecha de 22 de Febrero de 2018 y a instancia de D. Javier Garzón Martínez en representación de la mercantil Parque Empresarial Costamar, S.L. los Servicios Técnicos Municipales han expedido Informe que se adjunta a la presente del que se desprende que no existe constancia de que se haya incoado expediente de infracción urbanística en relación con una parcela de referencia Catastral 000200300VP60B0001GD sita en el Barrio Costamar, 1 de Limpias.

Y para que conste, surta sus efectos, y sirva para presentarse donde interese, expido la presente, de orden y con el visto bueno de la Alcaldía, a instancia del interesado, en Limpias, a 27 de Febrero de 2018.

Vº Bº LA ALCALDESA  
P. A. EL 1º Tº de Alcalde



EL SECRETARIO



AYUNTAMIENTO  
DE  
L I M P I A S

**Solicitud:** Certificado

**Presentada por** Javier Garzón Martínez con domicilio a efectos de notificaciones en el Barrio de Costamar s/n (antigua nave de Magefesa) en Limpias (Cantabria)

**Con fecha de** 22 de Febrero de 2018

**Referente a** Certificado de no existir expediente por infracción urbanística en 4.448 m<sup>2</sup> grafiadas en color rojo en plano adjunto

**Situación** Barrio Costamar, Limpias. Referencia Catastral 000200300VP60B0001GD

**Documentación aportada** Solicitud y plano de situación

Girada visita de inspección a la parcela con Referencia Catastral 000200300VP60B0001GD sita en el Barrio de Costamar, 1 de Limpias, se ha podido comprobar la existencia de una franja de terreno al Sur del vial de acceso destinada a sobrante de vial y zona de aparcamiento, según el plano aportado tiene una superficie de 4.448,00 m<sup>2</sup>.

No consta en la documentación obrante en los Servicios Técnicos de Arquitectura y Urbanismo que se haya incoado expediente de infracción urbanística sobre dicha superficie de parcela. (Superficie rayada en color rojo la sur del vial)

Nº de Registro de Entidades Locales: 01300483 - C.I.F. 3903803 - C.I.F. P-3903803 E - Banco Santander (Limpias) 0019-5064-16-210230096 - Caja Cantabria (Limpias): 204E-2144-77-3400000012



**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
000200300VP60B0001GD

**DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE**

CL COSTAMAR 1  
00000 LIMPIAS (LIMPIAS) (CANTABRIA)

USO DESTINADO: Industrial agr. (Ed. anterior a 1978)

CONTENIDO DE SUFICIENCIA: 100,000000      SUPERFICIE CONSTRUIDA: 21,000

---

**PARCELA CATASTRAL**

CL COSTAMAR 1  
LIMPIAS (LIMPIAS) (CANTABRIA)

CONTENIDO DE SUFICIENCIA: 21,000      SUPERFICIE CONSTRUIDA: 48,410      Parcela construida sin división horizontal

---

**CONSTRUCCIÓN**

Descripción	Espejos	Partes	Superficie m <sup>2</sup>
INDUSTRIAL	00	01	14,505
OFICINA	00	02	1,440
OFICINA	01	01	1,440
OFICINA	02	01	1,440
ALMACEN	00	00	15

**CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE**

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1:4000

COSTAMAR

Foto obtenida en el ICAI mediante el sistema de información geográfica SIG (Sistema de Información Geográfica)





AYUNTAMIENTO  
DE  
LIMPIAS



Nº de Registro de Entidades Locales: 013000380 Código: N. E. 3903033 Ciudad: 3903033000 - Barco Surriaga (Limpias) 3069-5064-16-2410230696 - Caja Cantabria (Lumasa) 2044-2144-773400000012

Consultado el visualizador de información geográfica de Mapas de Cantabria se observa que esa porción de terreno al Sur del vial de la parcela 000200300VP60B0001GD está destinado a sobrante de vial y zona de aparcamiento desde hace mas de 17 años.



AYUNTAMIENTO  
DE  
LIMPIAS

**Ortofoto 2014**



**Ortofoto 2017**



Nº de Registro de Entidades Locales 0390381 - Código I.N.E. 390383 - C.I.F. P-89... entander (Limpias) 7049-5064-6241093696 - Caja Cantabria (Limpias) 2048-2144-77-3100000012





AYUNTAMIENTO  
DE  
L I M P I A S

Ortofoto 2001



N.º del Registro de Entidades Locales: 01990283 Código I.N.E.: 300383 C.I.F.: P-3903900-E Banco Santander (Limpias) 0049 5064-16-2410230896 - Caja Cantabria (Limpias) 2008-2144-7/3400000012



Limpias, a 22 Febrero de 2018  
Servicios Técnicos de Arquitectura Municipales,

Dña. Julia Solaeta Fuentes  
Arquitecto Técnico e Ingeniero en Edificación



Plaza de la Venera, 1 · 39820 Limpias (Cantabria) · Tfno. 942 62 21 16 · Fax: 942 13 70 55

PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN LINDERO SUR EN PARQUE EMPRESARIAL  
COSTAMAR S.L. EN T.M DE LIMPIAS



---

## ANEJO Nº 2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---

## ANEJO Nº 2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Con las fotografías que se hallan en el presente Anejo, se pretende dar una idea general del estado actual de la zona objeto de Proyecto, si bien en el resto del documento se pueden observar otras imágenes.



Fachada norte



Fachada sur



Fachada este



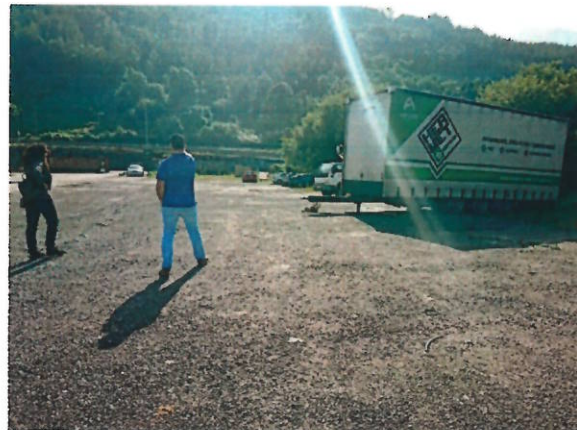
Fachada oeste



Zona de estanque donde se dispondrá la escollera

PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN LINDERO SUR EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. EN T.M DE LIMPIAS





Zona de aparcamiento y tránsito de camiones en lindero sur. Futura ubicación del caballón de defensa

Se adjunta a continuación fotografías aéreas, obtenidas del Google Eath, en la que se aprecia la evolución cronológica de las llanuras aluviales de la ría, así como la afección que supone a las instalaciones objeto de este informe.

---

Se adjuntan fotos de inundación fechadas en marzo de 2014 y certificadas por Notario en la que se observa inundadas tanto la parcela como las parcelas anexas



PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN LINDERO SUR EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. EN T.M DE LIMPIAS



6/3/2014

20140304\_090519.jpg



<https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#inbox/1449817a32981e62?projector=1>

1/1

PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN LINDERO SUR EN PARQUE  
EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. EN T.M DE LIMPIAS





PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN LINDERO SUR EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. EN T.M DE LIMPIAS



6/3/2014

20140306\_131540.jpg



PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN LINDERO SUR EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. EN T.M DE LIMPIAS



1012

Yo, JESUS ELIAS CORRAL DELGADO, Notario de  
nuestro Colegio de Cantabria, con residencia en  
Laredo, DOY FE: .....  
que la presente fotografía es reproducción fiel  
y exacta de la que figura incorporada con el  
número 2 al acta matriz por mi autori-  
zada el día 06/03/14  
en Laredo (Cantabria) a 25 de Marzo de 2014

*[Handwritten signature]*  




Foto 6

a, JESUS-ELIAS CORRAL DELGADO, Notario de  
Iustre Colegio de Cantabria, con residencia:  
a Laredo, DOY FE: .....  
que la presente fotografía es reproducción fiel  
y exacta de la que figura incorporada con el  
número..... al acta matriz por mi autori-  
tada el día 6/03/14  
en Laredo (Cantabria) a 25 de marzo de 2014







---

## ANEJO Nº 3. ESTUDIO HIDRODINAMICO

---

## **ANEJO Nº 2. ESTUDIO HIDRODINAMICO**

Se adjunta, a continuación el Estudio hidrodinámico elaborado por la Fundación del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, en la cuenca del río Asón



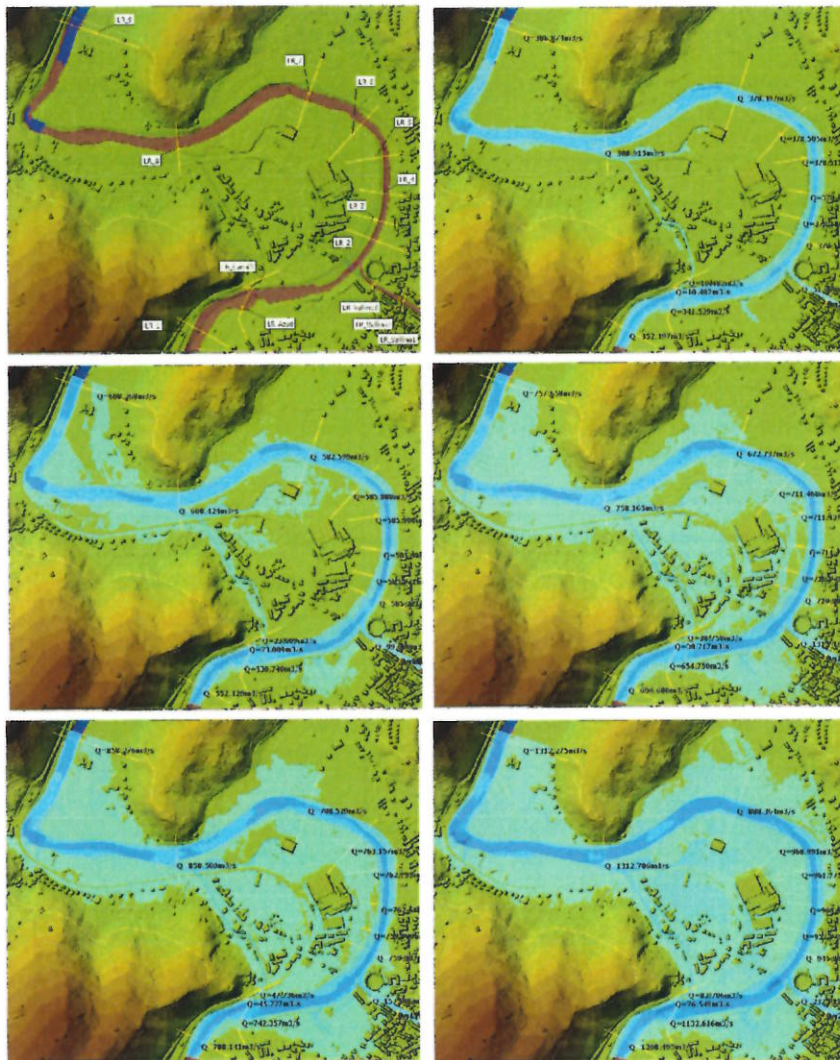
# IH cantabria

INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



**GOBIERNO  
de  
CANTABRIA**

IH cantabria



**ESTUDIO DE INUNDABILIDAD EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DE  
MARRÓN, AMPUERO, CANTABRIA.**

**CUENCA DEL RÍO ASÓN.**

**SANTANDER, AGOSTO 2016**





**GOBIERNO  
de  
CANTABRIA**

**ÍNDICE**



## ÍNDICE

ANTECEDENTES .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. OBJETIVO Y AMBITO DEL ESTUDIO. ....	4
3. DATOS DE PARTIDA .....	5
3.1. Datos topográficos .....	5
3.2. Caracterización geométrica del cauce .....	7
3.3. Caudales de avenida .....	9
3.4. Caracterización hidráulica del cauce .....	13
3.5. Análisis de la influencia de la marea y zona estuarina .....	14
4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO .....	17
5. ESTUDIO HIDRÁULICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	18
5.1. Otros estudios oficiales .....	26
5.2. Conclusiones del estudio hidráulico .....	27
6.1. Descripción de alternativas .....	29
6.2. Análisis del impacto hidráulico .....	32
6.3. Descripción de las obras .....	37
6.4. Análisis del impacto ambiental .....	37
7. RESUMEN Y CONCLUSIONES. ....	38
ANEJO I. BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO INFOWORKS ICM .....	AI.1
AI.1. Hidrología .....	AI.1
AI.1.1. Modelos de infiltración 2D de ICM .....	AI.1
AI.2. Hidráulica Fluvial en 1D, 2D o 1D+2D .....	AI.5
AI.3. Infoworks ICM 2D. Resolución de las ecuaciones hidráulicas .....	AI.9
ANEJO II. ANEJO FOTOGRÁFICO .....	AII.1
ANEJO III. ANEJO TOPOGRÁFICO .....	AIII.1
ANEJO IV. OTRAS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS AFECTADAS .....	AIV.1
ANEJO V. ANEJO HIDROLÓGICO .....	AV.1
AV.1. Descripción del sistema Asón .....	AV.1
AV.2. Metodologías de cálculo .....	AV.4
AV.2.1. Ábaco GN1 de la CHN .....	AV.4
AV.2.2. Modelo HEC-HMS .....	AV.5
AV.2.3. Cálculo de caudales por el método racional modificado .....	AV.30
AV.3. Resultados .....	AV.36
AV.3.1. Comparación de resultados .....	AV.36
ANEJO VI. ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA MAREAL Y DE LA ZONA ESTUARINA .....	AVI.1
AVI.1. Introducción .....	AVI.1
AVI.2. Metodología .....	AVI.3
AVI.3. Datos de partida .....	AVI.4
AVI.4. Influencia de las dinámicas en la inundación .....	AVI.9
AVI.4.1. Análisis estadístico de las dinámicas actuantes .....	AVI.9
AVI.4.2. Modelado numérico .....	AVI.19
AVI.5. Resumen y Conclusiones .....	AVI.33
REFERENCIAS .....	AVI.34

ANEJO VII. CÁLCULOS HIDRÁULICOS. SITUACIÓN ACTUAL. ....	AVII.1
ANEJO VIII. CÁLCULOS HIDRÁULICOS. SITUACIÓN FUTURA.....	AVIII.1
ANEJO IX. ANÁLISIS DE SEDIMENTOS CUENCA RÍO ASÓN .....	AIX.1
AIX.1. Introducción .....	AIX.1
AIX.2. Cálculo de la aportación de sedimentos .....	AIX.2
AIX.2.1. Erodabilidad de la lluvia y escorrentía (R) .....	AIX.2
AIX.2.2. Erodabilidad del suelo (k) .....	AIX.3
AIX.3. Factor de longitud de vertiente (L) y factor de gradiente de la vertiente (S).....	AIX.6
AIX.4. Factor de uso y manejo del suelo (C) .....	AIX.9
AIX.5. Factor de prácticas conservacionistas .....	AIX.10
AIX.6. La pérdida de suelo .....	AIX.10
AIX.7. Cálculo de la Sedimentación.....	AIX.11
ANEJO X. ESTUDIO DE DETALLE ALTERNATIVA 3 .....	AX.1
AX.1. Descripción geométrica .....	AX.2
AX.2. Predimensionamiento hidráulico.....	AX.3
ANEJO XI. PLANOS .....	AXI.1





**GOBIERNO  
de  
CANTABRIA**

**MEMORIA**



## ANTECEDENTES

El presente documento se ha redactado a petición del Gobierno de Cantabria por la empresa Sodercan y ha sido elaborado por los siguientes miembros del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria:

- César Álvarez Díaz, Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Profesor Titular de la Universidad de Cantabria.
- Jorge Rojo Gómez, Ingeniero Ambiental, Investigador Contratado de la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria.
- Francisco González Merino, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Investigador Contratado de la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria.
- Beatriz Tejerina Vega, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Investigador Contratado de la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria.
- Paula Núñez Pérez, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Investigador Contratado de la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria.

En él se presentan los resultados relacionados con la propuesta de asistencia técnica para el "Estudio de inundabilidad en el polígono industrial de Marrón, Ampuero, Cantabria. Cuenca del Río Asón".

Santander, Agosto de 2016

Fdo.: César Álvarez Díaz

*Profesor Titular de la Universidad de Cantabria*

## 1. INTRODUCCIÓN

El ayuntamiento de Ampuero ha mostrado su interés en la realización de este estudio de inundabilidad en el Polígono Industrial de Marrón, consciente de la problemática en la zona, donde se producen inundaciones recurrentes con afecciones importantes motivadas principalmente por la superación de la capacidad hidráulica del río Asón, en algunos casos agravadas por la incorporación de caudales a través del río Bernales.

El polígono industrial de Marrón se sitúa en la parte interior de un importante meandro que forma el río Asón a su paso por Ampuero, dicho emplazamiento se encuentra afectado por la ley de aguas al encontrarse a menos de 100 metros del cauce.



Figura 1. Localización de la zona de estudio (Polígono industrial de Marrón).



Se tiene constancia de que históricamente tanto el meandro, como el núcleo urbano, se han visto afectados por episodios de inundaciones. Para mitigar los problemas de inundaciones, la antigua Confederación Hidrográfica del Norte (actualmente Confederación Hidrográfica del Cantábrico, CHC) acometió entre los años 1993-1997 una serie de obras de acondicionamiento de los cauces, en el propio río Asón y especialmente en el río Bernales.

La última gran inundación registrada, con elevados daños económicos y materiales, se produjo en Enero de 2015. Ello provocó la respuesta de la administración y por parte de la CHC durante ese verano se llevaron a cabo unas actuaciones de emergencia de dragado y limpieza del río que han mejorado considerablemente su sección y aumentado su capacidad de transporte.

El comportamiento hidráulico del sistema fluvial en este tramo del río Asón presenta una especial complejidad por su proximidad a la desembocadura. El tramo de estudio tiene baja pendiente, donde la influencia mareal unida a la propia configuración del meandro, la incorporación de flujos en varias direcciones y la existencia de una pequeña presa aguas arriba de Ampuero; todo ello condiciona también las características del transporte y acumulación de sedimentos. En los últimos años se han llevado a cabo varios estudios y obras de defensa en la margen izquierda del río Asón en la zona, presentando una cierta complejidad el análisis hidráulico de este área por las estructuras existentes (puente, muros, naves, motas, ferrocarril,...) y modificaciones realizadas sobre las cartografías en las que se basaron dichos estudios.

Desde el punto de vista medioambiental, hay que destacar que todo el cauce del río Asón hasta su desembocadura se encuentra ubicado dentro del LIC (Lugar de Importancia Comunitaria) "Río Asón", e incluido en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Cantabria por la Ley de Cantabria 4/2006, de 19 de mayo.

En lo referido al grado de conocimiento y evaluación de los riesgos de inundación en la actualidad, debe hacerse referencia a una serie de documentos técnicos:

- En el año 2008 la Dirección General de Carreteras del Gobierno de Cantabria solicita al IH Cantabria un estudio hidráulico para la construcción de un nuevo puente sobre el río Asón en la zona del polígono industrial de Marrón.
- En el año 2009 el IH Cantabria desarrolla para la Dirección General de Protección Civil la documentación técnica del INUNCANT (Plan Especial de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Cantabria ante el Riesgo de Inundaciones).
- En el año 2014 la CHC ha presentado nuevos estudios hidrológico-hidráulicos desarrollados para las Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs), entre las que se incluye la denominada ES018-CAN-5-1, que incluye este tramo del río Asón.

## 2. OBJETIVO Y AMBITO DEL ESTUDIO.

El objetivo del estudio ha sido la definición de las áreas inundables en el entorno del Polígono Industrial de Marrón, determinando los calados y velocidades del flujo en episodios de precipitación con diferentes probabilidades de ocurrencia. El ámbito del estudio alcanza un tramo del río Asón de unos 3 kilómetros de longitud desde aguas arriba del azud de Ampuero, incluyendo la parte de la incorporación del arroyo Bernales, hasta más allá del límite de influencia mareal, zona del estuario (figura 2).

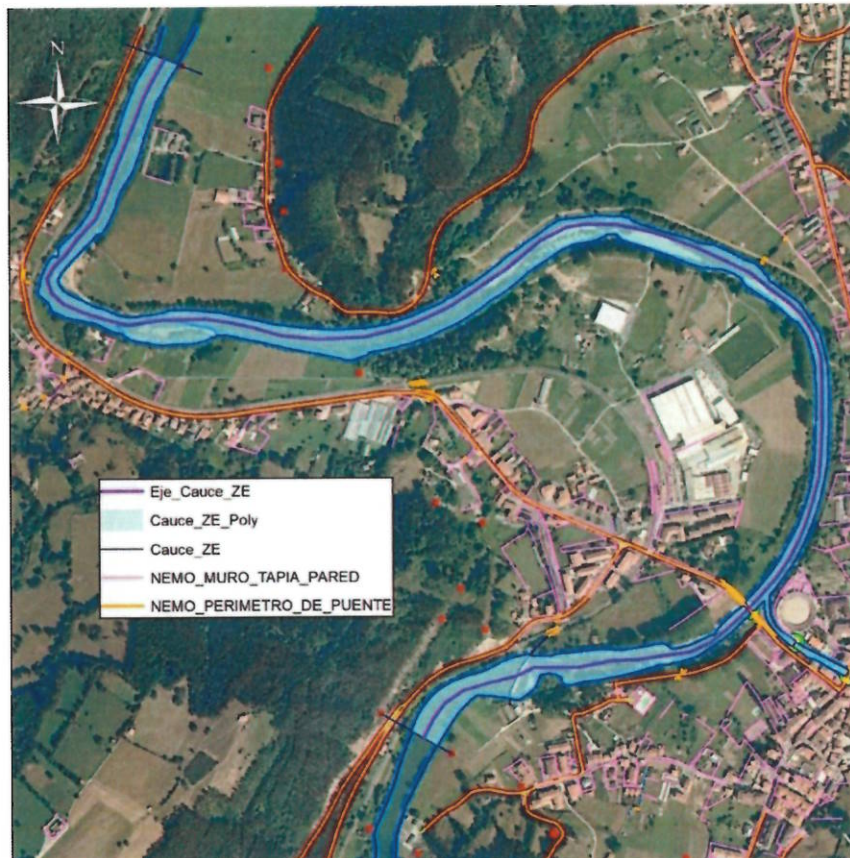


Figura 2. Situación de la zona de estudio (Polígono industrial de Marrón).

Para completar el estudio se ha previsto el desarrollo de las siguientes tareas:

- Recopilación y análisis de la información existente.
- Revisión/generación de modelos digitales del terreno (MDT) y batimetrías de los cauces actualizadas y con nivel de detalle adecuado.
- Estudios hidrológicos de caudales.
- Análisis de la influencia mareal y zona estuarina.
- Estudio hidráulico de los cauces con modelos bidimensionales: Caracterización de la situación actual.
- Análisis de actuaciones.
- Análisis de Impacto Ambiental de las diferentes actuaciones.



### 3. DATOS DE PARTIDA

En una primera fase, se ha efectuado una recopilación de la información previa existente. La información recopilada presenta diferentes características y orígenes pudiendo agruparse en los siguientes epígrafes:

- Antecedentes y estudios previos
- Información cartográfica y modelos del terreno
- Trabajo de campo
- Hidrología

En algunos casos ha sido necesario ampliar esta información como se explica a continuación.

#### 3.1. Datos topográficos

Para realizar un estudio de inundación con un nivel de detalle adecuado, la definición del contorno del cauce es el dato básico de partida. La dificultad adicional que presenta la topografía en la hidráulica fluvial es debido a la presencia de agua unido a la vegetación de ribera que dificulta la visibilidad y encarece los trabajos. Se ha realizado para este estudio una topografía actualizada del tramo de estudio de unos 3 km de longitud. En este levantamiento se ha realizado la toma de puntos de control de cota y una serie de transectos longitudinales y trasversales en el río Asón para conocer su profundidad.

Para completar el trabajo se ha decidido integrar el levantamiento topográfico mediante GNSS, en el que se reflejan de manera precisa las rupturas de pendiente, lámina real del río y cauces existentes. Asimismo se ha llevado a cabo un levantamiento por Láser Escáner 3D de zonas de especial interés mediante e integrar los datos LIDAR aéreos fiables. Este trabajo se ha realizado en colaboración con las empresas SANDS y GIM GEOMATICS.



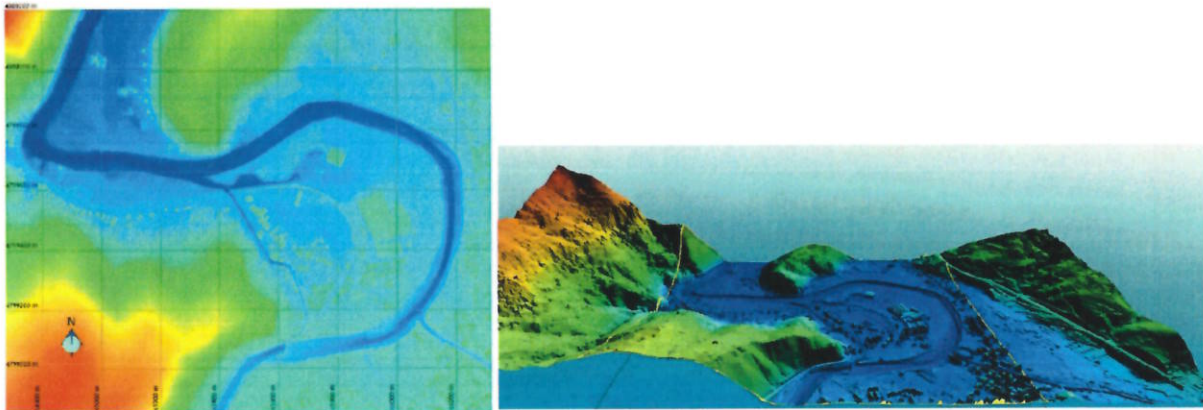
Figura 3. Líneas y puntos recogidos en el levantamiento.



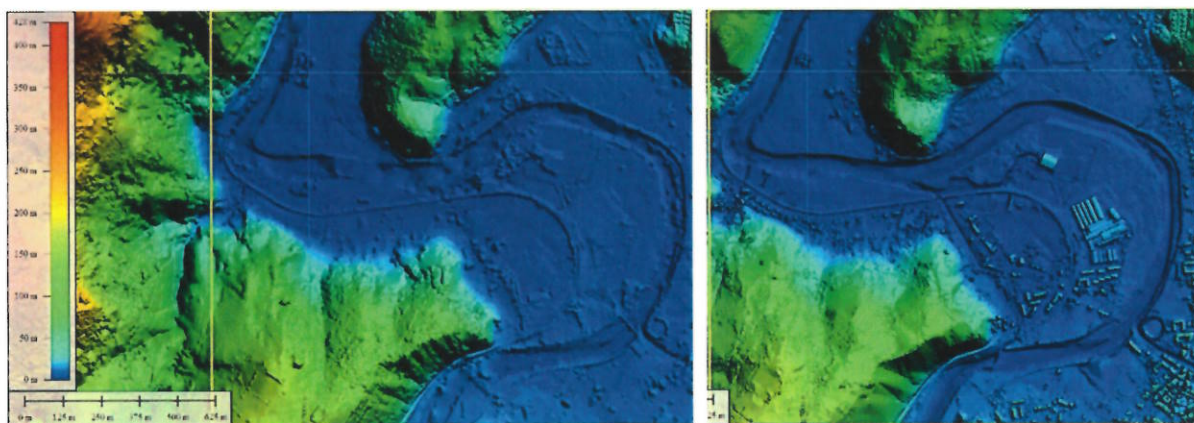
Una parte destacable de estos trabajos ha sido el levantamiento del denominado “cauce de Viesgo”, entre la presa de Ampuero y el Barrio de Marrón.

Todos los datos topográficos (levantamiento GNSS, láser escáner 3D y datos del profundímetro) se han combinado con los datos del Lidar aéreo del Instituto geográfico nacional, resultando del trabajo un modelo del terreno para uso hidrológico con resolución 2 metros en el sistema de referencia ETR89 (European Terrestrial Reference System 1989), sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares, tal y como marca el REAL DECRETO 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España. El sistema de representación será la proyección conforme Universal Transversal de Mercator (UTM), que incluye todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Cantabria en el huso 30.

Toda la metodología, el instrumental utilizado y las características del levantamiento pueden consultarse en el Anejo III. Anejo topográfico.



Vista 3D



MDT versión inicial

MDT versión invierno\_2016

Figura 4. MDT resultado de los trabajos topográficos realizados.



### 3.2. Caracterización geométrica del cauce

La caracterización geométrica del cauce y de las llanuras de inundación se ha realizado con una malla de elementos triangulares con base en el modelo digital elaborado anteriormente mencionado. Este mdt se muestra en la figura 5, con el cauce marcado y un temático de colores gradual desde verde a marrón, en azul la cotas negativas.

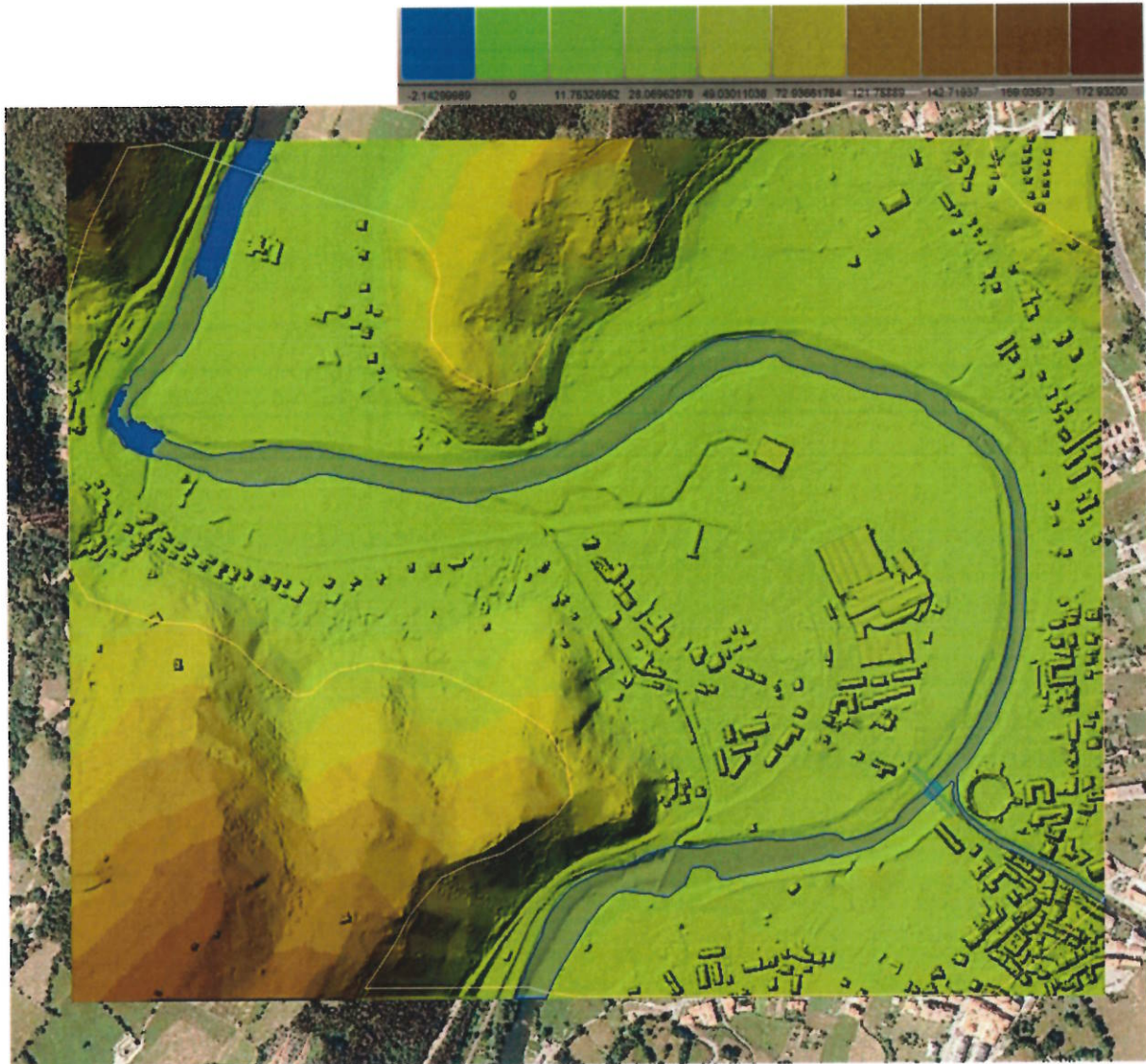


Figura 5. Modelo digital del terreno.

A partir del mdt se crea la malla de elementos triangulares con un tamaño que oscila entre los 0.5 y 3 m<sup>2</sup> para realizar el cálculo hidráulico bidimensional. La malla define las características geométricas del cauce de la zona de estudio.





Figura 6. Vista 3D de la malla de cálculo.

Debe indicarse la existencia de un elemento singular que cruza el cauce, como es el puente de la carretera S-520\*. Este puente supone un obstáculo para el flujo en grandes avenidas, como confirman los estudios anteriores.

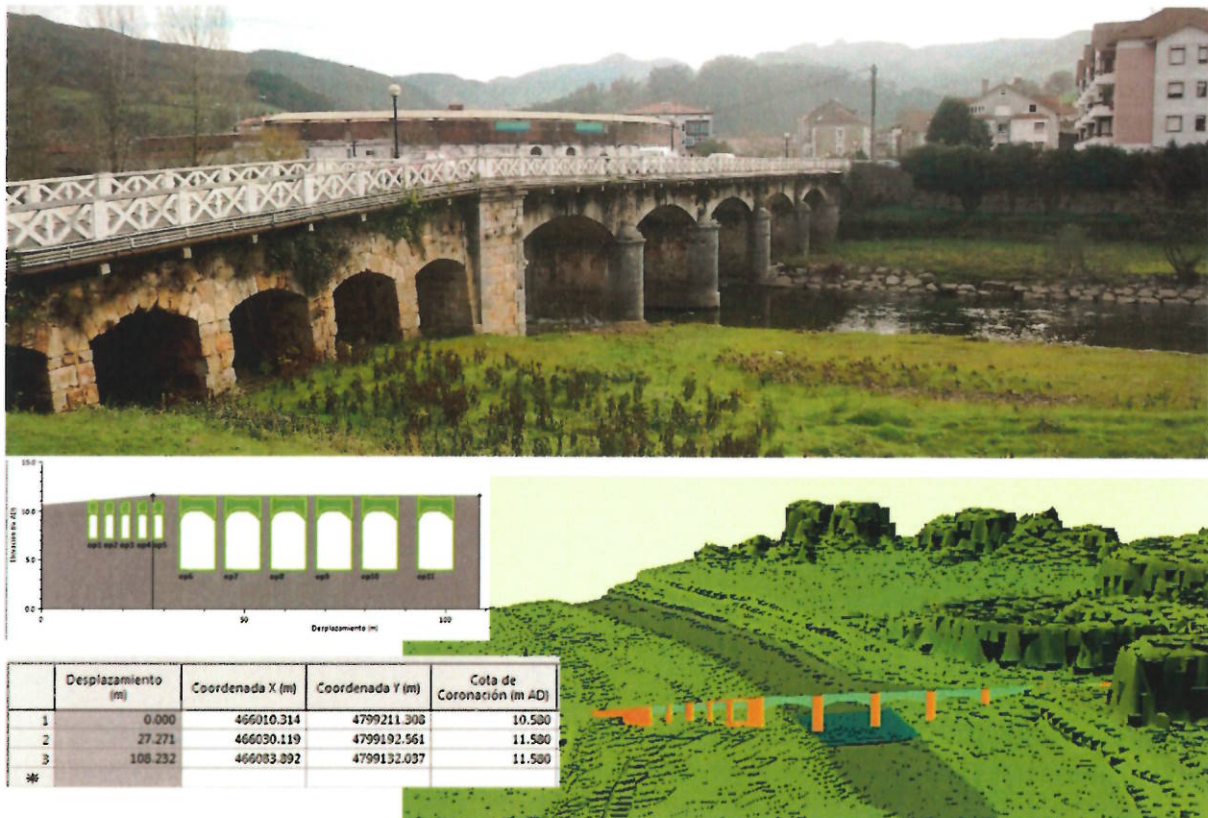


Figura 7. Puente de Ampuero y su implementación en el modelo.

\*Definido a partir de los croquis de la Asistencia Técnica para la adaptación y desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico, en el ámbito de las Comunidades Autónomas de Galicia, Asturias, Castilla y León, País Vasco y Navarra. (incluido en Anejo III).



### 3.3. Caudales de avenida

La cuenca hidrográfica completa del río Asón abarca una superficie de 562 km<sup>2</sup> extendiéndose por el territorio de las Comunidades Autónomas de Cantabria y del País Vasco. La parte correspondiente a Cantabria corresponde al 75% de la superficie total (423 km<sup>2</sup>). Los límites oriental y occidental están definidos por las divisorias con las cuencas vertientes de los ríos Agüera y Miera, respectivamente. Por el Sur, limita con el Picón del Fraile y con las estribaciones de los Portillos de la Sía y Los Tornos. Al Norte, limita con las aguas del Mar Cantábrico.

A efectos de este estudio, se ha considerado la cuenca vertiente aguas arriba del límite de influencia mareal en la Ría de Colindres. En la figura siguiente se muestra la cuenca de aportación analizada, cuya superficie es de 547.75 km<sup>2</sup>.

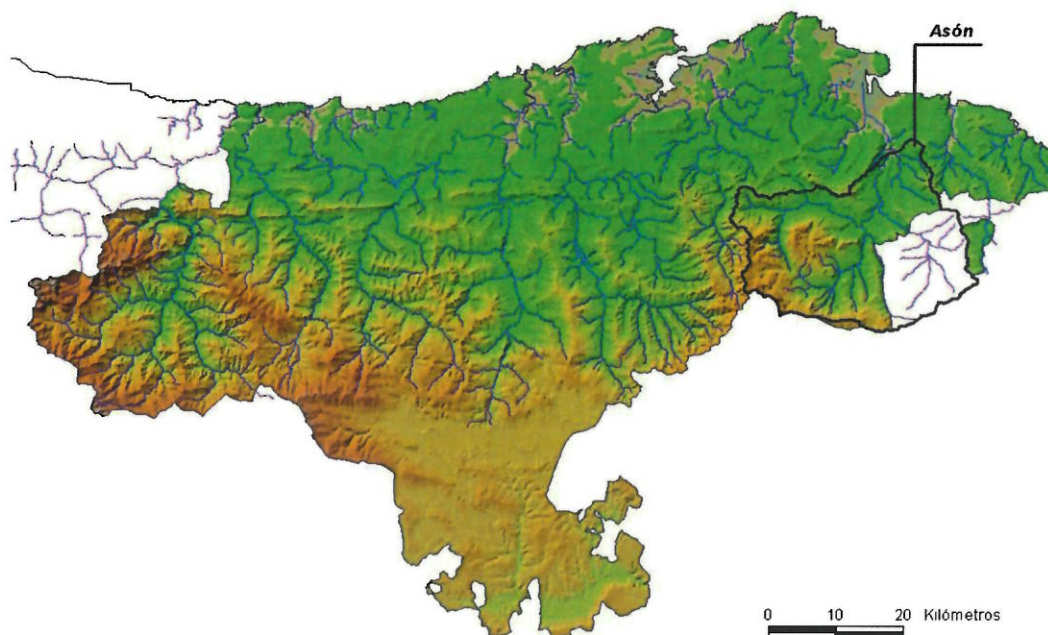


Figura 8. Localización y definición de la cuenca del río Asón.

Para la determinación de caudales de avenida en un río, el sistema directo es la consulta de los datos de aforos disponibles para la caracterización del régimen extremal; sin embargo, en la mayoría de los casos, como ocurre en el Asón, las series de datos no están disponibles o aparecen incompletas, ya que no existe la capacidad real de medir caudales durante las avenidas de grandes períodos de retorno. Por tanto, para la determinación de los caudales de avenida es necesaria la aplicación de métodos hidrológicos.

En el presente estudio se han obtenido los caudales de avenida correspondientes a la aplicación del gráfico GN1 de la CHC "*Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluente y del periodo de retorno T*", contenido en las Normas del Plan Hidrológico Norte III y se han comparado con los resultados obtenidos mediante la aplicación del modelo hidrológico HEC-HMS y el método racional modificado según la formulación contenida en la instrucción de Carreteras "Drenaje superficial" 5.2I-C, publicado en el BOE número 123, de 23 de mayo de 1990.

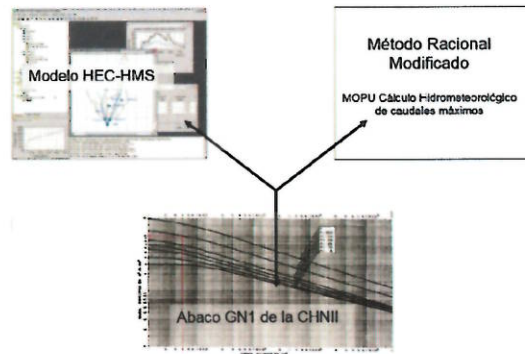


Figura 9. Metodologías empleadas en el cálculo de los caudales de avenida.

Los caudales de avenida se han calculado, por los tres métodos, para los periodos de retorno de: 10, 25, 50, 100 y 500 años en tres puntos de interés que van a servir como inputs y como control en el modelado hidráulico. El primero de los puntos está situado en el río Asón aguas arriba de incorporación del arroyo Bernales, el segundo punto recoge el caudal del arroyo Bernales y el tercero se encuentra situado aguas abajo tras la incorporación de este al río Asón (Figura 6, puntos 8, 9 y 10).

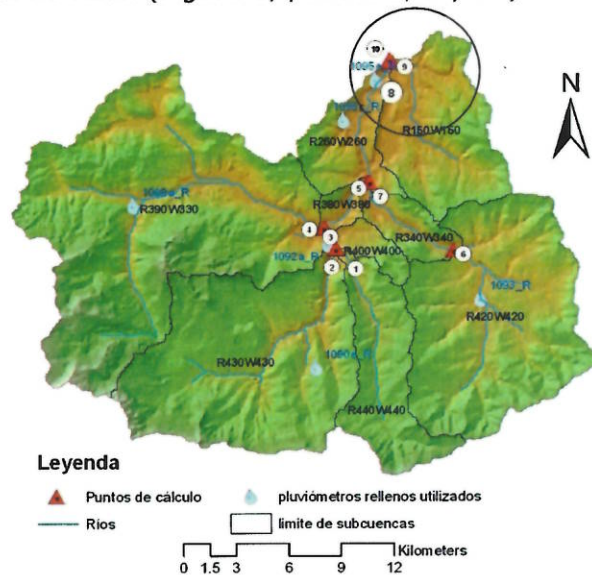


Figura 10. Localización de los puntos de obtención de caudales de cálculo y definición de subcuencas.

En el modelado hidrológico con HEC-HMS, previamente a la definición del modelo de cuenca (o fisiográfico) y meteorológico de la cuenca vertiente a la zona de estudio, se procede a la selección de los puntos de cálculo de caudales, en los que el modelo proporciona como resultado el hidrograma de salida para los eventos de precipitación con diferentes periodos de retorno. La ubicación concreta de dichos puntos ha dado lugar a una determinada división de cada cuenca en subcuencas, a las que se les han supuesto características homogéneas. Como puntos de cálculo se han seleccionado 10 puntos que se consideran adecuados para la correcta caracterización de la cuenca.

En cuanto a los resultados obtenidos, se presentan en forma de tabla los caudales máximos de avenida para los periodos de retorno analizados en los tres puntos de interés (8, 9 y 10) con los tres métodos aplicados.



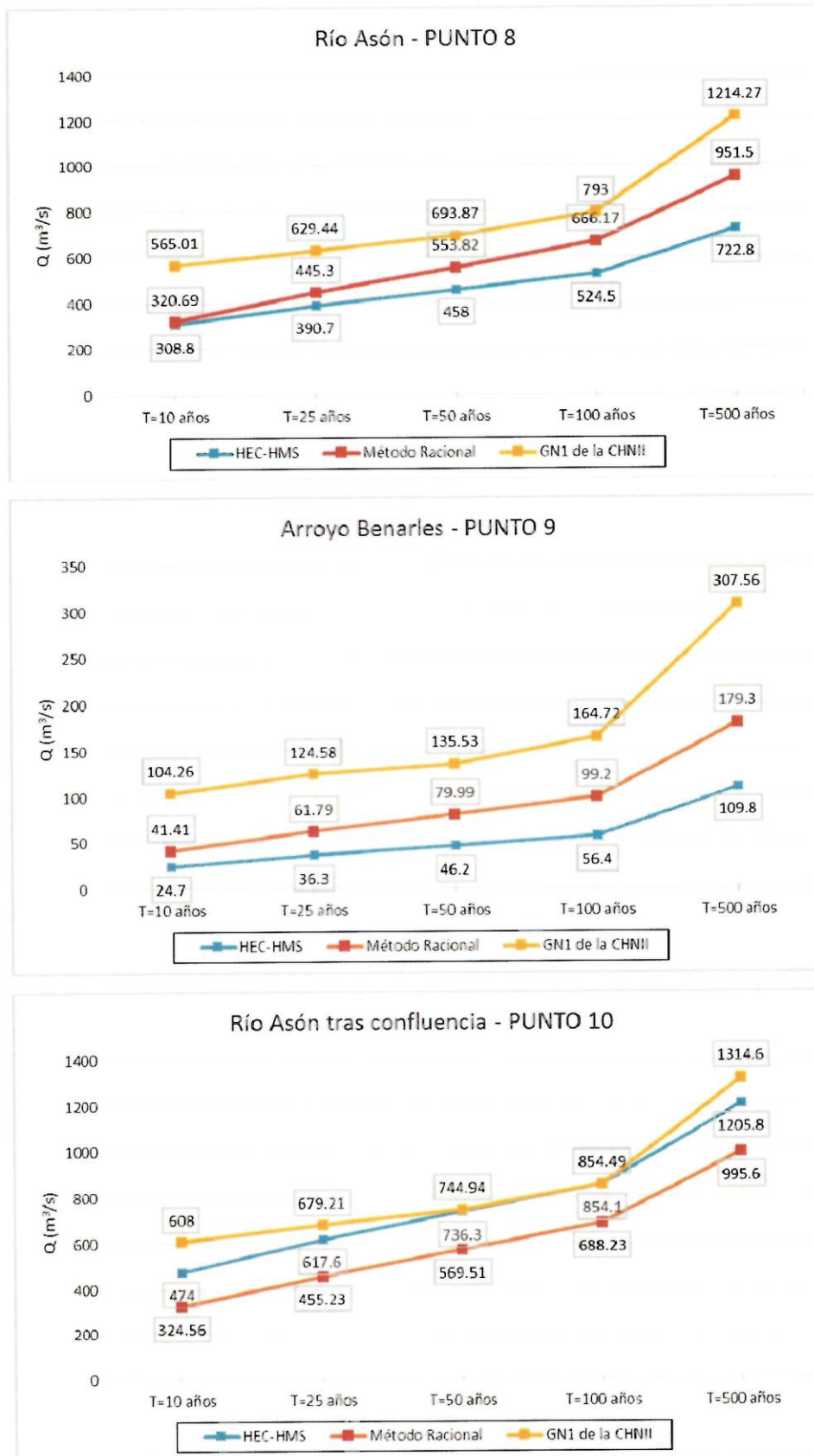


Figura 11. Caudales de avenida obtenidos por los tres métodos empleados y los diferentes periodos de retorno analizados (puntos 8, 9 y 10).



En estas graficas puede apreciarse que cada uno de los tres métodos da resultados ligeramente diferentes, siendo los caudales obtenidos mediante el ábaco de la CHC los más altos.

El modelo hidrológico HEC-HMS ofrece resultados menores que los otros dos para los puntos 8 y 9 e intermedios para el punto 10. Se observa como a medida que el área de la cuenca vertiente va aumentando los resultados se van acercando más a los de la Confederación alejándose de los obtenidos por el método racional modificado.

El detalle de la obtención de los caudales de avenida con cada uno de los tres métodos se incluye en el Anejo V. Anejo Hidrológico.

Tras el análisis comparativo de los caudales obtenidos con los tres métodos, se presenta a continuación la tabla resumen con los valores finalmente utilizados para este estudio, que corresponde a los del Gráfico G.N. 1 del Plan Hidrológico Norte III.

Punto Río	Punto de cálculo	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
		Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
<b>Asón</b>	8	565.01	629.44	693.87	793	1214.27
<b>Bernales</b>	9	104.26	124.58	135.53	164.72	307.56
<b>Asón tras confluencia</b>	10	608.00	679.21	744.94	854.49	1314.6

Tabla 1. Caudales de avenida para diferentes periodos de retorno. (Gráfico G.N. 1, Plan Hidrológico Norte III).

Es necesario en este punto también tener en cuenta los caudales utilizados en el estudio facilitado por la CHC "ES018-CAN-5-2" en el que los caudales fueron obtenidos de igual forma con el mismo empleo del grafico "Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y la probabilidad de inundación" para el cálculo de caudales máximos de avenidas establecido en el Plan Hidrológico Norte II. Los caudales recogidos para un punto equivalente al punto 10 de este estudio son los siguientes.

CAUCE	ALTA PROB.	MEDIA PROB. (T100)	BAJA PROB.
<b>7. Río Asón</b>	<b>609</b>	<b>859</b>	<b>1313</b>

*\*Resto de puntos en ficha del ARPSI ES018-CAN-5-1*

Tabla 2. Caudales según probabilidad de avenida para diferentes periodos de retorno. (Gráfico G.N. 1, Plan Hidrológico Norte III). ARPSI: ES018-CAN-5-2

Como puede apreciarse estos caudales de la tabla 2 coinciden prácticamente con los del punto "Asón tras la confluencia" de la tabla 1. A la vista de lo anterior, manteniéndose del lado de la seguridad, se ha decidido adaptar estos últimos como caudales de cálculo. De esta forma, las simulaciones hidráulicas se han realizado de forma que el caudal máximo no supere el calculado para confluencia. Esto implica evitar la coincidencia temporal de los máximos de los hidrogramas en el río Asón y en el río Bernales. Para facilitar la comparación de resultados se ha mantenido esta misma hipótesis en todos los cálculos.

### 3.4. Caracterización hidráulica del cauce

Para el cálculo hidráulico del tramo del río Asón del estudio (de unos 3.200 m de longitud) se ha realizado una malla de cálculo bidimensional. Esta malla contiene más de 2.5 millones de elementos triangulares de entre 0.5-3 m<sup>2</sup>, abarca la zona del cauce y las llanuras de inundación, con un área total de 1.66 km<sup>2</sup>. Cada uno de estos elementos triangulares recoge la información altimétrica del MDT mencionado en capítulos anteriores. Se han establecido unos coeficientes de rugosidad de Manning de  $n = 0.035$  en el cauce principal y  $n = 0.04$  en las riberas de inundación, de acuerdo con las características de la zona documentada en las visitas de campo. En el Anejo II. Anejo Fotográfico, se pueden ver fotografías de la zona de estudio tomadas durante diferentes eventos de avenidas.

Para establecer la condición de contorno del modelo hay que conocer, en algún punto del cauce, la relación entre los caudales circulantes y los niveles de la lámina de agua o, si no se contase con dicha información, situar la condición lo suficientemente alejado del contorno de la malla que no afecte a los niveles de avenida en esa zona.

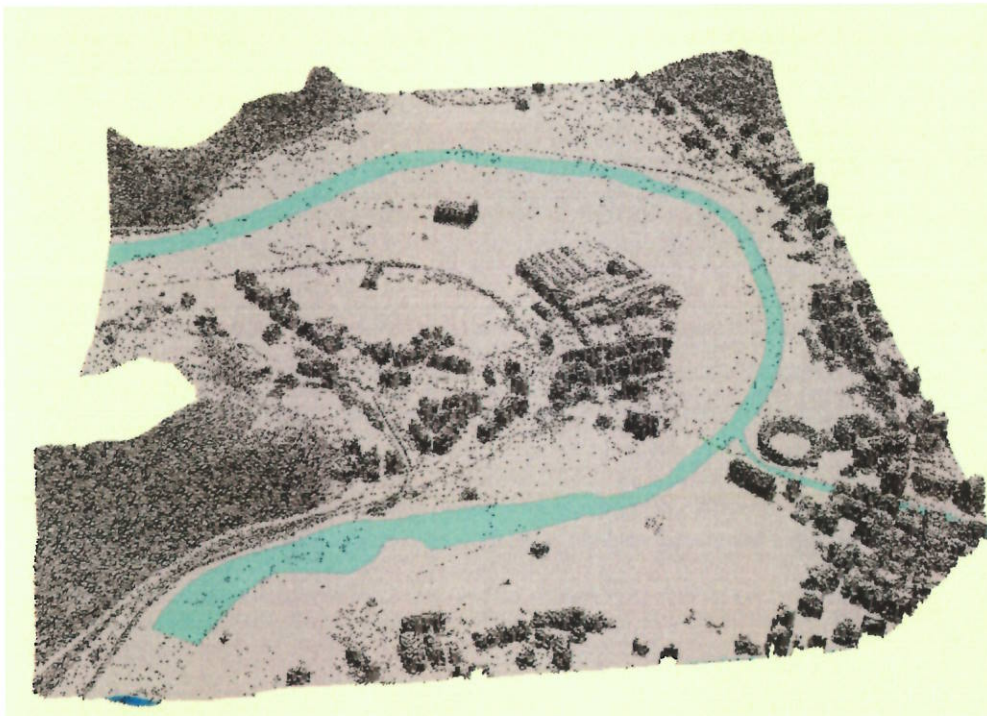


Figura 12. Malla de cálculo en 3D.

Las condiciones de contorno utilizadas en las simulaciones han sido las entradas de agua reflejadas en los apartados anteriores. En los bordes de la malla se ha adoptado el calado normal correspondiente al caudal circulante en esos elementos de la malla para cada uno de los periodos de retorno analizados. Esta condición de contorno se ha considerado para cada uno de los escenarios analizados.

Se ha realizado también el análisis de la influencia de la marea, tal como se expone en el siguiente apartado.



### 3.5. Análisis de la influencia de la marea y zona estuarina

Las inundaciones máximas ocurren con la combinación de situaciones extremales de una serie de variables de entrada: la carrera de marea astronómica, el nivel de marea meteorológica (en esta variable se considerará la elevación producida por el arrastre del viento y presión atmosférica), oleaje y principalmente el caudal del propio río Asón.

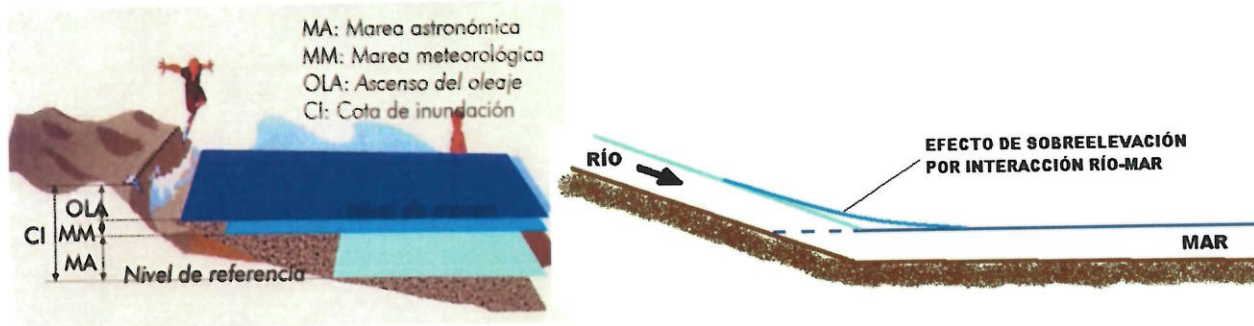


Figura 13. Esquema de componentes de la Cota de Inundación.

La zona de estudio se encuentra en una zona muy próxima al dominio público marítimo terrestre por esta razón hay que realizar un análisis de la influencia de la marea y la zona estuarina. En la figura 14 puede observarse como el DPMT aprobado comienza unos metros aguas abajo del campo de fútbol, muy cerca del polígono de Marrón.

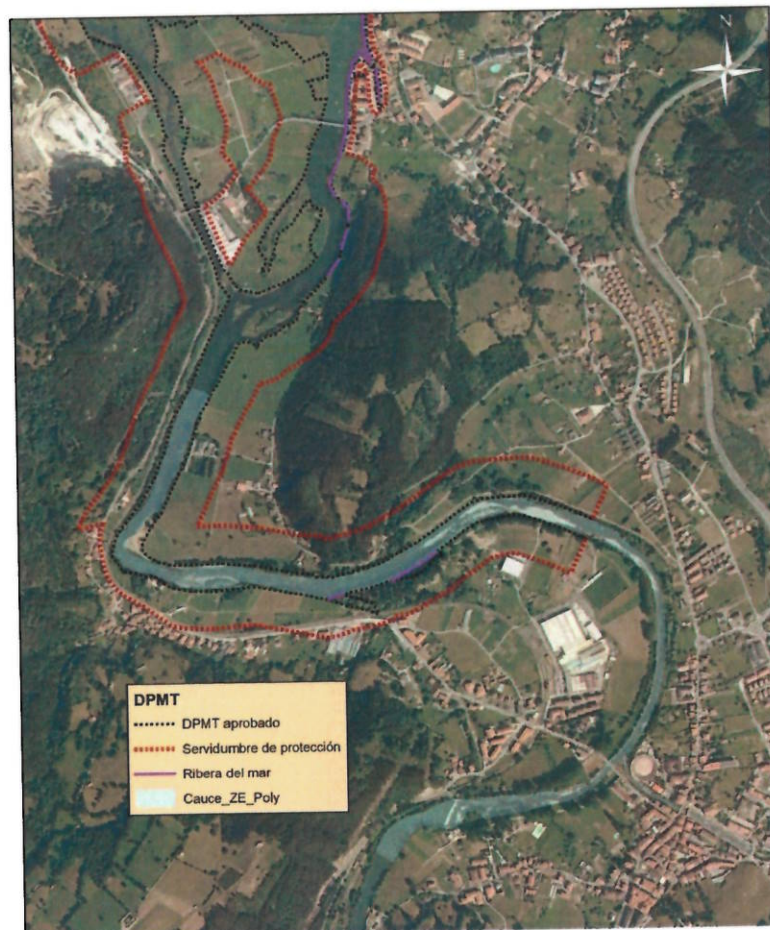


Figura 14. Limite del DPMT aprobado en el Asón.



El estudio de los regímenes de inundación puede abordarse de diferentes formas. Por un lado, existe la posibilidad de simular numéricamente extensos periodos de tiempo (centenas de años) que permitan realizar un análisis estadístico de extremos para obtener los niveles máximos asociados a diferentes periodos de retorno. Esta vía requiere una gran capacidad de computación (tiempo y almacenaje) y contar con series de datos de equivalente duración que la simulación para introducir al modelo como condiciones iniciales y de contorno. Otra opción es simular diferentes escenarios construidos con combinaciones de las variables importantes para modelar los parámetros de interés, en este caso la cota de inundación. Esta última aproximación reduce drásticamente el tiempo de computación y las exigencias relativas a la duración de las bases de datos necesarias. Además, dependiendo del objetivo de estudio, puede dar resultados tan buenos o mejores que la primera opción mencionada.

En este estudio se ha optado por la segunda opción. En el Anejo VI. Análisis de la influencia mareal y de la zona estuarina, se ha desarrollado una metodología basada en análisis estadístico de las distintas dinámicas actuantes en la Bahía de Santoña): marea astronómica (MA), marea meteorológica (MM), caudal fluvial (Q) y oleaje ( $H_s$ ,  $T_p$ ,  $\theta$ ), y en el posterior modelado hidrodinámico de una serie de escenarios construidos a partir de las variables de interés.

Del análisis de las dinámicas actuantes se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La cota de inundación es una variable aleatoria que depende funcionalmente de otras variables: marea astronómica (MA), marea meteorológica (MM), caudal fluvial (Q) y oleaje ( $H_s$ ,  $T_p$ ,  $\theta$ ).
- En la zona de estudio, la carrera de marea más probable oscila en torno a los 3 m, siendo el percentil del 95% de 4,2 m.
- El valor más probable de MM se encuentra comprendido entre los -5 cm y -1 cm, siendo el cuantil del 95 % de +18 cm.  
Los niveles de MM obtenidos para los periodos de retorno (T) de 100 y 500 años son 62 cm y 70 cm, respectivamente.
- El caudal medio del río Asón es 22 m<sup>3</sup>/s y el cuantil del 95% es 86,68 m<sup>3</sup>/s.  
Los caudales de avenida asociados a los T de 100 y 500 años son 859 m<sup>3</sup>/s y 1.313 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.
- En relación al oleaje, la variación del nivel del mar debido al mismo en el interior de la Bahía de Santoña es despreciable frente a la contribución de la marea.

En relación al modelado, se ha aplicado el modelo numérico Delft3D (Roelvink y van Banning, 1994; WL/Delft Hydraulics, 2006) para evaluar la hidrodinámica de dos escenarios resultantes de la combinación de los valores extremos de caudal (Q) y nivel exterior (MA+MM) asociados a los periodos de retorno (T) de 100 y 500 años. En tabla 3 se recogen las principales características de los escenarios planteados para evaluar la importancia relativa de las dinámicas en la inundación de Ampuero.

Escenario	T = 100 años*	T = 500 años*
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	859	1313
Nivel del mar (m) <sub>sobre NMMA</sub>	3.10	3.20

Tabla 3. Escenarios planteados para evaluar las dinámicas en la inundación de Ampuero.

Del modelado numérico se puede concluir que en situaciones de avenida ( $Q_{100}$  y  $Q_{500}$ ), puede despreciarse la influencia del nivel del mar en las inundaciones del polígono de Marrón. En la figura 15 se presentan los límites de la influencia mareal (A) y fluvial (B) para los dos escenarios analizados.

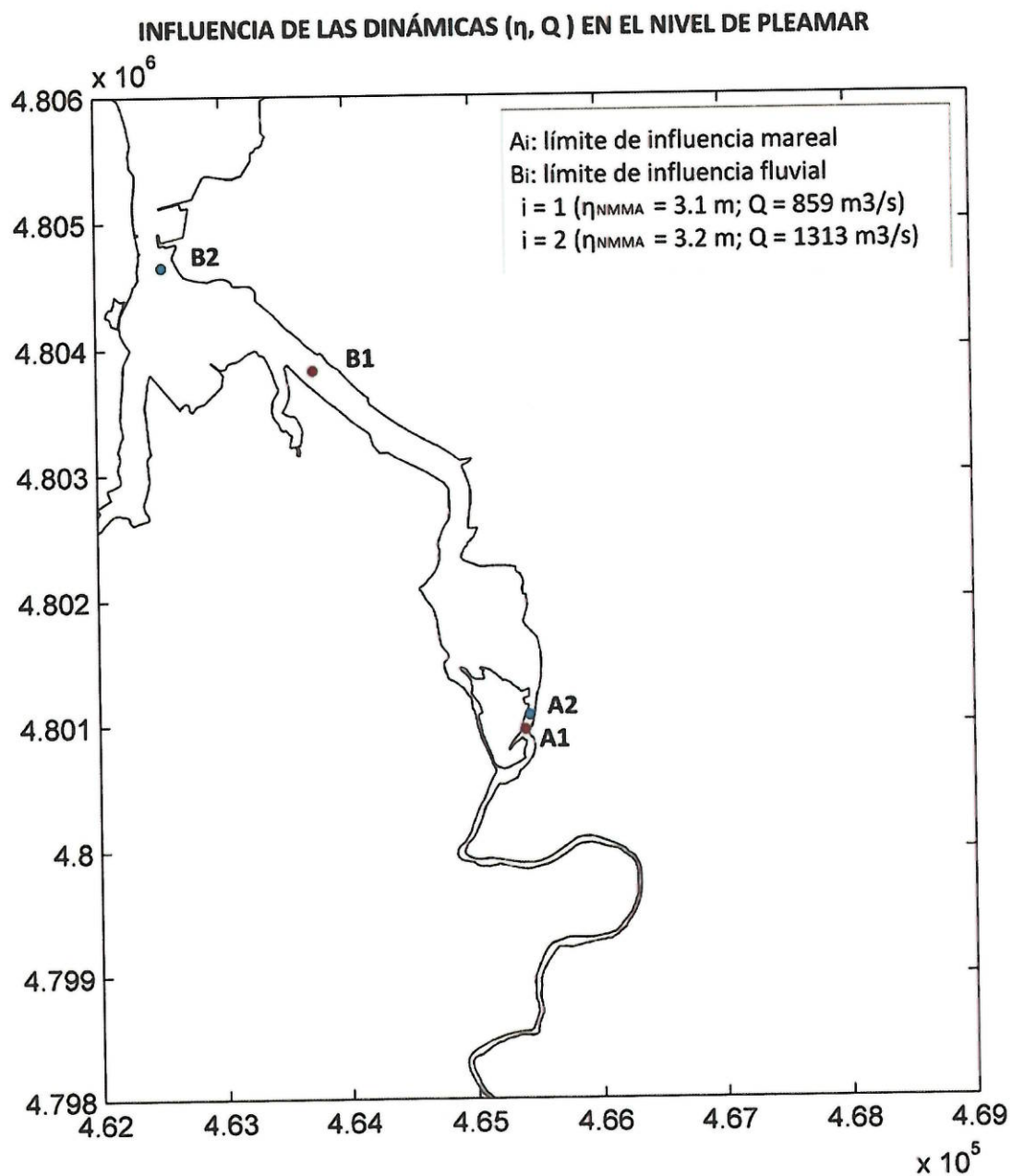


Figura 15. Límites de influencia mareal (A) y fluvial (B) para los escenarios estudiados.



## 4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO

El cálculo de los niveles de avenida y sus velocidades, en un cauce real de geometría compleja, obliga a la utilización de modelos matemáticos capaces de representar y simular adecuadamente la hidráulica fluvial.

Entre las herramientas disponibles actualmente en el mercado se ha seleccionado para este estudio el modelo hidrológico-hidráulico InfoWorks ICM (Integrated Catchment Modeling) (Modelado Integrado de Cuencas), desarrollado por la empresa Innowyze. Este modelo matemático integra totalmente el modelo de cuenca, permitiendo calcular la hidrología (transferencia lluvia-caudal), la hidráulica de redes de saneamiento y drenajes, así como la hidráulica fluvial. Este modelo matemático, ampliamente utilizado por las administraciones en España, permite modelizar:

- Hidrología, tanto en 1D, como en 2D.
- Hidráulica fluvial en 1D, 2D o 1D+2D incluyendo puentes, redes de saneamiento y otras estructuras.
- Calidad de Aguas en 1D y 2D.
- Control en Tiempo Real de Estructuras.

Para el modelado de la hidrología es posible aplicar una lluvia sobre la malla 2D donde se tiene en cuenta, no sólo la lluvia neta, sino también la infiltración del terreno. El Modelo de Infiltración 2D calcula las propiedades de los elementos de la malla, clasificados en diferentes zonas de infiltración. Se dispone de diferentes opciones como las siguientes:

- Hidrología clásica (SCS, Green-Ampt, Horton, Wallingford, etc.).
- Hidrología 2D directa sobre la malla bidimensional de la cuenca completa.
- Cálculo de Infiltración y evapotranspiración en 2D. (Fija, Porcentaje o Horton).

En el modelado de la hidráulica InfoWorks ICM permite la modelización fluvial con zonas en 1D y 2D. Los elementos del modelo de una red de drenaje se representan mediante nodos (pozos de registro y sumideros), conductos (tuberías) y subcuencas (que recogen la escorrentía). El flujo bidimensional (2D), denominado así porque se produce en todas las direcciones de un plano (caso de las superficies sobre las que se mueve el agua de la precipitación o de las avenidas modelizadas) se resuelve mediante la utilización de una malla de elementos triangulares que abarca toda la superficie en la que se va a modelizar el flujo. Dicha malla se apoya sobre el modelo del terreno empleado, disponiendo cada elemento triangular con solera igual a la media de las cotas de los vértices, de manera que el fondo es horizontal.

Las ecuaciones de energía del agua se resuelven asumiendo que se trata de un flujo poco profundo y plano. De este modo, cada elemento de la malla tiene, en todo su prisma de agua (producto de su superficie  $ZB$  por su calado  $h$ ) la misma velocidad  $V$ . En el Anejo I. Breve descripción del modelo Infoworks ICM se describen las principales características del modelo utilizado.

## 5. ESTUDIO HIDRÁULICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Los cálculos hidráulicos contenidos en este estudio se han realizado simulando las condiciones hidráulicas de caudales y las demás características expuestas en los apartados anteriores con el modelo Infoworks, en su versión 6.0.

En el Anejo VII. Cálculos hidráulicos, se recogen las tablas de los resultados de las simulaciones del cálculo hidráulico en situación actual, realizado con los caudales correspondientes a periodos de retorno de  $T =$  máxima crecida ordinaria (mco), 10, 50, 100 y 500 años, respectivamente. En dicho anejo se presentan las tablas de resultados donde se recoge el nivel medio del terreno, el mayor caudal circulante, el mayor calado, la máxima cota de agua y la mayor velocidad a lo largo de las líneas de resultados (fig.16), alcanzado durante las simulaciones.

En los mapas N°4 se recogen las manchas de inundación con los temáticos de calados y velocidades. En los planos N°5 se muestran los perfiles longitudinales y transversales donde se muestra también la altura de la lámina de agua para los diferentes periodos de retorno estudiados.

A modo de resumen, se incluyen a continuación en esta memoria los resultados más relevantes como son:

- Figuras de calados máximos para los diferentes periodos de retorno.
- Máxima elevación en líneas de control de resultados de la figura 16.
- Perfil longitudinal sobre el eje del cauce.



Figura 16. Líneas de control de resultados.







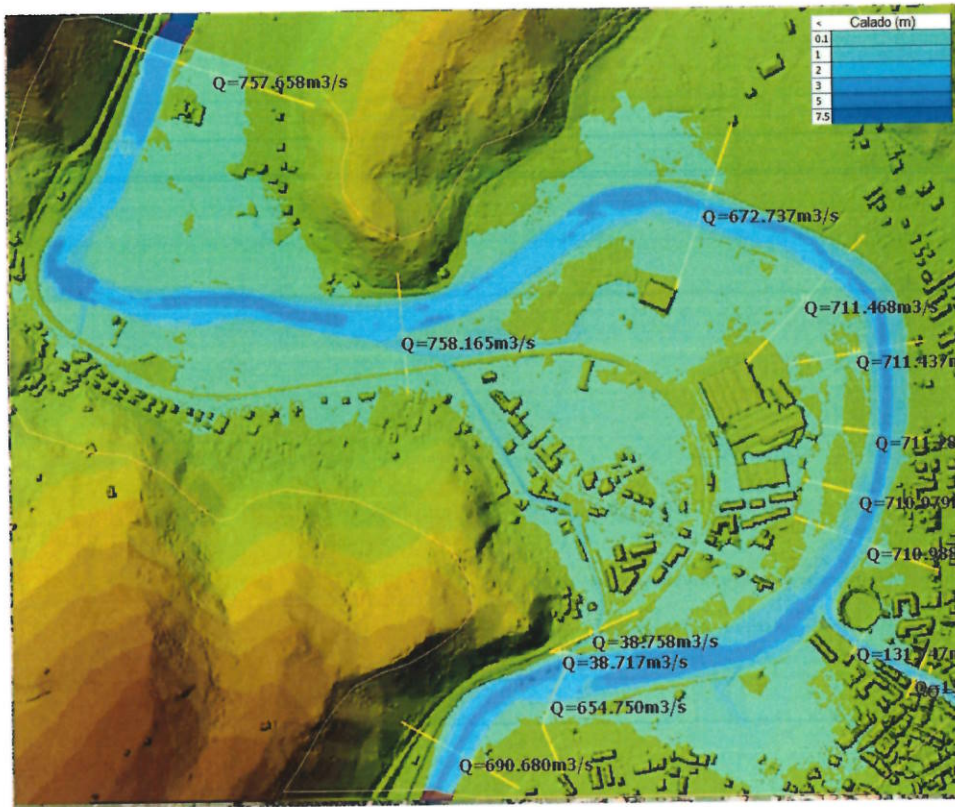


Figura 19. Envolverte de calados máximos T50.

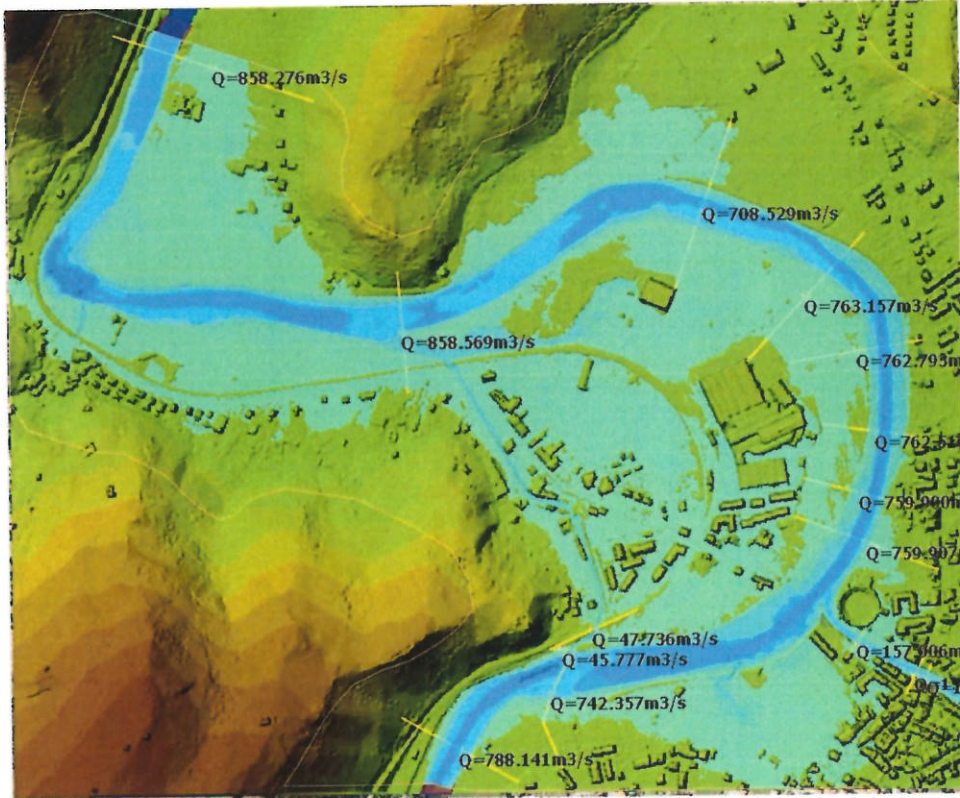


Figura 20. Envolverte de calados máximos T100.



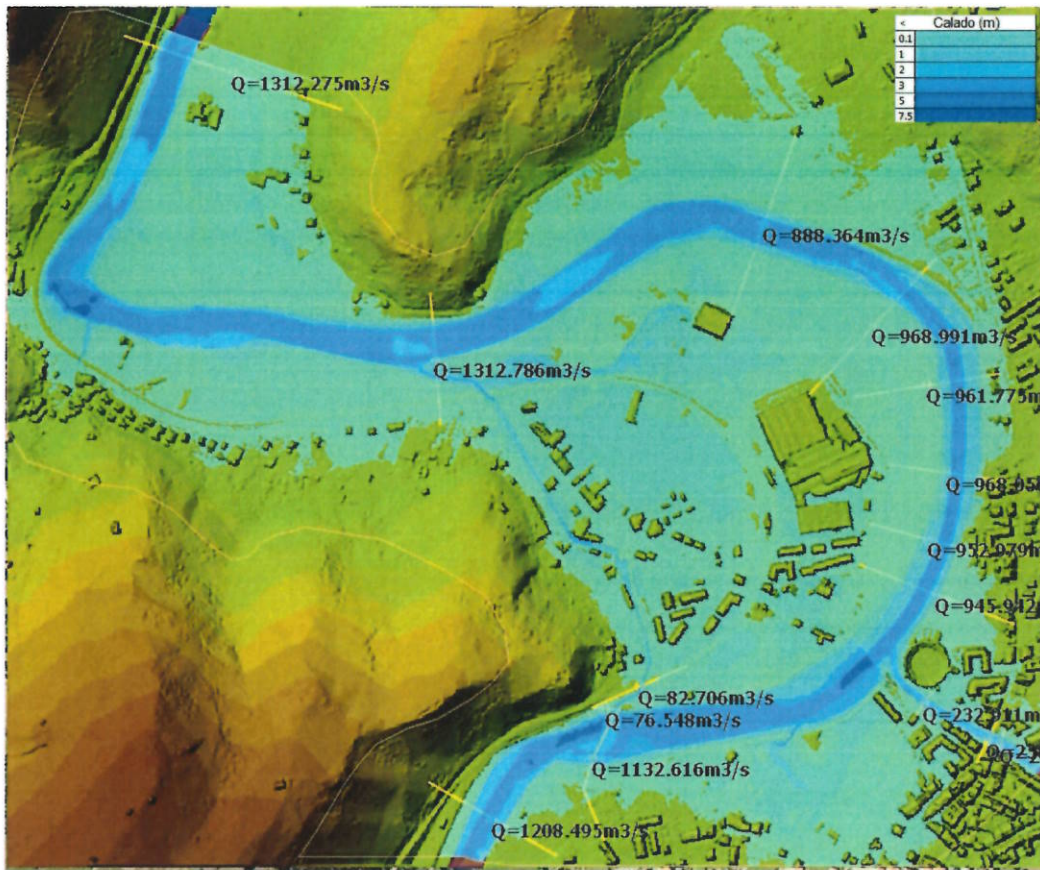


Figura 21. Envoltente de calados máximos T500.

Como puede observarse en las manchas de inundación de las figuras anteriores (reflejadas a una mejor escala en los planos N°4), las inundaciones comienza a producirse de forma leve a partir de periodos de retorno de 10 años, aguas abajo del polígono de Marrón. En la máxima crecida ordinaria, el caudal se ajusta perfectamente al ancho natural del río, con algo de caudal circulando por "cauce de viesgo". Es a partir del periodo de retorno de 50 años cuando el río desborda de forma lateral afectando hacia la llanura de inundación en la parte interior del meandro, acumulando agua en sus puntos bajos (campos de futbol y aparcamientos).

La inundación es ya bastante significativa para el periodo de retorno de 100 años. Para el caudal de 500 años ( $\approx 1.300 \text{ m}^3/\text{s}$ ) el río queda totalmente desbordado. La crecida ocupa todo el meandro, cambia la dirección y el sentido del flujo y el agua circula por las calles acortando el meandro.

Para interpretar la importancia y la gravedad de las inundaciones, se muestran a continuación dos imágenes de los resultados para el periodo de retorno de 100 años. La figura 22 es un temático de calados, señalando las profundidades menores de 1 metro en color amarillo, umbral a partir del cual una inundación se considera peligrosa. Puede apreciarse solo algunas parcelas y puntos bajos gravemente afectados. En la figura 23 se muestran un temático graduado de las velocidades con color amarillo para velocidades menores de 1 m/s, color azul velocidades menores de 2 m/s y color rojo en las velocidades mayores de 2 m/s. Se considera inundación peligrosa la que provoca velocidades mayores de 1 m/s.



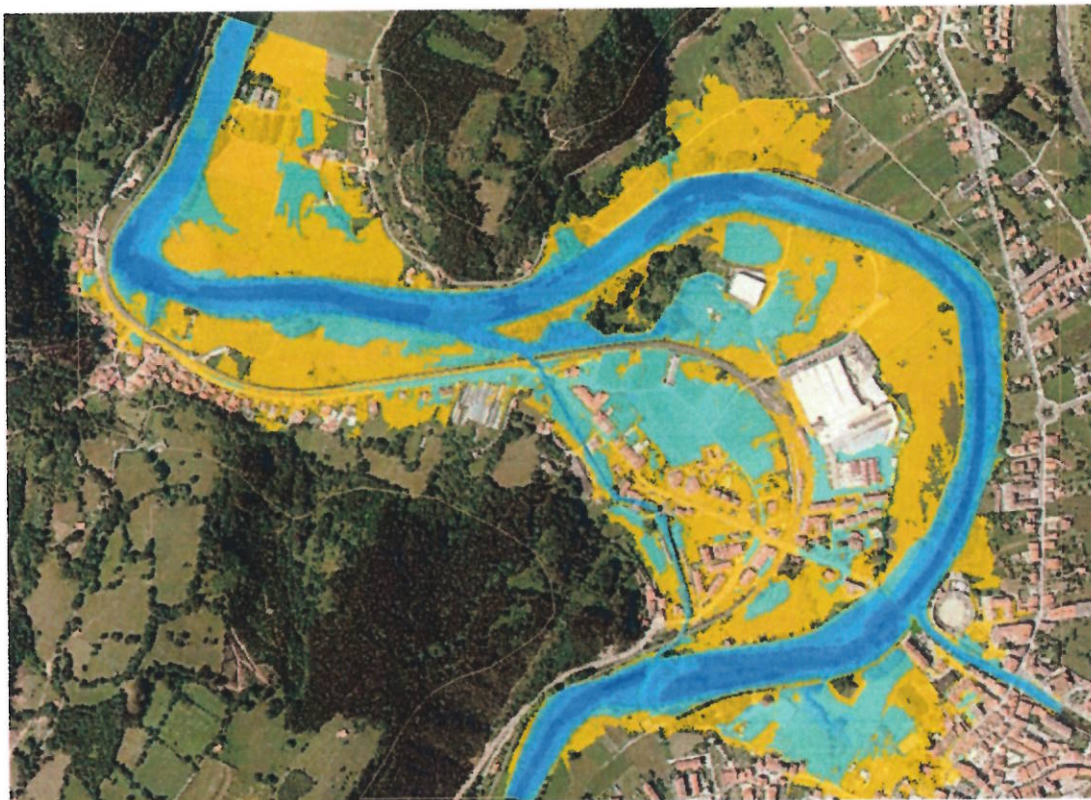


Figura 22. Temático de calados máximos T100. Calados <1 m en color amarillo.

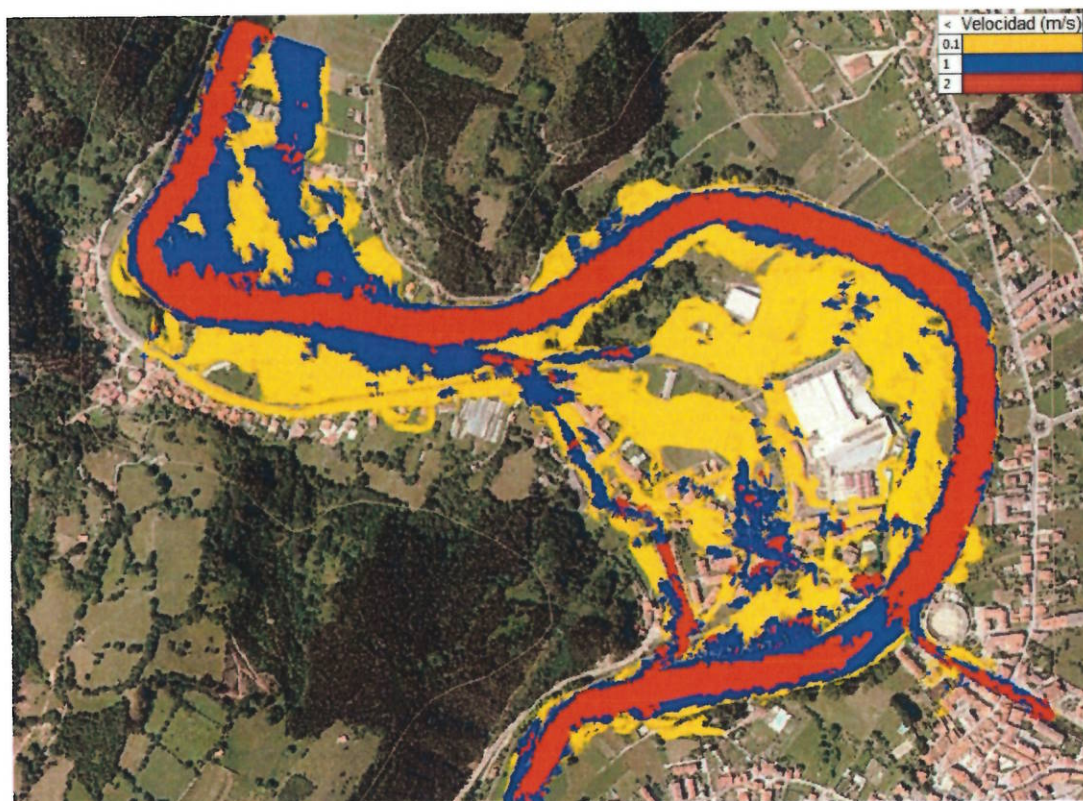


Figura 23. Temático de velocidades <1 m/s en color amarillo, <2m/s en azul, >2m/s rojo.



Como puede observarse, las velocidades máximas se alcanzan en el eje del cauce y en algunos puntos en las inmediaciones de las márgenes durante el desborde. No obstante, estas velocidades no son de gran magnitud debido principalmente a la baja pendiente longitudinal del tramo.

Analizando la evolución de los vectores de velocidad durante un evento de inundación, podemos ver como progresa la inundación. La primera zona afectada son los campos de fútbol (aguas abajo del polígono). Posteriormente la inundación repercute hacia aguas arriba afectando a la dirección del flujo que intenta acortar el meandro atravesando calles y viales por los puntos más bajos inundando una gran extensión.

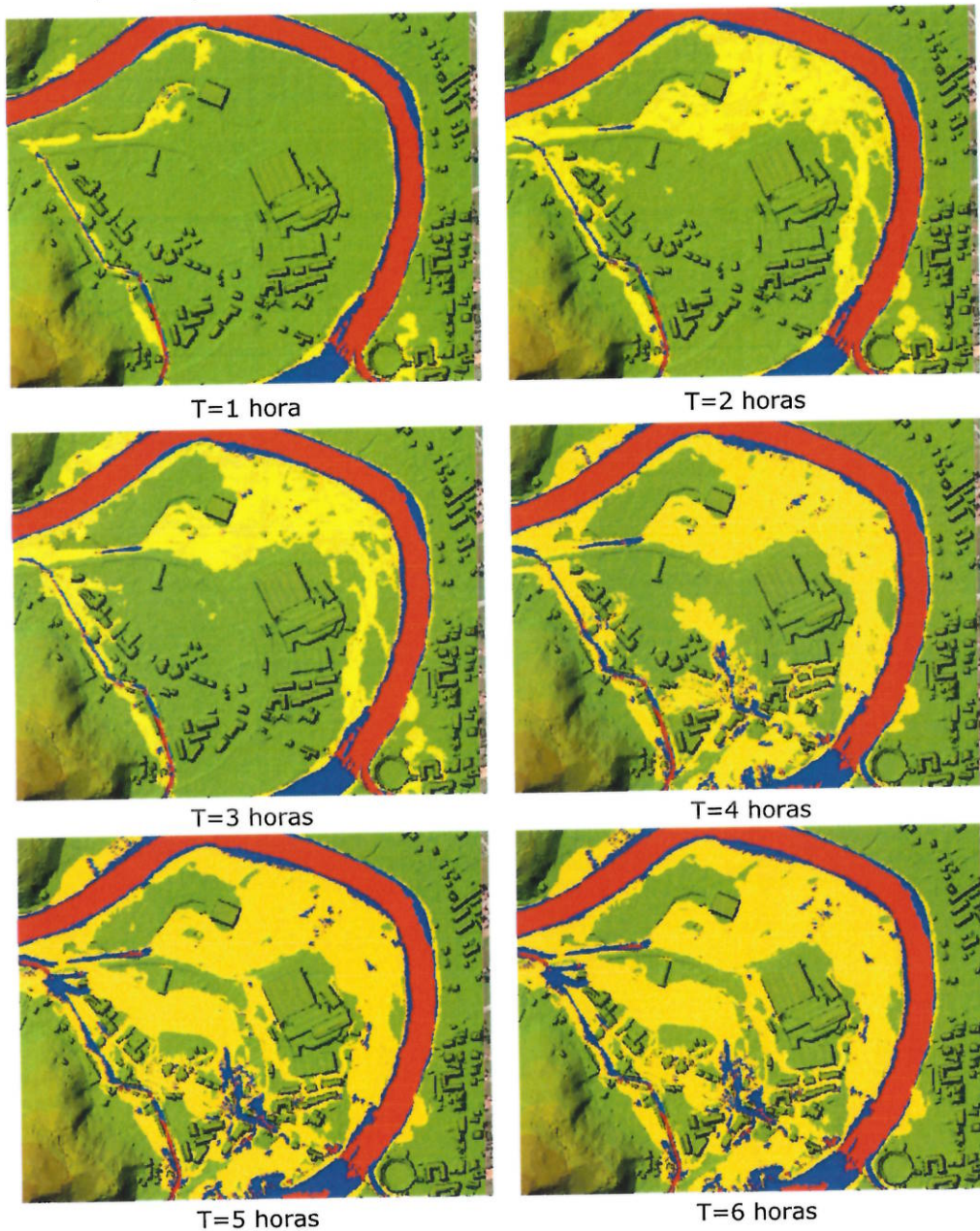


Figura 24. Evolución temporal del temático de velocidades  $< 1\text{ m/s}$  amarillo,  $< 2\text{ m/s}$  azul,  $> 2\text{ m/s}$  rojo.

Analizando las profundidades de inundación, como se ha adelantado, al tratarse de una zona muy llana sin apenas pendiente la diferencia entre el T10 y el T500 es escasamente de 1 metro de calado pero ocasiona una gran diferencia en la anchura de la mancha de inundación en planta. El calado en las diferentes secciones de control de resultados (figura 16) puede observarse en la siguiente tabla.

Líneas de Resultados	Mayor elevación lámina de agua (m AD)				
	T = MCO	T = 10	T = 50	T = 100	T = 500
LR_1	10.303	10.651	11.021	11.311	11.819
LR_2	7.499	8.422	8.836	8.967	9.639
LR_3	7.215	8.13	8.517	8.635	9.16
LR_4	6.919	7.793	8.143	8.257	8.736
LR_5	6.735	7.615	7.954	8.074	8.613
LR_6	6.357	7.268	7.601	7.735	8.39
LR_7	5.954	6.836	7.148	7.308	8.081
LR_8	5.079	6.298	6.759	7.063	7.429
LR_9	1.794	3.766	4.096	4.219	4.886
LR_Azud	10.113	10.583	11.035	11.341	12.192
LR_Canal1	8.345	9.055	9.39	9.621	11.053
LR_Sub	9.057	10.723	11.135	11.377	12.177
LR_Vallino1	9.084	9.905	10.333	10.634	11.499
LR_Vallino2	8.918	9.756	10.149	10.47	11.249
LR_Vallino3	7.882	8.998	9.744	9.977	10.581

Tabla 4. Mayores elevaciones de la lámina de agua en avenidas. Situación actual.

En la siguiente figura se muestra el perfil longitudinal del terreno a lo largo del eje central del río Asón. Sobre este eje se han representado los calados máximos de inundación obtenidos para cada periodo de retorno. En este perfil pueden apreciarse la pendiente del río que comienza en la cota 5 metros y termina a un nivel de -1 metros (sobre el Nivel medio del Mar en Alicante). Con este diferencia de cota en una longitud de 3.274 metros resulta una pendiente media de apenas el 0,2%.

En el perfil se observan las alteraciones que producen en la lámina de agua los elementos singulares que cruzan perpendicularmente el cauce como son el azud y el puente de la carretera S-520. Estos elementos son una obstrucción en el flujo libre del caudal y provocan un efecto presa afectando hacia aguas arriba.



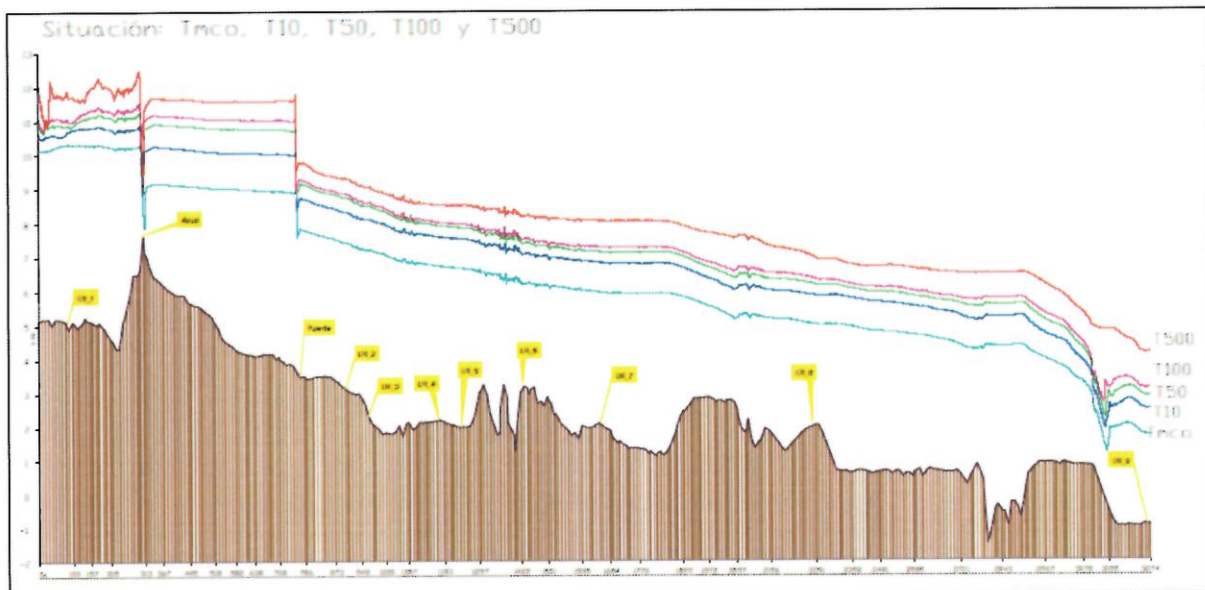
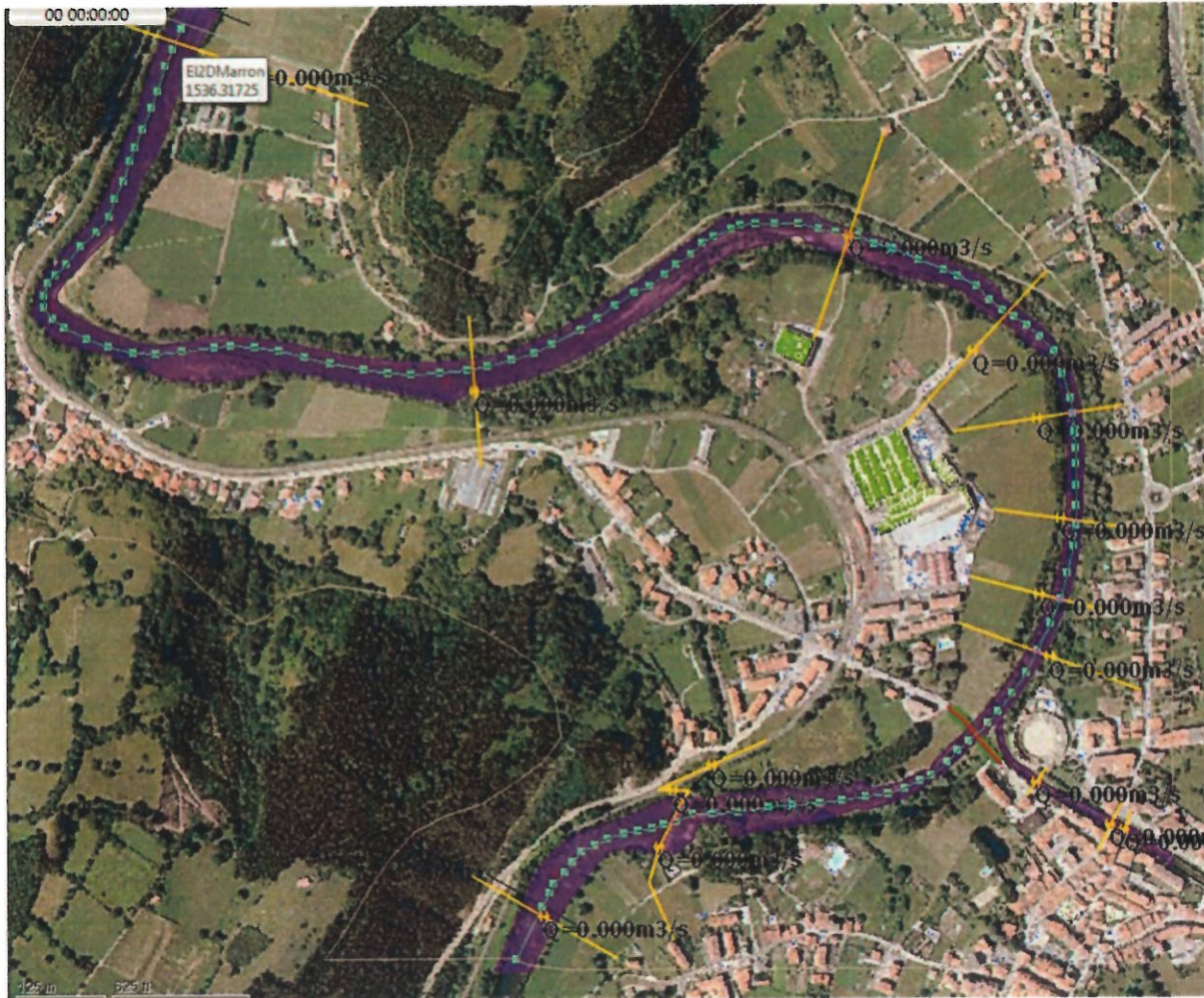


Figura 25. Perfil longitudinal sobre el eje central del Río Asón.y sus calados para los diferentes periodos de retorno en el Polígono de Marrón.

### 5.1. Otros estudios oficiales

Se ha realizado el análisis comparativo de los resultados de este estudio con los de las ARPSIs de Ampuero "ES018-CAN-5-2" facilitado por la CHC. A continuación se muestran las manchas de inundación del citado estudio para los periodos de 10 y 100 años.

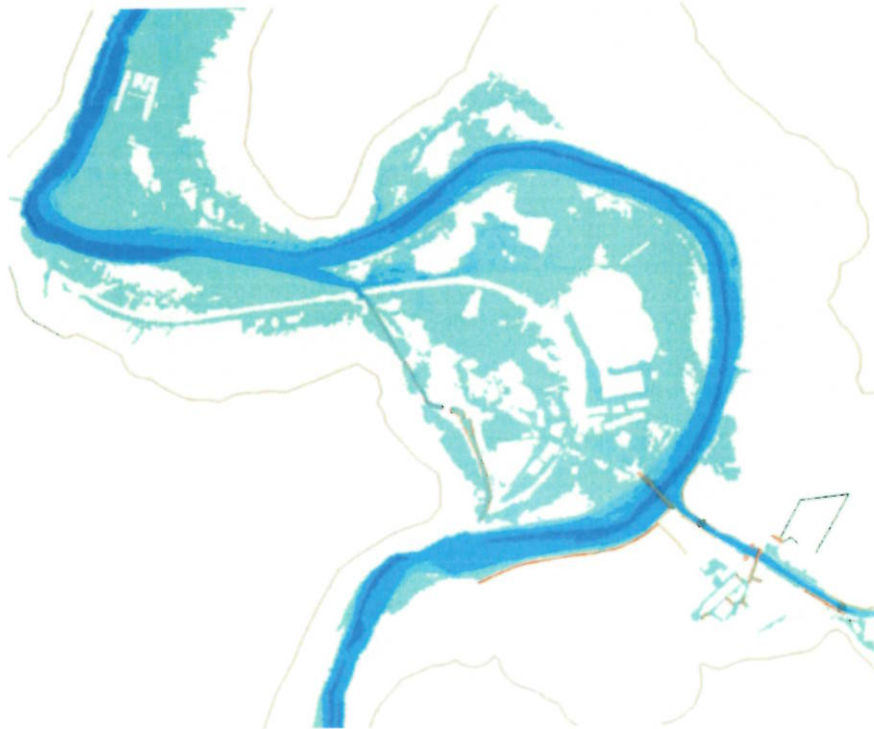


Figura 26. Envolverte de calados máximos T10 CHC.

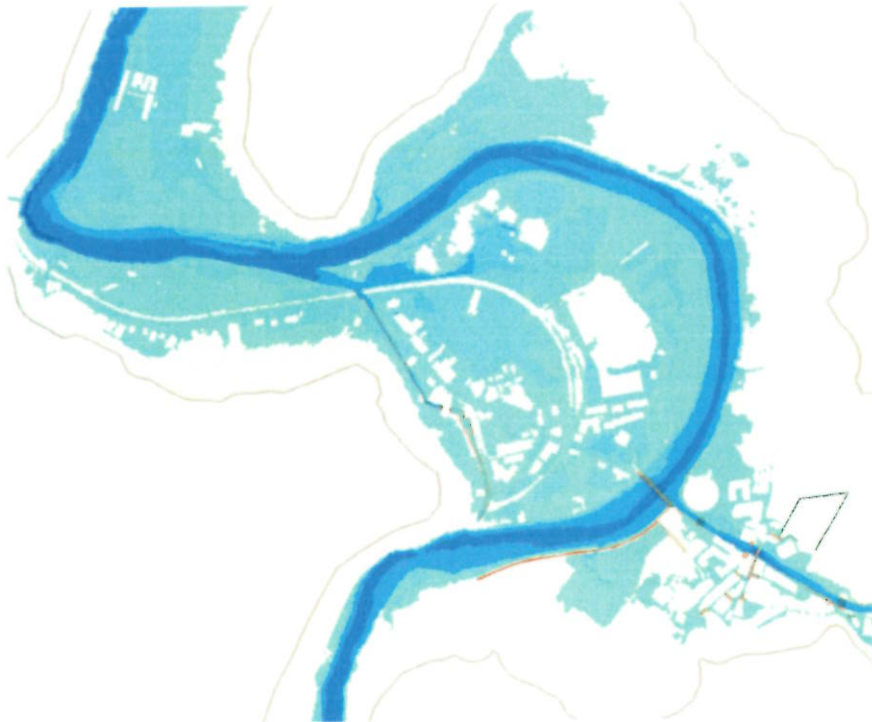


Figura 27. Envolverte de calados máximos T100 CHC.



Puede observarse la semejanza de estas manchas con las del presente estudio (figuras 18 y 20) realizado con la geometría actualizada al invierno de 2016 (que tiene en cuenta el último dragado del fondo del cauce). No obstante, puede apreciarse al detalle que para periodos bajos ( $<T_{10}$ ) se han conseguido disminuir en gran medida el área susceptible de verse Inundada. Conviene señalar que en ambos estudios se ha utilizado diferentes datos geométricos y criterios de modelización (tipo de malla, tamaño de elementos, objetos 2D...)

## 5.2. Conclusiones del estudio Hidráulico

A la vista de los resultados obtenidos en los cálculos hidráulicos, refrendados por otros estudios anteriores, el polígono de Marrón está situado en una zona de llanura de inundación del río Asón. El polígono o parte de él en sus puntos bajos, puede verse afectado por la avenida de inundación a partir de un evento de probabilidad de 50 años.

El área que se inunda se sitúa en la parte interior del meandro en sus puntos más bajos, donde no se alcanzan velocidades elevadas sino que se tiende a acumular el agua. En ríos moderadamente pequeños como es el Asón, la llanura de inundación usualmente se encuentra sólo en el interior de la curva del meandro. El cauce en meandro caracteriza las zonas bajas de los ríos. Estos cauces en forma de S tienden a erosionar las orillas en la parte externa produciendo el fenómeno característico de avance de los meandros mientras que en la parte interna al reducirse la velocidad y se produce sedimentación. La forma de la sección transversal lo mismo que la longitudinal son el fruto del proceso de erosión-sedimentación en el cauce y por ello está sujeta a la evolución en el tiempo. En este proceso intervienen varios factores como la fuerza cortante del agua, los propios sedimentos, la propia forma y constitución del cauce así como la vegetación existente.

Durante el desarrollo del estudio se ha realizado un seguimiento in situ de la zona y se ha tenido la oportunidad de observar la evolución del cauce y como han ido apareciendo grandes depósitos de gravas tras las avenidas. Esto pone en evidencia un problema de sedimentación que provoca la disminución progresiva de la sección y en consecuencia la capacidad hidráulica. En el Anejo IX. Análisis de sedimentos cuenca río Asón se ha realizado un estudio de la sedimentación de la cuenca del río Asón. Lo que está sucediendo, como en la mayoría de los casos, es la ocupación urbana de las planicies ribereñas que provoca el estrechamiento de los cauces reduciendo el espacio ribereño a su mínima expresión ocasionando desbordes y la eliminación de zonas naturales de sedimentación. Las obras de estabilización y prevención de erosiones (canalización, azud y dragado) y toda la actuación humana sobre el río han hecho que se haya alterado el equilibrio geomorfológico en el cauce que se vuelve a reestablecer progresivamente en el tiempo.

Teniendo en cuenta todas estas conclusiones y conociendo la problemática, a continuación se buscan una serie de soluciones armoniosas que permitan el planeamiento y ejecución de acciones de control fluvial y de ocupación territorial. Estas medidas deben tener en cuenta la gran diferencia entre los caudales máximos y mínimos, y estar pensadas para dar una respuesta rápida y eficaz frente a eventos de lluvia con un fuerte e irregular transporte de sólidos.



## 6. ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE ACTUACIONES.

Tras haber definido en los capítulos previos el diagnóstico hidráulico y la amenaza de inundación en la situación actual (invierno de 2016) se analiza ahora una serie de alternativas de actuaciones para eliminar o reducir el riesgo hasta un nivel que se considere aceptable.

Las soluciones de mitigación de inundaciones se dividen de forma general en dos grandes categorías: medidas estructurales, entendidas como actuaciones de modificación del espacio físico mediante obras de diversa naturaleza, y medidas no estructurales, que agrupan un conjunto variado de herramientas de carácter "blando".

Las medidas estructurales y no estructurales deben considerarse siempre complementarias y llevarse a cabo de forma simultánea y coordinada. En el caso de las soluciones de la inundabilidad en ríos principales, se debe partir principalmente de modificaciones en el marco legal que impulsen una correcta gestión integral del sistema fluvial y permitan el desarrollo de las soluciones estructurales.

Las soluciones mitigación de la peligrosidad en ríos se estructuran generalmente a partir de actuaciones de definición de corredores fluviales que protejan zonas urbanas y restrinjan los usos y la ocupación de las áreas de influencia de los cauces en grandes avenidas; asimismo la modificación y/o consolidación de los límites de estos corredores posibilita la recuperación para el desarrollo urbano de terrenos actualmente inundables. En los corredores fluviales es posible compatibilizar la expansión de los ríos dentro de sus límites manteniendo un buen estado ecológico (continuidad de la vegetación de ribera), con otros usos dentro de los núcleos de población (zonas recreativas, paseos o espacios deportivos en bermas inundables para grandes periodos de retorno, humedales, etc.). Esta circunstancia ya ocurre en Ampuero en gran parte de la zona inundable del meandro, donde se sitúan los campos de fútbol y las instalaciones deportivas.

La configuración geométrica del Asón en la zona de estudio, poca pendiente (0.2%) y desagüe afectado por la carrera de marea, hace imposible plantear actuaciones de mitigación que desvíen importantes caudales. Por otra parte, el planteamiento de estructuras de retención o laminación en las áreas periféricas, además de los grandes volúmenes y espacios necesario, presentaría el inconveniente de la acumulación de sedimentos agravando aún más los problemas existentes.

En este contexto, las actuaciones estructurales deben estar encaminadas principalmente a dos objetivos: medidas directas para controlar los flujos asociados a la inundación fluvial y por otro lado el control de la sedimentación que se produce en el cauce y que restringe su capacidad hidráulica.

Las obras estructurales habituales para controlar el flujo frente a inundaciones de esta índole suelen plantearse a partir de la estabilización de una sección tipo que mejore el funcionamiento hidráulico del río, con ejecución de un cauce de aguas bajas, escolleras, motas o muros, dragado de fondos y adecuación de la vegetación en las márgenes. Las soluciones de este tipo, ejecutadas ya parcialmente en Ampuero, se han mostrado poco eficientes y poco duraderas. También conviene señalar, al tratarse de un LIC, que estas actuaciones se ven condicionadas por las posibles afecciones al ecosistema.



Parece por tanto más adecuado, en este caso, proponer la combinación de alguna de estas medidas con obras de defensa de las zonas de mayor interés (motas, viales elevados...) que se ejecuten retrasadas y más alejadas del cauce con otras soluciones más novedosas. Se han analizado a continuación una batería de alternativas analizando sus ventajas e inconvenientes.

### 6.1. Descripción de alternativas

**Alternativa 1:** Motas o diques defensivos retrasados respecto al cauce para disminuir el riesgo de inundación en zonas habitadas de Ampuero y naves industriales en el polígono de Marrón. Estas motas deben situarse a una cota superior a las actuales defensas, suficiente para evitar el desbordamiento lateral hacia el interior del meandro. A la vez que se construyen las motas se pueden habilitar las mismas como sendas fluviales.

**Alternativa 2:** Utilización del canal de Viesgo que corta el meandro (actualmente de uso privado) como cauce de alivio para evacuar caudales a partir de determinado umbral (o bien un caudal fijo de hasta 50 m<sup>3</sup>/s). El cauce de alivio consiste en un cauce secundario situado en el cuello del meandro, con lo que se consigue aumentar la sección de desagüe y la pendiente. El fondo de este cauce de alivio se situaría a la cota que alcanza la lámina de agua durante las avenidas con un periodo de retorno de 2 años. De esta forma éste canal sólo entra en funcionamiento durante las riadas, mientras que en situación de aguas bajas el río circula por su cauce original.

El canal actual tiene anchura media de 7 metros. Se trata de una solución sencilla, sin costes elevados. Para su puesta en marcha bastaría que hacer pequeñas modificaciones en el entronque y obtener los permisos. La principal modificación sería la estructura de entrada y la mejora del azud. Posteriormente habría que encargarse del mantenimiento y limpieza del canal debido a la poca pendiente y velocidades bajas es posible que se acumulen sedimentos.



Figura 28. Canal de Viesgo. Estado actual.



**Alternativa 3:** Esta alternativa consiste en la alternativa 2 ampliada. Se plantea aquí la posibilidad de ampliación del canal de Viesgo, originalmente de uso hidroeléctrico, pasándolo a gestionar desde el punto de vista de control de inundaciones. Esta solución consiste en un cambio de criterio en la gestión del riesgo de inundación. Se trata de crear un canal de unos 30 metros de anchura, siguiendo su traza actual, que consiga aliviar un caudal de hasta 200-250 m<sup>3</sup>/s en época de crecida.

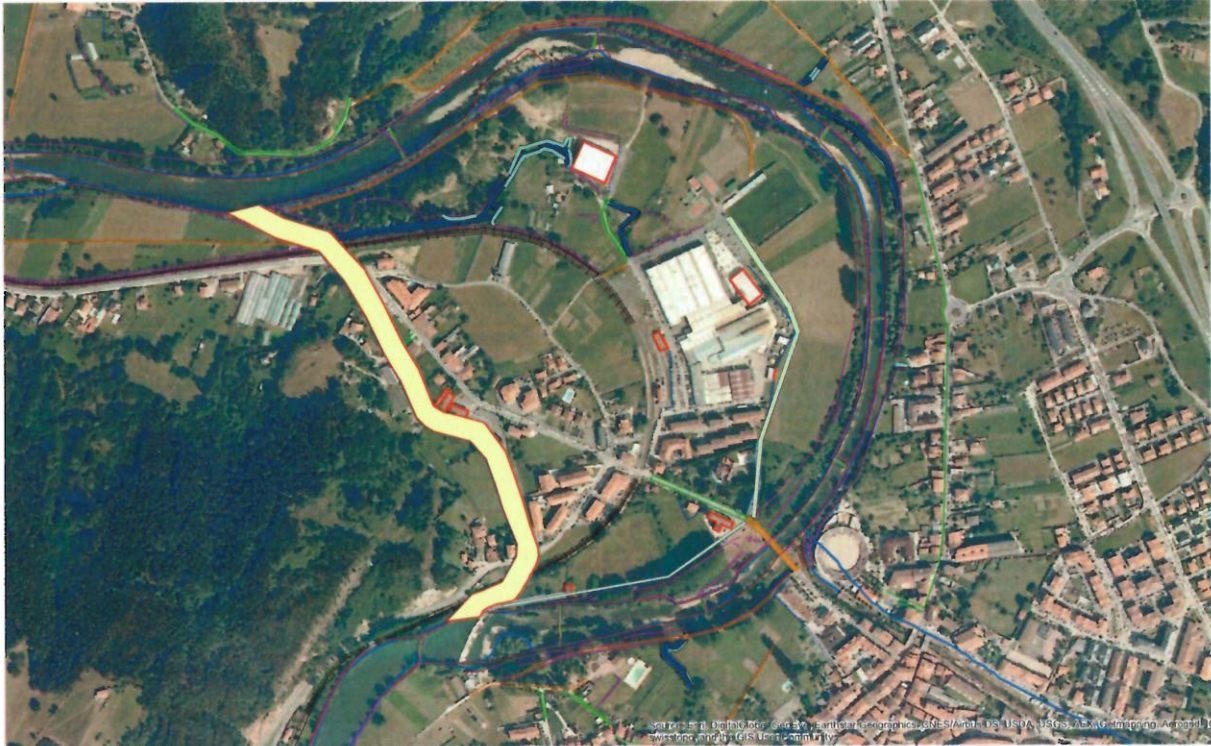


Figura 29. Canal en planta propuesto en la alternativa 3.

Esta alternativa debe ser estudiada en profundidad. Con esta actuación se recuperaría espacio fluvial, aumentando la capacidad hidráulica del cauce, mediante la creación de un nuevo cauce secundario. Se recrea así el paisaje fluvial del río con una activa dinámica fluvial, en beneficio de la seguridad de la población. Hay que tener en cuenta el cambio que supone esta alternativa en el funcionamiento hidráulico y en la geomorfología del río.

En la zona de entrada al canal de alivio se instalaría una compuerta semiautomática de control de caudal que deje pasar el agua excedente ante el evento de avenida. De esta forma se tiene un control de su funcionamiento durante las riadas, mientras que en situación de aguas bajas el río circularía por su cauce original. En esta misma zona se situará una escollera enterrada para evitar que la erosión produzca la corta total del meandro. Esta solución deber ir acompañada de unos muros o motas de altura suficiente para evitar el desbordamiento lateral en el resto del tramo así como de la adecuada conservación del canal.

Suele ser conveniente en este tipo de soluciones mantener una compuerta de limpieza que permita el paso de un caudal ambiental y evite así la acumulación de sedimentos.





Figura 30. Inicio del canal donde se instalaría una compuerta de regulación. Antes de su paso bajo el ferrocarril y carretera.

**Alternativa 4:** Descabezamiento del río Bernales con un bypass y su incorporación aguas abajo del polígono de Marrón. Esta actuación supone un elevado coste y una complejidad técnica elevada por tener que atravesar la carretera nacional y multitud de edificaciones.

**Alternativa 5:** Establecimiento de zonas inundables que laminen las avenidas. En el área analizada y aguas arriba no existen extensiones de terreno suficientemente grandes como para laminar de forma significativa el pico de la avenida. En la siguiente imagen se muestran las líneas de rotura del MDT que indican los cambios de pendiente y se comprueba que no existe espacio para este tipo de actuación.



Figura 31. Líneas de rotura del MDT



## 6.2. Análisis del impacto hidráulico

Para conocer el impacto hidráulico de las diferentes alternativas propuestas y su conveniencia se han realizado simulaciones hidráulicas para analizar y comparar las consecuencias que estas actuaciones. Este análisis se ha realizado para un periodo de retorno de diseño de T100 (caudal  $\approx 850 \text{ m}^3/\text{s}$  aguas abajo de la confluencia). De esta forma se analiza preliminarmente el beneficio inducido por las medidas respecto a la situación inicial.

**Alternativa 1:** El resultado de la simulación con cuatro muros en la margen izquierda es que la mancha de inundación disminuye en extensión y en calado respecto a la original (figura 20).

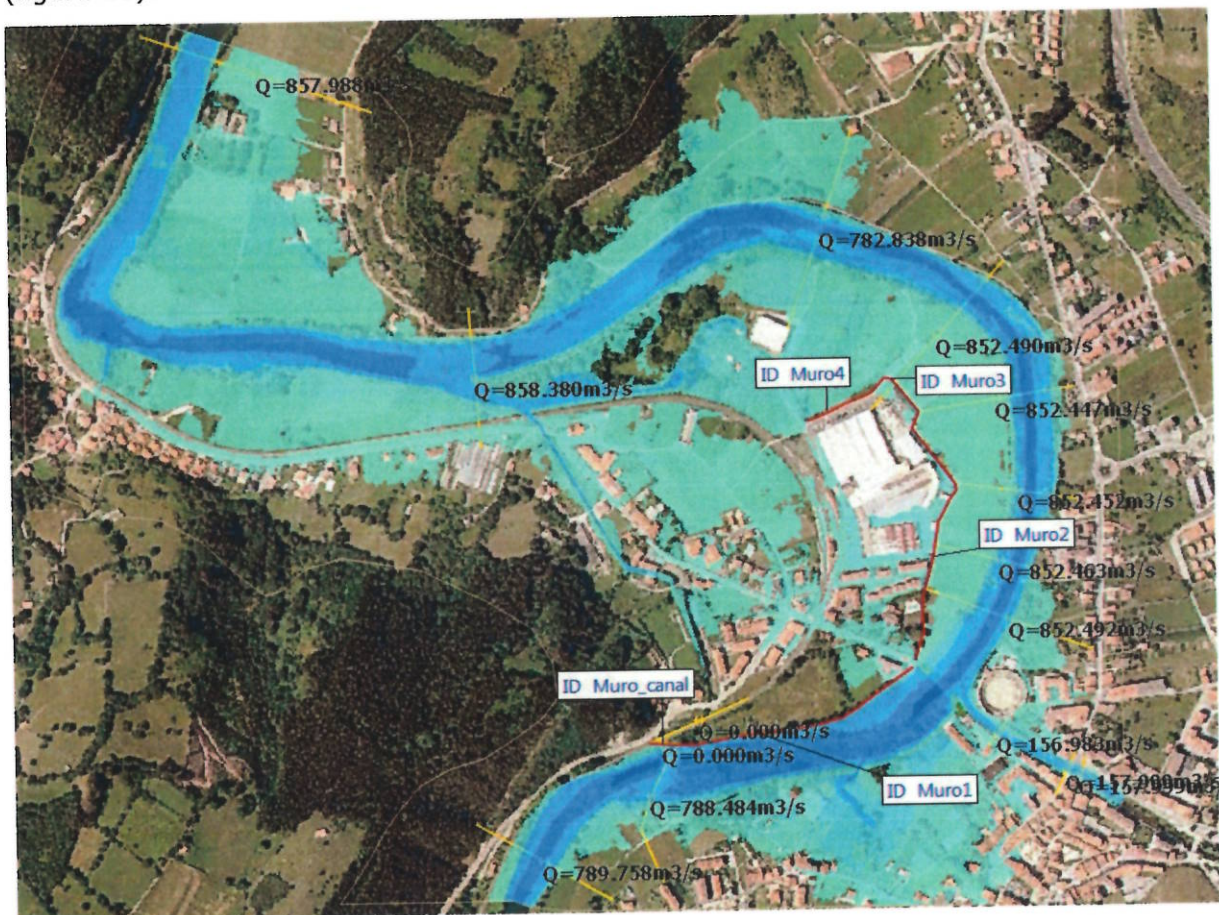


Figura 32. Análisis del T100 con muros de protección, cerramiento total.

Resulta imposible eliminar por completo el flujo de agua hacia el polígono. Este flujo se va a producir en el momento que el agua alcance la cota de la carretera en el estribo del puente (punto más bajo), como se muestra en la siguiente figura de las flechas de velocidades. Además siempre se va a producir algo infiltración hacia el polígono por situarse en cotas bajas.



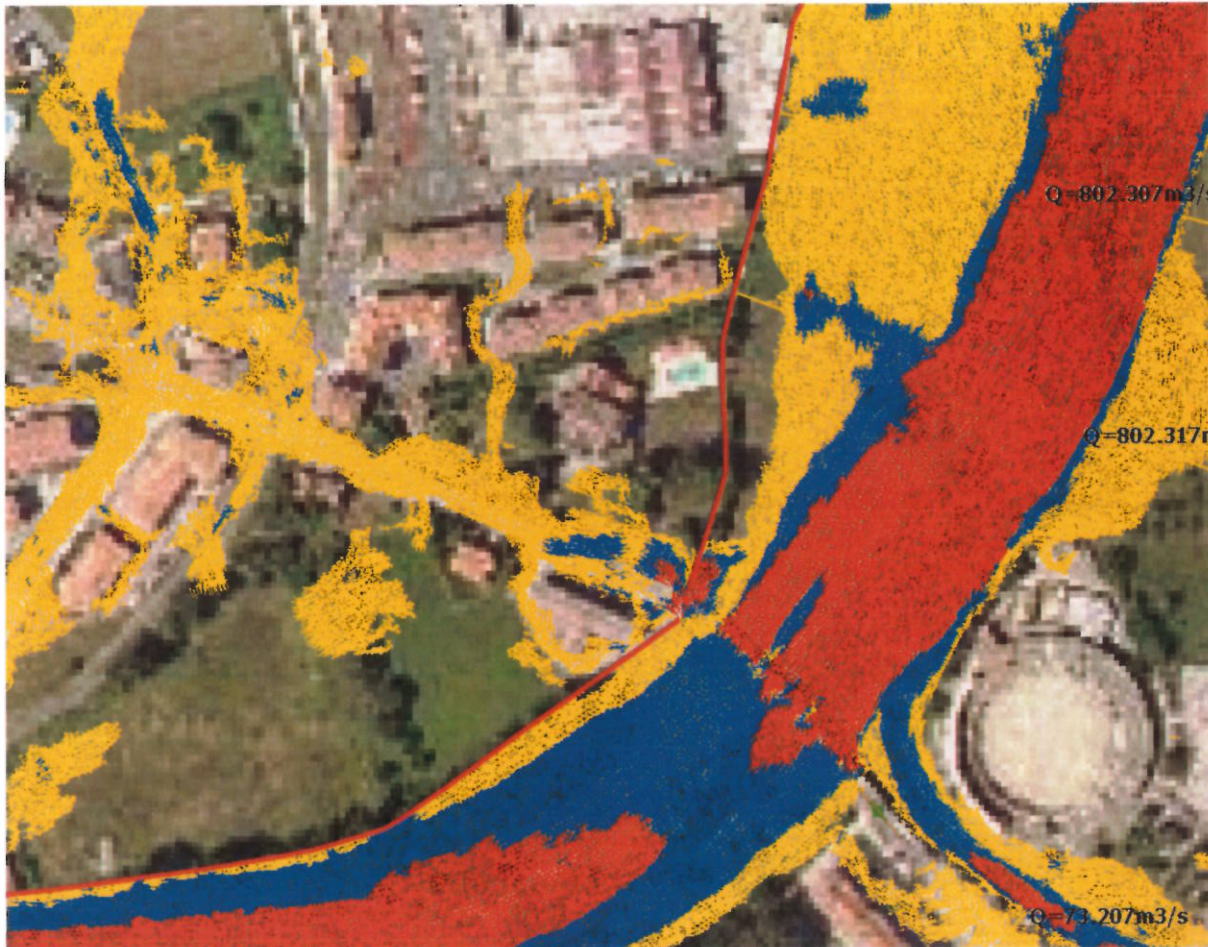


Figura 33. Flujo del agua hacia puntos bajos a través de la carretera.

Para evitar el flujo de agua por encima del estribo del puente, habría que hacer grandes modificaciones en la margen izquierda, incluso elevar la carretera hasta una altura suficiente tal que sea consecuente con el evento de inundación. No obstante es muy probable que incluso las motas elevadas no sean suficientes ante grandes avenidas y se produzca algo de flujo de agua por infiltración subterránea o a través de los conductos de drenaje.



**Alternativa 2:** Al evacuar  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  por el canal de Viesgo, se comprueba que la lámina de agua en el resto de secciones del meandro disminuye unos 20 cm de media para T100. Este descenso es realmente poco significativo si realmente se pretende liberar de agua todo el polígono en periodos de retorno altos.

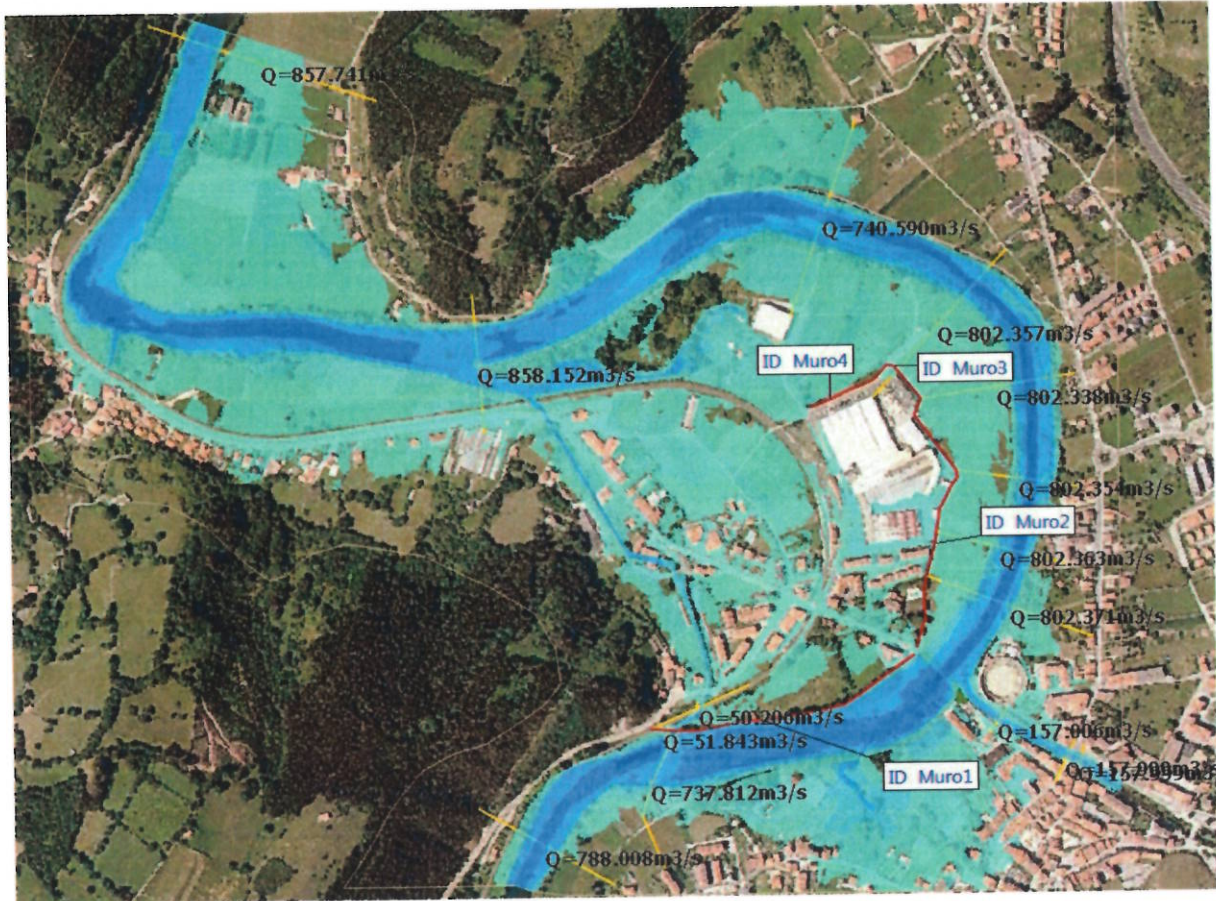


Figura 34. Análisis del T100 con muros de protección, caudal de  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  por el canal de Viesgo.



**Alternativa 3:** La tercera opción es la ampliación del canal con un diseño hidráulico de una anchura, profundidad y pendiente (en función de las posibilidades de terreno) de tal forma que nos garantice el alivio de un caudal suficiente que evite la inundación del polígono. Esta opción, en una primera aproximación, funciona como se muestra en las siguientes imágenes, bastante bien para caudales bajos de 700 m<sup>3</sup>/s donde se producirían pequeñas inundaciones localizadas en puntos aguas abajo del polígono industrial. Para caudales elevados se producen problemas en el desagüe del canal.



Figura 35. Análisis del canal de alivio de 30 metros.  $Q < 700 \text{ m}^3/\text{s}$

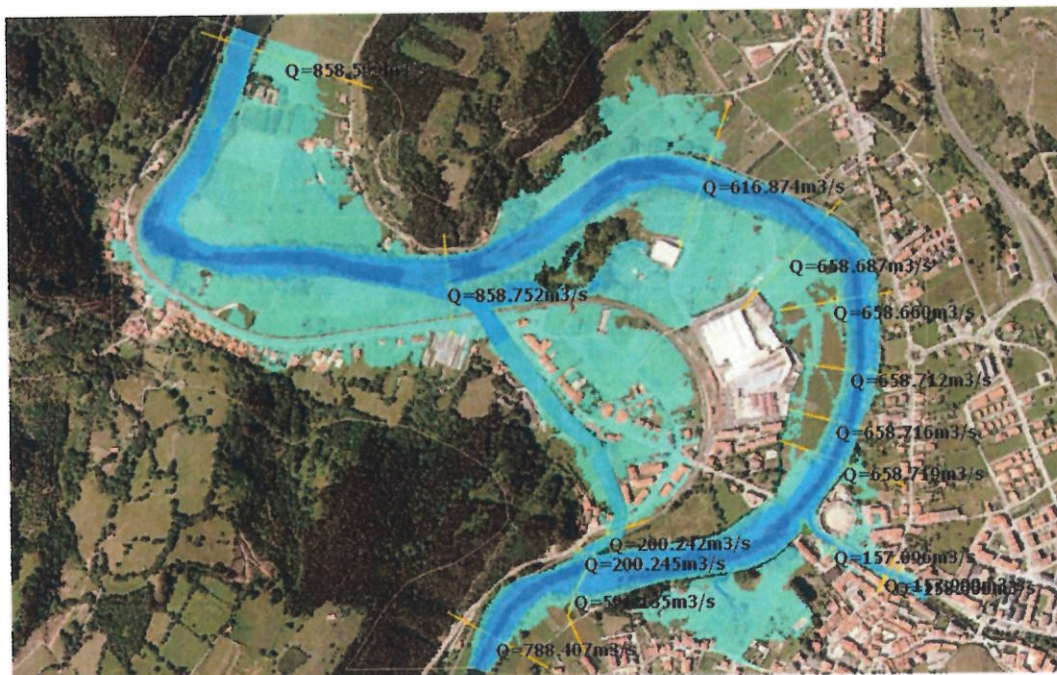


Figura 36. Análisis del canal de alivio de 30 metros.  $Q > 800 \text{ m}^3/\text{s}$  (T100)



Centrandose en el cauce principal del río Asón, un nivel asumible en el que no se inunda el polígono de Marrón se produce en el umbral de los 600 m<sup>3</sup>/s como se observa en la siguiente figura, la mancha de inundación en este caso quedaría reducida a la siguiente.



Figura 37. Mancha de inundación T100 con canal de alivio funcionando a 250 m<sup>3</sup>/s (T100)

Si finalmente se optase por una solución de este tipo (viable en función de la disponibilidad del terreno y la obtención de permisos) y se quiere dimensionar la solución para asegurar la protección frente a un periodo de retorno de 100 años se debe construir un canal de alivio con un diseño de sección, pendiente y rugosidad tal que se permita aliviar 250 m<sup>3</sup>/s del cauce principal. Esta solución se desarrolla en el Anejo X. Estudio de detalle alternativa N<sup>o</sup>3.



### 6.3. Descripción de las obras

Se muestra en la siguiente figura, el esquema del estudio de alternativas, (Plano N° 6.1) con las diferentes secciones tipo propuestas en las diferentes alternativas y su trazado en planta en la margen izquierda del meandro.

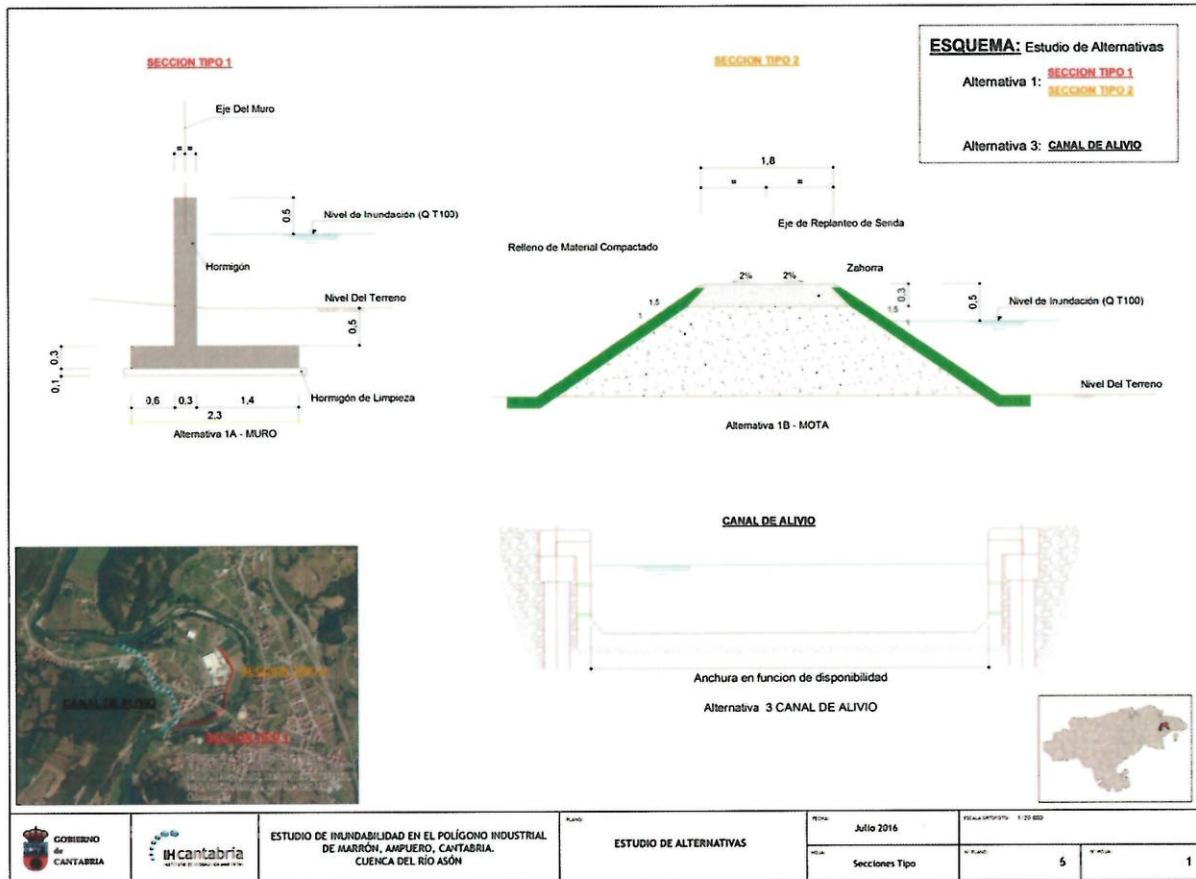


Figura 38. Esquema del estudio de alternativas.

### 6.4. Análisis del impacto ambiental

Es necesario la realización de un Análisis de Impacto Ambiental de cada una de las actuaciones propuestas debido a que la zona de estudio pertenece a espacios de la Red Natura 2000 (en virtud de la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y seminaturales y de la flora y fauna silvestres), en concreto al LIC Río Asón ES1300011.

## 7. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

A modo de resumen y conclusiones de este estudio de inundabilidad y de todo lo anteriormente expuesto en esta memoria, cabe mencionar lo siguiente:

- Se han realizado los cálculos hidráulicos para determinar los niveles de inundación del río Asón en la situación actual para diferentes periodos de retorno: Mco, T10, T50, T100 y T500.
- Se produce el desbordamiento del río Asón en la zona del polígono de Marrón para las avenidas de periodo de retorno por encima de 50 años. Dicho desbordamiento se produce por la margen izquierda del cauce afectando, en función de la probabilidad de ocurrencia del evento, a las naves del polígono y a las edificaciones, llegando en la avenida de T=500 años a inundar todo el área hasta alcanzar la línea del ferrocarril.
- El análisis se ha realizado desde un punto de vista integral, teniendo en cuenta la problemática global de la cuenca del río Asón, es por ello que las soluciones, como se menciona, deben considerar numerosos aspectos, entre los que es especialmente relevante la pertenencia de este espacio al LIC Río Asón ES1200011, lo que hace obligatorio un análisis de evaluación ambiental de cualquiera de las actuaciones.
- En lo referido al cálculo hidráulico se han planteado una serie de alternativas sobre las que cabe destacar lo siguiente:

La propuesta básica (alternativa 1) de construcción de motas o diques de defensa mitiga las inundaciones en periodos de retorno bajos, si bien su utilidad no queda asegurada para periodos superiores a T=100 años.

La propuesta de ampliación del canal de Viesgo pasando a una gestión orientada al control de inundaciones (alternativa 3) permitiría mitigar las mismas en gran medida. Esta propuesta se considera como la más idónea desde el punto de vista hidráulico, sin embargo, queda supeditada al análisis de otros aspectos, normativos (disponibilidad de superficie, permisos, expropiaciones, etc) y de definición de usos urbanísticos de los espacios fluviales en épocas de estiaje.





**GOBIERNO  
de  
CANTABRIA**

## **ANEJO I**

### **BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO INFOWORKS ICM**



## ANEJO I. BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO INFOWORKS ICM

InfoWorks ICM es el modelo matemático de la familia InfoWorks que integra totalmente el modelo de cuenca, combinando la hidrología, la hidráulica de redes de saneamiento y drenajes, así como, la hidráulica fluvial. Todo ello con modelos 1D, 2D 1D+2D.

InfoWorks ICM permite modelizar:

- Hidrología. Tanto en 1D, como en 2D
- Hidráulica fluvial en 1D, 2D o 1D+2D incluyendo Puentes, Redes de Saneamiento y otras estructuras.
- Calidad de Aguas en 1D y 2D
- Control en Tiempo Real de Estructuras

### AI.1. HIDROLOGÍA

InfoWorks ICM permite modelizar la hidrología de las siguientes formas:

- Hidrología clásica (SCS, Green-Ampt, Horton, Wallingford, Infiltración cte, etc.)
- Hidrología 2D directa sobre la malla bidimensional de la cuenca completa.
- Cálculo de Infiltración en 2D. (Fija, Porcentaje o Horton)
- Cálculo de Evapotranspiración en 2D.

En este capítulo se explican los elementos hidrológicos necesarios para simular la lluvia sobre Malla 2D, teniendo en cuenta no sólo la lluvia neta, sino también la infiltración y escorrentía del terreno.

#### AI.1.1. Modelos de infiltración 2D de ICM

El Modelo de Infiltración 2D calcula las propiedades de infiltración de los triángulos de la Zona 2D.

Las áreas del modelo en los que se aplicarán los fenómenos de infiltración serán bien: Zonas 2D, o las Zonas de Infiltración, definidas por el usuario.

Sus características, dependiendo de las distintas superficies incluidas, se definen en las Superficies de Infiltración, que a su vez se pueden asociar a las Zonas 2D o a las Zonas de Infiltración.

Cada objeto tipo Superficie de Infiltración 2D tendrá asociado un Modelo de Infiltración. Los modelos de infiltración disponibles por el momento son:

##### Infiltración Constante

La tasa de infiltración efectiva se calcula según la función siguiente:

$$I_{MAX} = ILC \cdot \Delta t$$



Donde:

$I_{MAX}$  = Infiltración máxima teórica (mm)

$ILC$  = Coeficiente de pérdida de infiltración

$\Delta t$  = paso temporal (h)

Si el volumen de agua disponible en la superficie es mayor que la infiltración máxima, el suelo se satura y la infiltración efectiva vendrá dada por:

$$I_E = ILC + (1 - \text{coeficiente fijo de escorrentía}) \cdot i$$

Donde:

$I_E$  = Infiltración efectiva (mm/h)

$ILC$  = Coeficiente de pérdida de infiltración

$i$  = intensidad de lluvia (mm/h)

Si el volumen de agua disponible en la superficie es menor que la infiltración máxima, la infiltración efectiva vendrá dada por:

$$I_E = AWV \cdot \Delta t$$

Donde:

$I_E$  = Infiltración efectiva (mm/h)

$AWV$  = Volumen disponible de agua

$\Delta t$  = paso temporal (h)

#### Infiltración Fija

El porcentaje fijo de las precipitaciones netas que se convierte en escorrentía está predefinido. La tasa de infiltración efectiva se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$I_E = (1 - \text{coeficiente fijo de escorrentía}) \cdot i$$

Donde:

$I_E$  = Infiltración efectiva (mm/h)

$i$  = intensidad de lluvia (mm/h)

#### Infiltración tipo Horton

La infiltración ya sea en superficies permeables o en superficies semi-permeables se puede simular utilizando una variante de la ecuación de Horton. Esta es una fórmula empírica derivada de infiltrómetros/pequeños estudios de captación y por lo general se expresa como una función del tiempo:

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-k_{decay} t}$$

Donde:

$f$  = tasa de infiltración potencial (mm/h)

$f_0$  = tasa de infiltración inicial (cuando el terreno está totalmente seco) (mm/h)

$f_c$  = tasa de infiltración final (límite, para terreno saturado) (mm/h)

$k_{decay}$  = exponente que gobierna el decaimiento del índice de infiltración potencial, o constante de decaimiento de Horton (1/h)

La ecuación anterior se utiliza para evaluar el cambio en la infiltración cuando se produce infiltración efectiva, (es decir, cuando un poco de agua llega a la superficie). El suelo se satura cada vez más según se va infiltrando más agua y por tanto, la capacidad de infiltración disminuye con el tiempo.

Para evaluar el cambio en el índice de infiltración potencial durante un paso de tiempo en un elemento de malla, el máximo volumen potencial de infiltración se calcula como la integral de la representación de la tasa de infiltración potencial sobre el intervalo de tiempo ( $t_2 - t_1 = dt$ ):

$$F = \int_{t^*}^{t^*+dt} \left[ f_c + (f_0 - f_c) e^{-k_{decay} t} \right] dt = f_c * dt + \frac{f_0 - f_c}{k_{decay}} (e^{-k_{decay} t^*} - e^{-k_{decay} (t^*+dt)})$$

Donde:

$F$  = máximo volumen potencial de infiltración (mm)

$t^*$  = tiempo de infiltración equivalente inicial del terreno.

El tiempo de infiltración equivalente,  $t^*$ , será diferente para cada elemento de malla, representando en realidad el estado de saturación del suelo. Por ejemplo, cuando el tiempo de infiltración equivalente de un elemento es cero, el suelo se considera completamente seco y por lo tanto la tasa de infiltración potencial estará en su nivel máximo.

Si el agua disponible en la superficie es superior al máximo volumen potencial de infiltración,  $F$ , la nueva tasa de infiltración potencial decaerá desde:

$$f(t_1) = f_c + (f_0 - f_c) e^{-k_{decay} t^*}$$

Hasta:

$$f(t_2) = f_c + (f_0 - f_c) e^{-k_{decay} (t^*+dt)}$$

Si el agua disponible en la superficie es inferior al máximo volumen potencial de infiltración,  $F$ , la tasa de infiltración potencial,  $f$ , del suelo al final del paso de tiempo se calcula basándose en el contenido de humedad del suelo.

El contenido de humedad del terreno es una cantidad que depende del balance entre el volumen de infiltración y el volumen de drenaje del mismo. Por tanto, la variación en humedad del suelo está dada por:

$$\Delta S = V_i - V_d$$



Donde:

$\Delta S$  = cambio en el contenido de humedad del suelo (mm)

$V_i$  = volumen de infiltración (mm)

$V_d$  = volumen de drenaje (mm)

La capacidad de drenaje del suelo viene dada por la siguiente función del tiempo equivalente de infiltración:

$$d = f_c (1 - e^{-k_{decay} t})$$

Donde:

$d$  = capacidad de drenaje (mm/h)

Por lo tanto, para un tiempo de infiltración equivalente dado, el contenido de humedad del suelo,  $S$ , puede ser definida como la integral de la diferencia entre la tasa de infiltración potencial y la capacidad de drenaje del suelo,  $d$ :

$$S = \frac{f_o}{k_{decay}} (1 - e^{-k_{decay} t})$$

El contenido de agua del suelo,  $S$ , alcanzará su valor máximo cuando el tiempo de infiltración equivalente tienda a infinito. En esta situación, la tasa de infiltración potencial,  $f$ , es igual a la capacidad de descarga,  $d$ , y la contribución neta a  $S$  es nula. El valor máximo de  $S$  viene dado por:

$$S_{Max} = \frac{f_o}{k_{decay}}$$

Para el cálculo de la nueva tasa de infiltración potencial,  $f$ , si el agua disponible en la superficie es menor que el volumen máximo posible infiltración,  $F$ , el procedimiento es el siguiente:

$$\Delta S = V_i - V_d$$

Donde:

$V_s$  = volumen de agua en la superficie (mm)

$V_d$  = integral de la curva de drenaje en el intervalo ( $t_2 - t_1 = dt$ ):

$$V_s = \int_{t^*}^{t^*+dt} f_c (1 - e^{-k_{decay} t}) dt = f_c * dt + \frac{f_c}{k_{decay}} (e^{-k_{decay}(t^*+dt)} - e^{-k_{decay} t^*})$$

$$t = \frac{1}{k_{decay}} \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{S k_{decay}}{f_o}} \right)$$

Donde:

$t$  = es el tiempo de infiltración equivalente (h)

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-k_{decay} t}$$

Una vez que un elemento se drena totalmente, es decir, no hay volumen de agua disponible en la superficie de infiltrarse hacia el terreno, el suelo comenzará a secarse. El proceso de secado se rige por la constante de recuperación  $k_{recovery}$ .

En esta situación, el cambio en el índice de infiltración potencial en un determinado paso temporal ( $t_2 - t_1 = dt$ ) estará gobernado por el cambio en  $S$ .

El cambio en  $S$  dependerá del volumen de drenaje, ya que no existe volumen de infiltración:

$$\Delta S = - V_d$$

Donde:

$V_d$  = volumen de drenaje (mm), definido por:

$$V_d = \int_{t^*-dt}^{t^*} f_c (1 - e^{-k_{recovery} t}) dt = f_c * dt + \frac{f_c}{k_{recovery}} (e^{-k_{recovery} t^*} - e^{-k_{recovery} (t^* + dt)})$$

Y la nueva tasa de infiltración potencial se podrá obtener siguiendo el procedimiento anterior en los pasos 2 y 3.

## AI.2. HIDRÁULICA FLUVIAL EN 1D, 2D o 1D+2D

A continuación se explican las características más importantes del modelo y la forma de resolución de las ecuaciones hidráulicas.

- InfoWorks ICM permite la modelización fluvial con zonas en 1D, 2D.
- Modeliza puentes, estructuras de paso, etc., en 1D y 2D, lo cual permite tener en cuenta el efecto del tablero en el caso de avenidas.

En InfoWorks ICM los elementos del modelo de la red de drenaje se representan mediante nodos (pozos de registro y sumideros), conductos (tuberías) y subcuencas (que recogen la escorrentía de manzanas y viales).

Estos elementos se denominan unidimensionales pues presentan sección constante y la resolución de las ecuaciones hidráulicas se realiza con la condición implícita de que el flujo en ellos solo puede ser paralelo a su eje (caso de tuberías de la red subterránea).

En la imagen adjunta se representan nodos y conductos del modelo unidimensional bajo la superficie de los viales:

### Principales características del cálculo unidimensional

- Resuelve las ecuaciones completas de Saint Venant.
- Resuelve las ecuaciones mediante iteraciones, lo cual le da la mayor precisión, asegurando la convergencia de la solución.



- No está restringido por el criterio de estabilidad de Courant (CFL), lo cual asegura la estabilidad del modelo.

### Definición de tuberías y conductos

En InfoWorks un conducto se representa como un enlace de longitud definida entre dos nodos. La condición de frontera entre dicho enlace y un nodo es bien de salida o de pérdida de carga. Por otro lado, la pendiente de un conducto se define mediante las cotas de las soleras en cada extremo de éste.

Se pueden seleccionar una gran variedad de formas de la sección transversal predefinidas, tanto para secciones cerradas como para canales abiertos. Los tramos circulares se definen mediante una única dimensión (diámetro) y los demás por la altura y la anchura. También se pueden introducir formas de sección transversal adicionales mediante la definición de una relación altura / anchura adimensional.

Se pueden asignar dos valores diferentes de rugosidad hidráulica: uno para el tercio inferior del conducto y otro para el resto. Asimismo, se puede definir una capa de sedimento pasivo en el fondo del conducto.

### Ecuaciones empleadas

Las ecuaciones empleadas en la resolución del modelo hidráulico en lámina libre son las ecuaciones de Saint-Venant (Yen, 1973). Éstas se corresponden con las ecuaciones de conservación de masa y cantidad de movimiento:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} v = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \left( \cos \theta \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0$$

Donde:

Q - caudal (m<sup>3</sup>/s)

A - área de la sección transversal (m<sup>2</sup>)

g - aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$\theta$  - inclinación del lecho respecto a la horizontal (grados)

S<sub>0</sub> - pendiente del lecho

K - transporte

La ecuación del transporte se basa en las expresiones de Colebrook-White o de Manning, dependiendo del tipo de rugosidad escogida.

El modelo de ecuaciones que gobiernan el flujo en las tuberías en presión difiere en que el ancho de la superficie libre se sustituye conceptualmente por un término relativamente pequeño:

$$B = \frac{gA_f}{C_p^2}$$

Donde:

B – ancho de la superficie libre (m)

g – aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

A<sub>f</sub> – área completa de la tubería (m<sup>2</sup>)

C<sub>p</sub> – velocidad completa de la onda de presión en la tubería (m/s)

#### Transición del flujo en lámina libre a flujo en presión

La solución de las ecuaciones de Saint-Venant puede extenderse al flujo en presión mediante la introducción de una ranura estrecha (ranura Preissmann) en la parte superior de la tubería (Cunge y Wegner, 1964). Se permite así una transición suave entre el flujo en superficie libre y en presión. La ranura Preissmann es una ranura imaginaria, vertical y estrecha, que proporciona una superficie libre simulada del flujo cuando el nivel del agua se halla por encima de la parte superior de un conducto cerrado.

La anchura de la ranura en sí se define de tal manera que la celeridad de la onda en la ranura es diez veces mayor que en la mitad de la altura del conducto. Esto permite la modelización precisa del flujo a presión (Gómez, 1992) para una anchura de la ranura que es del 2% de la total del conducto.

En el caso de un canal abierto de la geometría se extrapola si el nivel en el conducto excede la altura del revestimiento.

Adicionalmente, cada conducto se divide en N puntos computacionales discretos espaciados regularmente cada 20 veces el diámetro del conducto.

El esquema de 4 puntos de Preissmann (Preissmann, 1961) se utiliza para aproximar las ecuaciones de Saint-Venant, en el que las funciones y los derivados son reemplazados por los promedios ponderados en las cuatro esquinas de una caja en (x, t) el espacio:

$$f = \frac{\theta}{2}(f_{i+1}^{n+1} + f_i^{n+1}) + \frac{(1-\theta)}{2}(f_{i+1}^n + f_i^n)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\theta}{\Delta x}(f_{i+1}^{n+1} - f_i^{n+1}) + \frac{(1-\theta)}{\Delta x}(f_{i+1}^n - f_i^n)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{1}{2\Delta t}(f_{i+1}^{n+1} + f_i^{n+1} - f_{i+1}^n - f_i^n)$$

Donde  $f_i^n$  significa  $f(i\Delta x, n\Delta t)$ .

Por tanto, cada par de puntos adyacentes en un conducto se relaciona por la forma discreta de las ecuaciones de Saint-Venant, lo que resulta en 2N-2 ecuaciones disponibles en cada conducto para describir el estado del flujo. En el caso de elementos de control, como vertederos, rejillas, bombeos, la vinculación entre ambos extremos se define mediante su ecuación de descarga.



### Elección de Ecuaciones para tuberías siempre en Presión

También es posible emplear el modelo en presión en lugar de las ecuaciones completas de Saint-Venant en las tuberías que se deseen, por ejemplo para modelizar tuberías forzadas o sifones invertidos. Las ecuaciones que gobiernan las tuberías en presión son:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \left( \frac{\partial h}{\partial x} - S_0 + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0$$

Donde:

Q - caudal (m<sup>3</sup>/s)

A - sección completa de la tubería (m<sup>2</sup>)

g - aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

S<sub>0</sub> - pendiente del lecho

K - transporte de la sección completa

Este modelo resulta más preciso que el de las ecuaciones completas de St. Venant, ya que determina perfectamente las velocidades y volúmenes, pues no asigna caudales de base o ranura de Preissmann a cada tubería.

### Condición de Contorno y Ecuación de Continuidad

El sistema de ecuaciones locales para cada conducto se completa mediante la especificación de una condición de contorno en cada extremo, en la forma:

$$f(Q_i, Y_i, Y_j) = 0$$

El sistema de ecuaciones se completa con la ecuación de continuidad, que ha de cumplirse en cada nodo interno del conducto:

$$Q_i + \sum \beta_j Q_j = A_i \frac{dY_i}{dt}$$

### AI.3. INFOWORKS ICM 2D. RESOLUCIÓN DE LAS ECUACIONES HIDRÁULICAS

El flujo bidimensional, denominado así porque se produce en todas las direcciones de un plano (caso de las superficies sobre las que se mueve el agua de la precipitación o de las avenidas modelizadas) se resuelve mediante la utilización de una malla de elementos triangulares que abarca toda la superficie en la que se va a modelizar el flujo. Dicha malla se apoya sobre el modelo del terreno empleado, disponiendo cada elemento triangular con solera igual a la media de las cotas de los vértices, de manera que el fondo es horizontal, como se puede apreciar en la imagen 3D adjunta de un modelo de cruce de calles:

Las ecuaciones de energía del agua se resuelven asumiendo que se trata de un flujo poco profundo y plano.

De este modo, cada elemento de la malla tiene, en todo su prisma de agua (producto de su superficie  $Z_B$  por su calado  $h$ ) la misma velocidad  $V$ .

#### Ecuaciones Fundamentales:

El movimiento del agua sobre la superficie terrestre tiene fundamentalmente dos componentes, por lo que se puede considerar el movimiento en un plano, este tipo de movimiento si se considera de poco espesor, no está afectado de forma sustancial por la componente vertical del movimiento, de forma que el vector velocidad  $V (u,v,w)$  puede ser considerado bidimensional  $V (u,v)$ .

Para exponer las consideraciones teóricas de este tipo de movimiento se puede utilizar la siguiente notación:

Coordenadas cartesianas con ejes  $x, y$  horizontales,  $z$  vertical.

Velocidad	$V (u,v)$
Superficie del fondo	$Z_B (x,y)$
Calado	$h (x,y)$
Superficie libre del agua	$L = Z_B + h$
Aceleración de la gravedad	$g$
"n" de Manning	$n$

La ecuación general del movimiento de un flujo poco profundo con superficie libre puede escribirse en la forma.

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \nabla F = S_b + S_f \quad (1)$$

Donde los vectores de flujo  $U$ ,  $S_b$  y  $S_f$  tienen la expresión:

$$U = \begin{bmatrix} h \\ hu \\ hv \end{bmatrix} \quad S_b = -gh \begin{bmatrix} 0 \\ \partial Z_b / \partial x \\ \partial Z_b / \partial y \end{bmatrix} \quad S_f = -\frac{g n^2 \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \begin{bmatrix} 0 \\ u \\ v \end{bmatrix}$$



Y F tiene la expresión:

$$F = (E, G) = \begin{bmatrix} hu & hv \\ h u^2 + g h^2 / 2 & h u v \\ h u v & h u^2 + g h^2 / 2 \end{bmatrix}$$

La ecuación de conservación de energía es:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + v \cdot \text{grad } H = g \frac{\partial h}{\partial t}$$

Siendo H (x, y) la energía según la expresión:

$$H = \frac{1}{2} V \cdot V + g(Z_B + h)$$

### Integración numérica

La integración de la ecuación (1) en un volumen finito  $V_k$  se puede escribir (según F. Alcrudo y J. Mulet), en la forma:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{V_k} \mathbf{U} + dV + \oint_{S_k} \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS = \int_{V_k} (\mathbf{S}_b + \mathbf{S}_f) dV \quad (2)$$

Los autores usan el método clásico de TVD (Total Variation Dimishing), empleado para resolver ecuaciones diferenciales parciales a partir de la aproximación Roe de la solución de Riemann para extrapolar volúmenes finitos de doble paso, con precisión de segundo orden e integración explícita en el tiempo. Se ha comprobado que el método es estable y preciso en muchas aplicaciones, pudiéndose aplicar en mallas estructuradas y no estructuradas de elementos tanto triangulares como rectangulares.

La ecuación anterior puede discretizarse en la forma:

$$\begin{aligned} \mathbf{U}_k^{n+1/2} &= \mathbf{U}_k^n - \frac{\Delta t}{2V_k} \sum_{wk=1}^{wk=nk} \mathbf{F}_{wk}^{*n} \cdot \mathbf{n}_{wk} \Delta S_{wk} + \frac{\Delta t}{2} (\mathbf{S}_{bk}^{*n} + \mathbf{S}_{fk}^{n+1/2}) \\ \mathbf{U}_k^{n+1} &= \mathbf{U}_k^n - \frac{\Delta t}{V_k} \sum_{wk=1}^{wk=nk} \mathbf{F}_{wk}^{*n+1/2} \cdot \mathbf{n}_{wk} \Delta S_{wk} + \Delta t (\mathbf{S}_{bk}^{*n+1/2} + \mathbf{S}_{fk}^{n+1}) \end{aligned} \quad (3)$$

Donde  $U_k$  es el valor medio de las variables conservativas sobre el volumen finito  $V_k$  (ya que en el plano bidimensional,  $V_k$  es el área de una superficie), que está limitada por la superficie  $S_k$  (en el plano bidimensional, una línea).

$S_k$  se descompone en muros planos (segmentos de líneas en 2D) con áreas de superficie  $\Delta S_{wk}$ . El subíndice  $wk$  se refiere al muro del plano correspondiente en el que  $S_k$  se subdivide. El vector normal en sentido exterior de  $wk$  es  $n_{wk}$ .

Los superíndices  $n$ ,  $n+1/2$  y  $n+1$ , se refieren a sucesivos pasos temporales, con  $\Delta t$  el incremento de tiempo entre los niveles  $n$  y  $n+1$ .

$F^*$  representa el tensor numérico y  $S_b^*$  el vector numérico fuente, que corresponde sólo a la pendiente del lecho.

Las fuerzas de fricción  $S_f$  son directamente calculadas a partir de la expresión (4), que primero tiene que ser linealizada para evitar resolver un sistema no lineal; así:

$$S_{fk}^{n+1} \approx S_{fk}^n + \left[ \frac{\partial S_f}{\partial U} \right]_k^n (U_k^{n+1} - U_k^n) \quad (4)$$

El tensor numérico proyectado sobre el vector unitario normal al muro de la celda  $w_k$ , puede expresarse como:

$$F_{wk}^{*n} \cdot n_{wk} = \frac{1}{2} \left[ (F_R^n \cdot n)_{wk} + (F_L^n \cdot n)_{wk} - |\tilde{A}_{RLwk}| (U_R^n - U_L^n)_{wk} \right]$$

con:

$$F \cdot n = En_x + Gn_y$$

Donde  $n_{x,y}$  son los componentes x e y del vector unitario usual en las formulaciones de volúmenes finitos, y:

$$F_{R,L}^n = F(U_{R,L}^n)$$

$U_{R,L}^n$  es apropiado para aproximaciones al valor de U, respectivamente a la derecha (R) y a la izquierda (L) del punto medio del muro de la celda  $w_k$ . Estas aproximaciones se calculan a partir de las medias de las celdas de las celdas adyacentes y las pendientes tienen que ser limitadas para asegurar que la solución no tenga un comportamiento oscilatorio. En la literatura (Sleigh P.A., Gaskell P.H., Berzins M., Wright N.G., "An unstructured finite-volume algorithm for predicting flow in rivers and estuaries", *Computers & Fluids* 1998), (Darwish M.S., Moukalled F., "TVD schemes for unstructured grids", *In.j. Heat & Mass Transfer*. 2003) se pueden encontrar diferentes esquemas que respeten esas condiciones para mallas sin estructura. Se ha considerado que el lado izquierdo, L, del muro de la celda  $w_k$ , se encuentra dentro del volumen finito k, mientras que el derecho, R, es externo a éste. Esto equivale a recorrer los bordes del volumen finito en el sentido de las agujas del reloj para numerarlos.  $|\text{ARL}w_k|$  es la matriz cuyos autovalores son los módulos de los que en la matriz Roe (aproximación Roe de la solución de Riemann) corresponden al flujo normal y las diferencias variables a lo largo del muro de la celda  $w_k$ , habitualmente en esquema implícito:

$$(F_R^n \cdot n)_{wk} - (F_L^n \cdot n)_{wk} = \tilde{A}_{RLwk} \cdot (U_R - U_L)_{wk}$$

Para poder obtener el balance correcto entre la variación del primer término y el segundo término de la ecuación anterior, la función de la pendiente del lecho queda en la forma de la expresión siguiente:

$$S_{bk}^{*n} = \sum_{wk=1}^{wk=nk} \left[ \frac{1}{2} \left( I - |\tilde{A}_{RLwk}| \cdot \tilde{A}_{RLwk}^{-1} \right) \cdot \tilde{S}_{wk} + \tilde{S}_{Lk} \right]$$



Por otro lado, el término de evaluación,  $S_{wk}$  se calcula a partir de los valores medios de la aproximación de Roe, a fin de conseguir la compatibilidad entre ambos términos, según:

$$\tilde{S}_{wk} = -g\Delta s_{wk} \frac{h_R + h_L}{2} (z_{Bwk} - z_{Bk}) \begin{bmatrix} 0 \\ (n_{wk})_x \\ (n_{wk})_y \end{bmatrix}$$

Donde de nuevo, los subíndices L y R denotan la extrapolación de h a la izquierda (l) y a la derecha (R) del muro  $w_k$ , considerando que de acuerdo al criterio previamente indicado, L corresponde al interior de la celda k, y R al exterior. La expresión  $(z_{Bwk} - z_{Bk})$  corresponde a la diferencia entre la elevación del muro externo de la celda (R)  $w_k$ ,  $z_{Bwk}$ , y la elevación a considerar de la celda  $z_{Bk}$ . Finalmente,  $(n_{wk})_{xy}$  son los componentes x e y del vector unitario normal externo a la cara  $w_k$ . El último término de la ecuación es:

$$\tilde{S}_{Lk} = -g\Delta s_{wk} \frac{h_L + h_k}{2} (z_{Bwk} - z_{Bk}) \begin{bmatrix} 0 \\ (n_{wk})_x \\ (n_{wk})_y \end{bmatrix}$$

Donde  $h_k$  es el calado del agua en el centro de la celda k.



**GOBIERNO  
de  
CANTABRIA**

**ANEJO II  
ANEJO FOTOGRÁFICO**





## ANEJO II. ANEJO FOTOGRÁFICO

Para el presente estudio se han realizado diferentes visitas de campo a continuación se muestran las fotografías más representativas de la zona de estudio. La primera visita fue el **30 de septiembre de 2015**.

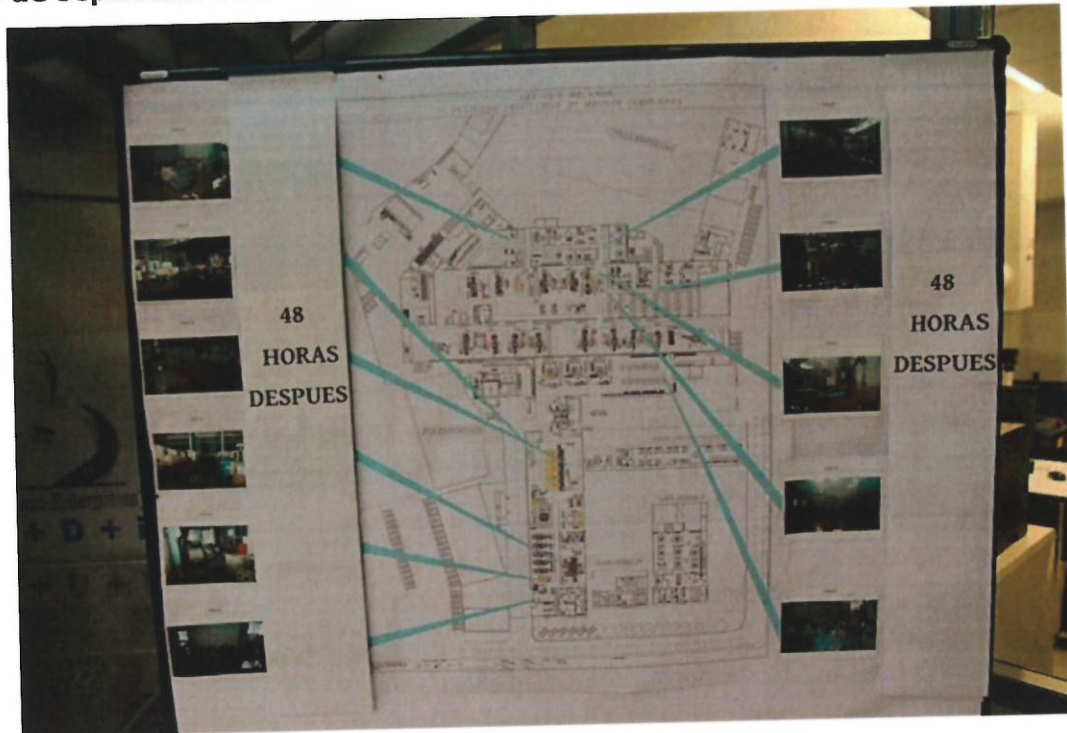


Figura AII.1. Puntos críticos y evolución a las 48 horas.



Figura AII.2. Estación de tren de marrón.





Figura AII.3. Lugar por el que se produce la primera inundación.



Figura AII.4. Movimientos de tierras efectuados.





Figura AII.5. Vegetación de ribera.



Figura AII.6. Cartel de obras de emergencia 2015. Acondicionamiento, dragado y reparación de obras de defensa del río Asón.



Se realiza una segunda visita el **18 de Diciembre de 2016** a la zona del polígono industrial y al río aprovechando la ausencia de lluvia durante la semana que significa caudales bajos en el río Asón. Durante la visita se aprecian los cambios en el cauce del río desde la anterior visita producidos por las obras de acondicionamiento y dragado y la evolución natural.



Figura AII.7. Empiezan a aparecer nuevos depósitos de gravas (aguas arriba del puente).



Figura AII.8. Imagen de avenida del 15 de Febrero de 2016 (aguas arriba del puente).





Figura AII.9. Limpieza exhaustiva de la margen izquierda (aguas abajo del puente).



Figura AII.10. Imagen de avenida del 15 de Febrero de 2016 (aguas abajo del puente).





Figura AII.11. Azud de comienzo del canal de Viesgo para aprovechamiento hidroeléctrico (fuera de servicio).



Figura AII.12. Inicio del canal de Viesgo (a partir del azud, en su parte inicial atraviesa dos caños de unos 80 cm de diámetro) a continuación pasa por debajo de las vías del tren y de la carretera.





Figura AII.13. Puente de la carretera.



Figura AII.14. Canal de anchura media de 7 metros.



Figura AII.15. Imagen de la confluencia del río Asón con el arroyo Bernales. Avenida del 15 de Febrero de 2016






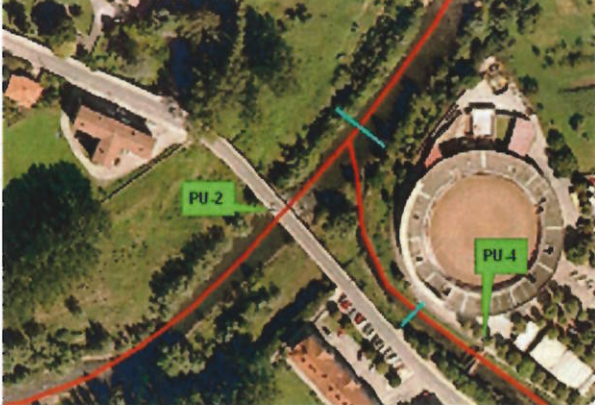




**GOBIERNO  
de  
CANTABRIA**

**ANEJO III**

**ANEJO TOPOGRÁFICO**



## ANEJO III. ANEJO TOPOGRÁFICO

	<p>Asistencia Técnica para la adaptación y desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico, en el ámbito de las Comunidades Autónomas de Galicia, Asturias, Castilla y León, País Vasco y Navarra</p>
<p><b>CROQUIS PUENTE</b></p>	
<p><b>DENOMINACIÓN:</b> Puente Nº2 sobre el río Asón</p> <p><b>SITUACIÓN:</b> <b>Tramo:</b> Ampuero <b>Ayuntamiento:</b> Ampuero <b>Provincia:</b> Santander</p> <p><b>Coordenadas:</b> X: 466050,637 Y: 4799170,044 Z: 11,580 (cota ortométrica) 61,938 (cota elipsoidal)</p>	
<p><b>1.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO:</b></p>	
	
<p>Puente aguas arriba.</p>	<p>Puente aguas arriba.</p>
	
<p>Puente aguas abajo.</p>	<p>Puente planta.</p>







Invierno 2016

Creación de un modelo de terreno para uso hidrológico  
(Ampuero-Cantabria)





Memoria de actuaciones  
 Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>3</b>
2.1. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	3
2.2. INSTRUMENTAL.....	5
2.2.1. Instrumental Topográfico .....	5
2.2.2. Instrumental para digitalización mediante láser escáner 3D .....	6
2.3. MARCO DE REFERENCIA Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA .....	7
2.4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	8
2.4.1. Transectos IH.....	8
2.4.2. Río y terreno .....	8
2.4.3. Cauces .....	9
2.4.4. Estructuras y Edificaciones.....	9
2.4.5. Puntos de Control .....	9
2.4.6. Nubes de puntos .....	10
2.5. DIBUJO .....	11
<b>3. INTEGRACIÓN DE DATOS .....</b>	<b>12</b>

Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

## 1. ANTECEDENTES

SODERCAN ha solicitado los servicios de SandS para que realice un modelo del terreno para su uso en un estudio hidrológico de un tramo de aproximadamente 3 km del río Asón. Esto incluye realizar la toma de puntos de control de cota y el geoposicionamiento de los transectos marcados para el estudio de perfiles en el río. Para ello se decide integrar un levantamiento topográfico mediante GNSS, en el que se reflejan de manera precisa las rupturas de pendiente, lámina real del río y cauces existentes; junto con un levantamiento por Láser Escáner 3D de zonas de especial interés mediante e integrar los datos LIDAR aéreos fiables. Este trabajo se ha realizado en colaboración con la empresa GIM GEOMATICS.





Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

## 2. METODOLOGÍA

---

### 2.1. Planificación de los trabajos

---

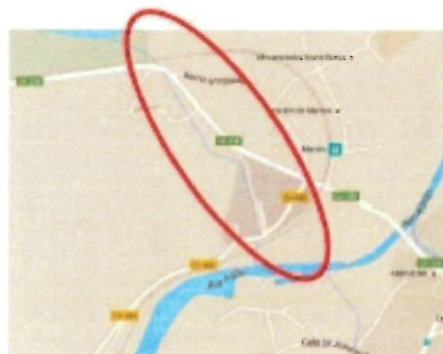
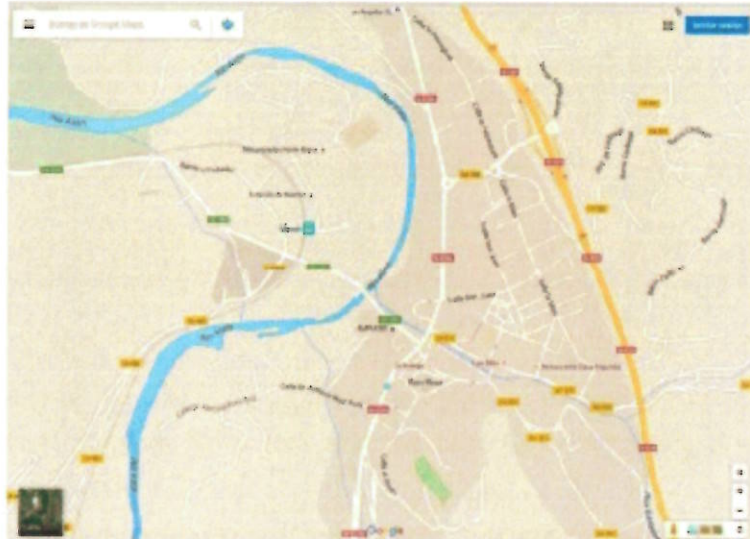
Los trabajos topográficos principales se han realizado en seis jornadas de trabajo los días:

- 1.- Jueves 21 enero 2016
- 2.- Viernes 22 enero 2016
- 3.- Lunes 25 enero 2016
- 4.- Martes 26 Enero 2016
- 5.- Miércoles 27 enero 2016
- 6.- Jueves 28 Enero 2106.

Posteriormente se volvió para muestrear diferentes zonas de datos LiDAR aéreos el día 17 y 22 de febrero.

- Los transectos se realizaron los dos primeros días, en coordinación con los técnicos del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, para que la toma de datos coincidiera lo máximo posible con las condiciones del río en el momento de realización de los transectos.
- El tercer y cuarto día se realizó el levantamiento del denominado "cauce de Viesgo", entre la presa de Ampuero y el Barrio de Marrón.

Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)



- Los días restantes se realizó el levantamiento del resto de elementos:
  - o Caminos y paseos fluviales.
  - o Muros importantes en el desarrollo de inundaciones, en ocasiones señalados por los propios vecinos de la zona de estudio. Significativos los existentes en el tramo fluvial entre la presa y el puente de Ampuero y los existentes en la margen izquierda que cercan las edificaciones existentes y el Polígono Industrial.
  - o Vía del tren, cuyo talud posee gran protagonismo durante los episodios de inundaciones.



Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

- Otros cauces secundarios, como el que se desarrolla de W-E, desde la desembocadura del “cauce de Viesgo”, hasta el Polígono Industrial. O el que se desarrolla paralelo al cauce del río en la trasera de la calle M. Ruiz Arenado.
- Orillas, taludes y roturas de pendiente a lo largo del trayecto del río, que puedan ser significativas en la dinámica hídrica de las crecidas del río.
- Puntos de control de cota en espacios abiertos, para comprobación de LIDAR.

## 2.2. Instrumental

### 2.2.1. Instrumental Topográfico

El aparato utilizado ha sido un GPS-GNSS de doble frecuencia L1+L2 marca Leica modelo GS-08 con receptor integrado GPS+GLONASS para TIEMPO REAL (RTK) y precisión centimétrica (error por debajo de 2 cm), mediante la identificación y radiación en campo de los elementos de interés, así como del espacio suficiente para el dibujo de su entorno en gabinete.



Memoria de actuaciones  
 Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

### 2.2.2. Instrumental para digitalización mediante láser escáner 3D

Para la captura de la información, se ha empleado el Láser escáner 3D FARO FOCUS X130, que se caracteriza por ser el más rápido (hasta 960.000 medidas por segundo) y preciso (fiabilidad de 2 mm a 25 m) de los sistemas de medición de tiempo de vuelo y desfase del mercado, que lo convierten en el ideal en el ámbito de la ingeniería civil y arquitectura, tal y como se puede observar en sus especificaciones técnicas. Estas son:

Rango de Medida	153.49 m
Resolución	17 Bit Rango
Frecuencia de Medida	976 kHz
Error Lineal	$\leq 2$ mm a 25 m y 90% reflexión
Potencia del Láser (CW, media)	20,5 mW
Longitud de onda	1550 nm
Clasificación del Láser	Laser class 1
Divergencia del Rayo	0,19 mrad (0,011grados)
Diámetro del rayo (a la salida)	2,25 mm, circular
Plano Vertical de trabajo	320°
Plano horizontal de trabajo	360°
Resolución Vertical	0,011° (32.000 3D-Píxeles en 360°)
Resolución Horizontal	0,00076° (470.000 3D-Píxel en 360°)

Además, los diferentes elementos de señalización estandarizados con el fin de ser empleados para el registro de los diferentes escaneos entre sí. Dichos elementos consisten en esferas calibradas, mini prismas y dianas de puntería, según el ámbito de trabajo y los requerimientos del proyecto.



Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)



### 2.3. Marco de Referencia y Representación Gráfica

El Sistema de Referencia es ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares, tal y como marca el REAL DECRETO 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

El sistema de representación será la proyección conforme Universal Transversal de Mercator (UTM), que incluye todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Cantabria en el huso 30.

Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

## 2.4. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento se tomaron un total de 2.824 puntos mediante GNSS, y un total de 31 escaneos de 30 millones de puntos, a partir de los cuales se realizó una malla regular de 20 cm para el encauzamiento.

Los códigos de los elementos tomados en campo son los descritos en los apartados siguientes.

### 2.4.1. Transectos IH

BAR +Nº transecto: Varillas de localización de transecto en la margen derecha. Por ejemplo, BAR1 es la varilla que marca el transecto 1 en la margen derecha.

BAR +Nº transecto + B: Varillas de localización de transecto en la margen izquierda. Por ejemplo, BAR1B es la varilla que marca el transecto 1 en la margen derecha.

LAM + Nº + Margen (D derecha, I izquierda): Posición y cota de la lámina de agua, tomado el mismo día que se realizaban los transectos. Por ejemplo, LAM1D es la LAMina del transecto 1 de la margen Derecha.

LAM + Nº + Margen + DA: Posición y cota de la lámina de agua el día anterior al jueves día 21 (es decir, el día 20) marcada por los técnicos del IH con spray verde. Por ejemplo, LAM1DDA es la LAMina del transecto 1 de la margen Derecha del Día Anterior.

### 2.4.2. Río y terreno

OAR: Orilla Alta del Río

OAT: Orilla Alta del Río con Talud

OBT: Orilla Baja del Río con Talud

LAT: Punto que marca línea ALTA de terreno o talud.

LBT: Punto que marca línea BAJA de terreno o talud.



Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

### 2.4.3. Cauces

---

KCA: Punto que marca línea ALTA de un cauce.

KCB: Punto que marca la línea BAJA de un cauce

KCP: Estructura de piedra que marca la entrada del cauce de la Viesgo desde el Asón.

KCTB: Tramo de cauce de la Viesgo que se encuentra subterráneo y entubado.

### 2.4.4. Estructuras y Edificaciones

---

MH: Muro de hormigón. Tomado en la base y en la cumbre.

MBH: Muro de bloque de hormigón. Tomado en la base y en la cumbre.

MP: Muro de piedra. Tomado en la base y en la cumbre.

HOR: Estructuras de hormigón (escaleras, pequeños muretes, algunas placas en el suelo, )

ED: Edificaciones

PU: Puente

PUA: Punto alto de Puente (realmente es igual que el anterior)

Vías de acceso

CAM: Camino

CAR: Carretera

### 2.4.5. Puntos de Control

---

PX: Punto de control de cota del terreno. Puntos tomados para comprobación de cota con LIDAR.

Cuando el terreno presenta una forma cambiante, pero sin llegar a romper la pendiente bruscamente, pueden existir varios PX juntos.

PXLAM: Punto de control de lámina de río. Tomados en los sucesivos días de trabajo de campo.

PXR: Punto de control del fondo del río o cauce.

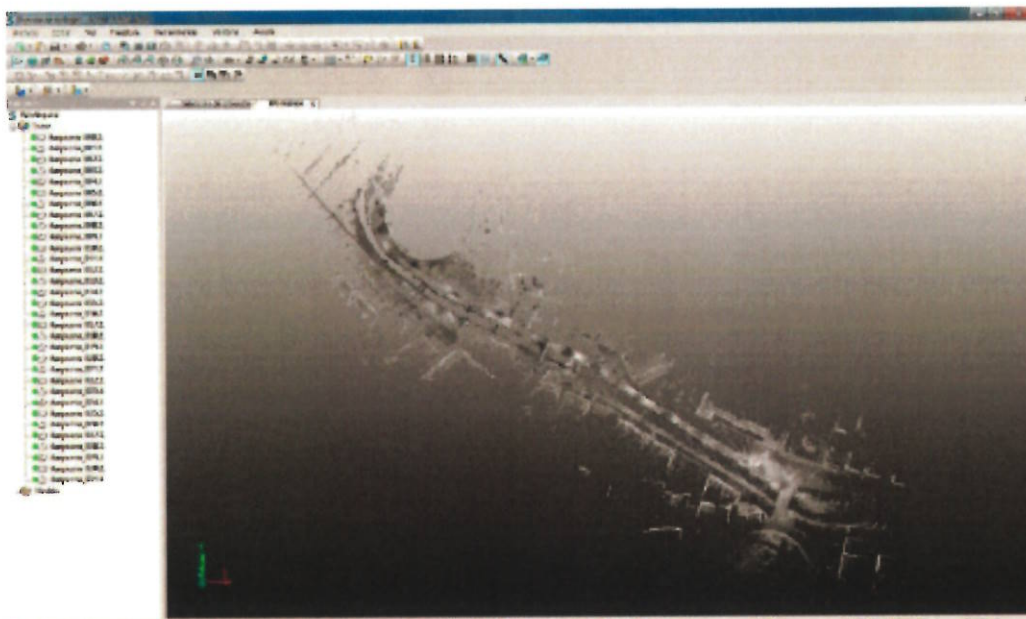
Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

## 2.4.6. Nubes de puntos

La información recogida en campo pasa una serie de procesos para filtrar y unir la información en un único modelo:

1. Limpieza: eliminar toda aquella información que no se desea (ruido), ya sea de forma manual o automática.
2. Registro: encontrar la posición y rotación del instrumento para cada barrido en un sistema de coordenadas específico. Esto se puede hacer a través de puntos de control, materializados como esferas calibradas y dianas.
3. Optimización del modelo: creación de un modelo homogéneo. El modelo se estructura y divide en partes para facilitar su manejo y comprensión.

Se generó una malla regular de puntos, con un intervalo de 1 punto cada 20 cm de suelo, que posteriormente se integró con el modelo topográfico.





## Memoria de actuaciones Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

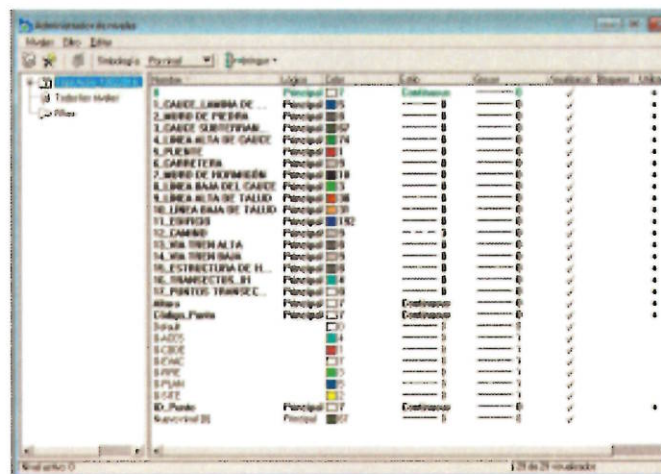
El tratamiento de la nube de puntos permite la obtención de las características geométricas que definen el modelo. El proceso posterior vendrá impuesto según las necesidades del trabajo. Así, es posible extraer geometrías elementales o un modelo tridimensional completo. En este caso se ha integrado esta información con el resto de la documentación generada.

### 2.5. Dibujo

Se ha conseguido tomar con alta precisión toda el área señalada, dibujando:

- Lámina de agua
- Muros de piedra y hormigón.
- Cauce de Viesgo (presa de Ampuero-Marrón).
- Cauces secundarios.
- Puentes.
- Carreteras y caminos.
- Líneas altas y bajas de rompientes de pendiente y taludes.
- Transectos marcados por los técnicos del IH.
- Vía del tren.
- Edificaciones importantes en zonas inundables.

Estos elementos se han recogido en las capas mostradas en la siguiente figura:



Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

### 3. Integración de datos

Para el modelo final, se ha procedido a integrar los siguientes datos:

1. Levantamiento GNSS
2. Láser escáner 3D
3. Datos del profundímetro: Secciones transversales y longitudinales

A continuación se muestra la superposición de estos tres juegos de datos.





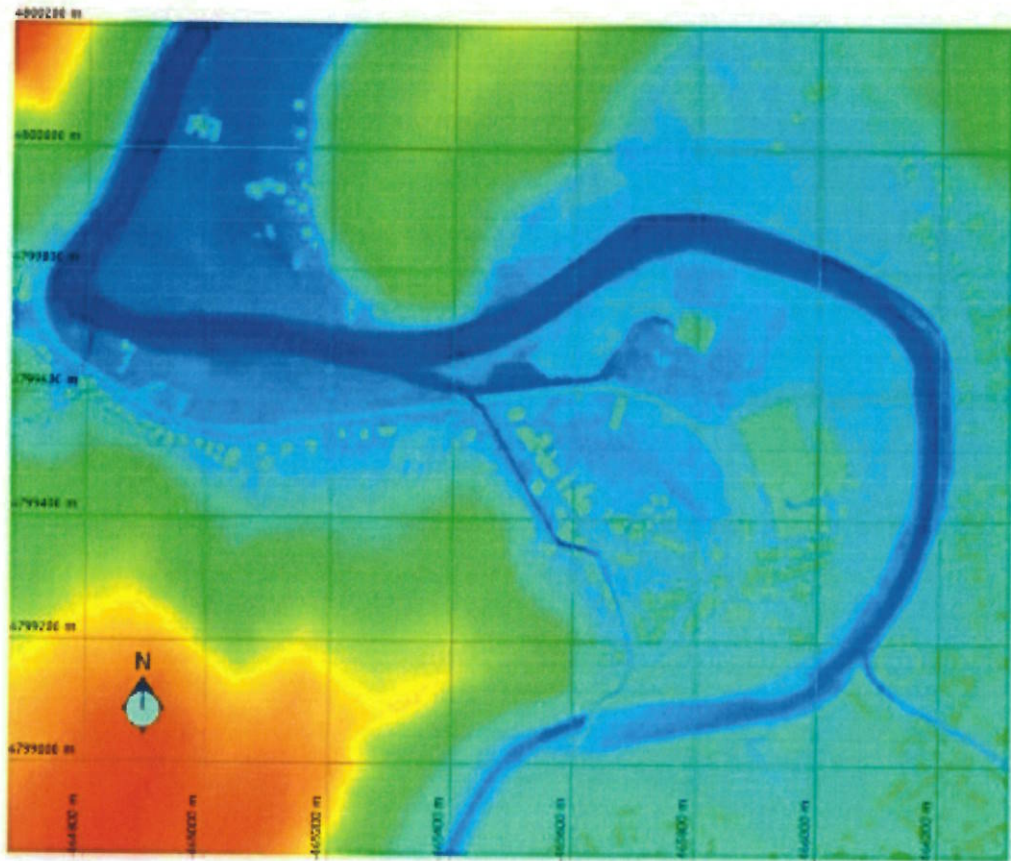
Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

4. Datos Lidar aéreos:
- a. Generales de relleno en zonas en tolerancia
  - b. De cubiertas de edificios



Memoria de actuaciones  
Modelo del terreno para uso hidrológico (Ampuero)

Como resultado de los trabajos, se ha obtenido el siguiente modelo, con resolución 2 metros.







**GOBIERNO  
de  
CANTABRIA**

**ANEJO IV  
OTRAS INFRAESTRUCTURAS  
HIDRÁULICAS AFECTADAS**











**GOBIERNO  
de  
CANTABRIA**

**ANEJO V  
ANEJO HIDROLÓGICO**





## ANEJO V. ANEJO HIDROLÓGICO

Como se ha indicado en la memoria, en el presente anejo se presentan los estudios hidrológicos realizados.

La metodología empleada se detalla a continuación, así como los resultados obtenidos.

### AV.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ASÓN

La cuenca hidrográfica del río Asón abarca una superficie de 562 km<sup>2</sup> extendiéndose por el territorio de las Comunidades Autónomas de Cantabria y del País Vasco, representando la parte correspondiente a Cantabria un 75% de la superficie total de la cuenca (423 km<sup>2</sup>).

Sus límites oriental y occidental están definidos por las divisorias con las cuencas vertientes de los ríos Agüera y Miera, respectivamente. Por el Sur, la cuenca del río Asón está delimitada por el Picón del Fraile y por las estribaciones de los Portillos de la Sía y Los Tornos. Al Norte, limita con las aguas del Mar Cantábrico.

A efectos de este estudio, se ha considerado la cuenca vertiente aguas arriba del límite de influencia mareal en la Ría de Colindres. En la figura AV.1 se muestra la cuenca de aportación analizada, cuya superficie es de 547.75 km<sup>2</sup>.

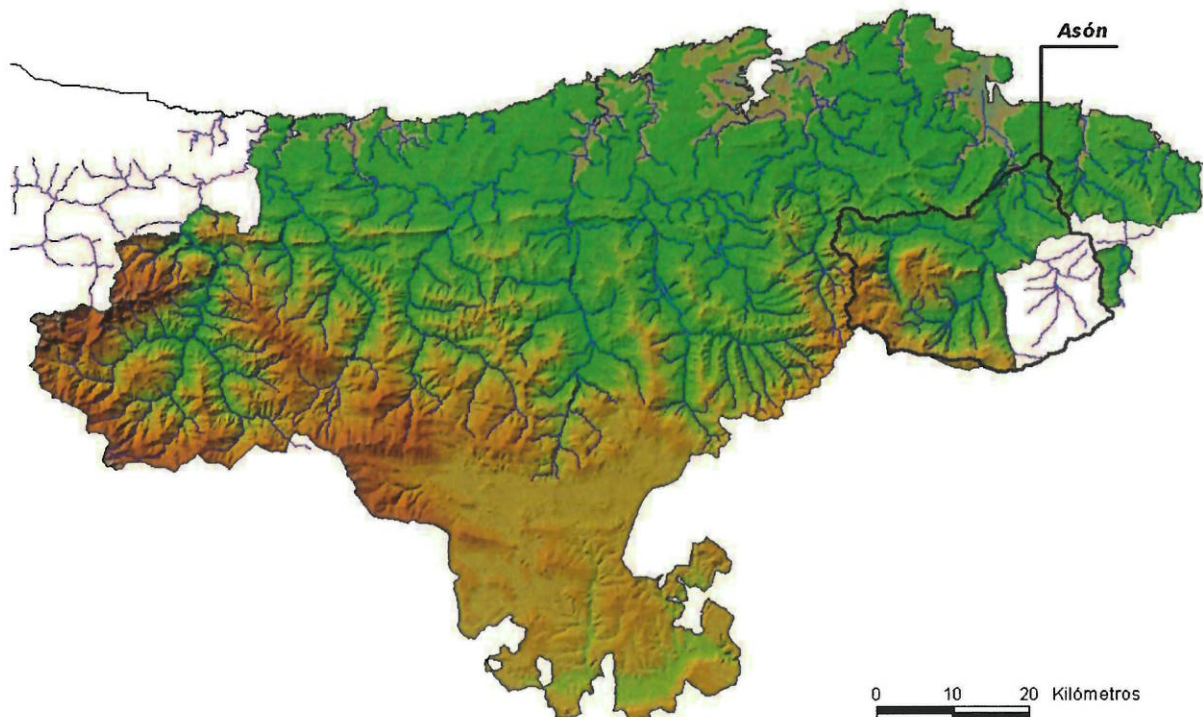


Figura AV.1. Localización y definición de la cuenca del río Asón.

El río Asón, curso principal que da nombre a la cuenca, nace en los Collados del Asón, a partir de una surgencia cárstica que origina una cascada intermitente. Su longitud total es de unos 39 km hasta su desembocadura al mar por la Ría de Colindres.

En la zona de la cuenca comprendida entre su cabecera y Ramales de la Victoria los cursos de agua de la misma se caracterizan por su fuerte pendiente. En esta área existe un gran número de surgencias y dolinas, originadas como consecuencia del predominio de la litología calcárea y el desarrollo de procesos cársticos. No en vano, en esta zona se localizan los macizos del Mortillano y Porracolina. En este último se encuentra el conocido sistema de cavidades de Cueto-Coventosa y de las Cuevas Sopladoras, entre otras.

En esta parte de la cuenca, el río Asón experimenta un brusco cambio de dirección a la altura de Arredondo, pasando ésta de ser Sur-Norte a tomar una orientación Oeste-Este hasta llegar a Ramales de la Victoria. A lo largo de su recorrido por esta zona, el río Asón recibe la incorporación, por su margen izquierda y a la altura de Arredondo, del río Bustablado, mientras que en Ramales de la Victoria recibe, por su margen derecha, las aguas provenientes del río Gándara. El río Bustablado nace en el Alto de la Mina, a unos 600 m de altitud y presenta una longitud de 8.5 km. Por su parte, el río Gándara nace también a partir de una surgencia cárstica a unos 950 m. de altitud, entre el Portillo de la Sía y los Puertos del Asón. Con una longitud de más de 18 km recibe a lo largo de su recorrido, a su vez, la incorporación de diversos afluentes, entre los que destaca el río Calera, que nace en la vecina provincia de Vizcaya.

Entre Ramales de la Victoria y la localidad de Ampuero el río Asón vuelve a tomar dirección Sur-Norte produciéndose un ensanchamiento del valle y desarrollándose un conjunto de terrazas fluviales. En esta parte de la cuenca el río recibe la incorporación, por su margen derecha, de los ríos Carranza y Bernales. El río Carranza, que nace en la provincia de Vizcaya, se une al río Asón en Bárcena, tras un recorrido de algo más de 15 km. Por su parte, el río Bernales, con una longitud de 9 km, se une al curso principal de la cuenca en Ampuero.

Tras atravesar la localidad de Ampuero, el río Asón desemboca en el Mar Cantábrico formando el sistema estuarino de las Marismas de Santoña.

En las figuras AV.2 y AV.3 se presentan los mapas físico y político de la parte de la cuenca del río Asón considerada para este estudio.



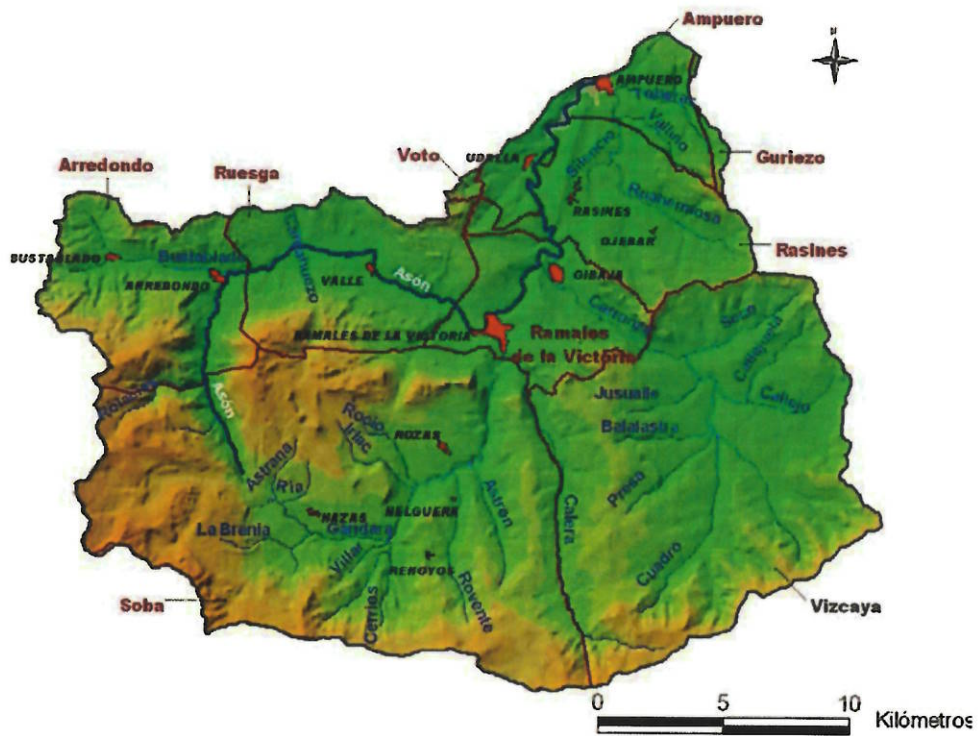


Figura AV.2. Mapa físico de la cuenca del río Asón, con indicación de los principales cursos fluviales y núcleos de población.



Figura AV.3. Mapa político de la cuenca del río Asón, con indicación de municipios, núcleos de población y principales carreteras.

---

## ANEJO N° 4. PROGRAMA DE TRABAJO



---

#### **ANEJO Nº 4. PROGRAMA DE TRABAJO**

Para la realización de las obras incluidas en el presente proyecto se considera necesario un **plazo de UN (1) mes.**

Se incluye a continuación, con carácter meramente indicativo, un posible desarrollo de los trabajos, mediante un diagrama de barras.

ACTIVIDADES	DURACIÓN DE OBRA EN SEMANAS				TOTALES
	1	2	3	4	
LIMPIEZA Y DESBROCE					0,00
FORMACIÓN DE RELLENO A MODO DE CABALLÓN					0,00
EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL EN TALUDES					0,00
FORMACION DE ESCOLLERA					0,00
GESTION DE RESIDUOS Y SEGURIDAD Y SALUD					0,00
P.E. MATERIAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0
P.BASE DE LICITACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%OBRA EJECUTADA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



---

## ANEJO Nº 5. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

## ANEJO Nº 4. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### 4.1.- INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del Artículo 1º de la Orden de 12 de Junio de 1.968 (B.O.E de 25.07.68) se redacta el presente Anejo en el que se justifica el importe de los precios unitarios que figuran en los Cuadros de Precios.

Este Anejo de Justificación de Precios carece de carácter contractual como establece el Artículo 2º de la citada orden de junio de 1.968.

### 4.2.- LISTADO DE PRECIOS ELEMENTALES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
M05EC030	61,240 h	Excavadora hidráulica cadenas 195 CV	77,65	4.755,29
M05EN030	30,000 h	Excav.hidráulica neumáticos 100 CV	46,50	1.395,00
M05PC020	3,108 h	Pala cargadora cadenas 130 CV/1,8m3	44,01	136,76
M05PN010	8,000 h	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	40,30	322,40
M07CB020	188,692 h	Camión basculante 4x4 14 t.	35,33	6.666,49
M07N030	3.062,000 m3	Canon suelo seleccionado préstamo	2,33	7.134,46
M07N050	200,000 m3	Canon tierra vegetal préstamos	1,80	360,00
M07N060	217,525 m3	Canon de desbroce a vertedero	6,17	1.342,13
M07W011	12.000,000 t	km transporte de piedra	0,16	1.920,00
M07W080	8.000,000 t	km transporte tierras en obra	0,49	3.920,00
M08CA110	30,620 h	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	32,65	999,74
M08NM010	12,972 h	Motoniveladora de 135 CV	62,67	812,96
M08RN040	30,620 h	Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t.	54,25	1.661,14
M11MM030	2,486 h	Motosierra gasol. L=40cm. 1,32 CV	2,19	5,44
O01OA020	35,782 h	Capataz	18,84	674,13
O01OA070	94,416 h	Peón ordinario	16,30	1.538,98
P01AE020	240,000 t	Escollera de 200 kg	9,00	2.160,00

### 4.3.- LISTADO DE DESCOMPUESTOS

<b>U01BS010</b>	<b>m2 Limpieza y desbroce en zona de actuación</b>			
	Desbroce y limpieza superficial de terreno sin clasificar, por medios mecánicos, con carga y transporte de los resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluyendo la retirada de arbolado menor de 10 cm.			
U01BD010	0,500 m2	DESBROCE TERRENO DESARBOLADO e<10 cm	0,87	0,44
U01BM010	0,250 m2	DESBROCE MONTE BAJO e<15 cm.	1,68	0,42

**TOTAL PARTIDA ..... 0,86**



Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

**U01TC030**

**m3 Formación de relleno a modo de caballón de defensa**

Formación de relleno a modo de caballón con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación, incluso perfilado de taludes y rasanteo de la superficie de coronación, terminado.

O01OA020	0,005	Capataz		h	
				18,84	0,09
O01OA070	0,015 h	Peón ordinario	16,30		0,24
M08CA110	0,010 h	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	32,65		0,33
M08RN040	0,010 h	Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t.	54,25		0,54
M05EC030	0,020 h	Excavadora hidráulica cadenas 195 CV	77,65		1,55
M07CB020	0,060 h	Camión basculante 4x4 14 t.	35,33		2,12
M07N030	1,000 m3	Canon suelo seleccionado préstamo	2,33		2,33

**TOTAL PARTIDA ..... 7,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

**U01VT010**

**m2 Extendido de tierra vegetal en taludes**

Tierra vegetal en taludes en capas de 5-15 cm. de espesor, incluyendo el suministro, carga, transporte, extendido, compactación y perfilado, terminado.

O01OA020	0,004 h	Capataz	18,84		0,08
O01OA070	0,008 h	Peón ordinario	16,30		0,13
M05PN010	0,004 h	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	40,30		0,16
M08NM010	0,004 h	Motoniveladora de 135 CV	62,67		0,25
M07W080	4,000 t	km transporte tierras en obra	0,49		1,96
M07N050	0,100 m3	Canon tierra vegetal préstamos			
	1,80	0,18			

**TOTAL PARTIDA ..... 2,76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

**U05OE020**

**m3 Formación de escollera de protección en zona de estanque**

Escollera de 200 kg. colocada en protección de cauces, manto de espesor 1,00 m., incluido suministro y preparación de la superficie de apoyo, perfectamente rasanteada y terminada

O01OA020	0,050 h	Capataz	18,84		0,94
O01OA070	0,200 h	Peón ordinario	16,30		3,26
M05EN030	0,200 h	Excav.hidráulica neumáticos 100 CV	46,50		9,30
P01AE020	1,600 t	Escollera de 200 kg	9,00		14,40
M07W011	80,000 t	km transporte de piedra	0,16		12,80

**TOTAL PARTIDA ..... 40,70**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

**PA001**

**PA Gestión de residuos**

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 350,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS

PA002

PA Seguridad y salud

Sin descomposición

**TOTAL PARTIDA ..... 450,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS

#### 4.4.- COSTES DIRECTOS, INDIRECTOS, EJECUCIÓN MATERIAL

Para la estimación de los costes directos e indirectos, se han adoptado los criterios expresados en la Orden de 12 de Junio de 1968 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

El precio de ejecución material se ha fijado de acuerdo con la fórmula expresada en dicha Orden:

$$Pu = (1 + K/100) * Cd$$

Pu= Precio de ejecución material de la unidad correspondiente en euros.

K= Porcentaje que corresponde a los "costes indirectos".

Cd= Coste directo de la unidad en euros.

La determinación de los costes indirectos se efectúa según lo prescrito en el Artículo 130.3 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y en los artículos 9 y 13 de la mencionada orden del 12 de junio de 1968, con un máximo del 6 % sobre el total de costes indirectos.

$$K = K1 + K2$$

El segundo coeficiente K2 relativo a los imprevistos, se fija en el 1 % para las obras terrestres, conforme prevé el artículo 12 de esta orden.

El coeficiente K1 es el porcentaje resultante de la relación entre la valoración de los costes indirectos y el importe de los costes directos de la obra.

$$K1 = (\text{coste indirectos} / \text{costes directos}) * 100$$



---

## ANEJO Nº 6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	1
OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	1
DISPOSICIONES LEGALES .....	1
CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	2
APLICACIÓN DE SEGURIDAD EN EL PROCESO COLECTIVO .....	3
FASES DE LA OBRA .....	3
PROCEDIMIENTOS Y EQUIPOS TÉCNICOS A UTILIZAR .....	3
RELACIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES .....	4
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS.....	4
CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN .....	5
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	
BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	
ASEOS	
COMEDORES	
VESTUARIOS	
SERVICIOS DE ASISTENCIA MÉDICA	
SEÑALIZACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	
PRESUPUESTO	
CONCLUSIONES.....	8



---

## ANEJO Nº 6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Este ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD está realizado durante la redacción del “Proyecto de Restauración ambiental y mejora de funcionamiento hidrodinámico de la Laguna del Molino de Santa Olaja”.

### OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El objetivo de este documento es dar cumplimiento a las exigencias marcadas en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el que se establece la obligación de realizar, en la fase de proyecto, un Estudio Básico de Seguridad y Salud cuando ni el presupuesto ni la duración ni el volumen de obra lleguen al límite inferior previsto para la realización de un Estudio de Seguridad y Salud. Esta obra no se considera de ejecución de túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas.

Este estudio servirá de base para que el Técnico designado por la empresa adjudicataria de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, así como la propuesta de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos y ajustándose en todo caso a lo indicado al respecto en el artículo 7 del 1627/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

### DISPOSICIONES LEGALES

Es de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en el siguiente marco legislativo:

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y sus modificaciones.
- LEY 12/2001 de 9 de julio Estatuto de los Trabajadores.
- R.D. 2413/73 de 20 de septiembre y posteriores, que aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión y sus correspondientes instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 39/97 de 17 de enero, que aprueba el reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.

- 
- R.D. 773/97 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
  - R.D. 1215/97 de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
  - R.D. 1627/97 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
  - R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
  - R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre de 2004, sobre seguridad de trabajos en altura.

#### CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

Es responsabilidad del Promotor designar al Coordinador de Seguridad y de Salud durante la ejecución de la obra si en ella hubiera más de una empresa trabajando, que será técnico competente integrado en la Dirección Facultativa. En el caso en que la ejecución de la obra sólo intervenga un contratista, la Dirección Facultativa asumirá las funciones del Coordinador de Seguridad. Será el responsable de aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por cada contratista y de adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Además deberá cumplirse con todo lo indicado en el R.D. 1627/97 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Será el contratista el encargado de cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

#### APLICACIÓN DE SEGURIDAD EN EL PROCESO COLECTIVO

##### Fases de la obra

Para la realización de esta obra se realizarán las siguientes tareas:

- Limpieza y desbroce en zona de actuación
- Formación de relleno a modo de caballón de defensa
- Formación de escollera en margen norte en zona del estanque
- Extendido de tierra vegetal en taludes del caballón



---

### Procedimientos y equipos técnicos a utilizar

Los trabajos para la realización de esta obra no están sujetos a procedimientos operativos concretos por ser actividades comunes para personal dedicado a la obra civil y la instalación de válvulas

Los equipos técnicos que se utilizarán para la realización de esta obra serán:

- Camión grúa y equipos para transporte y desplazamiento de elementos pesados y voluminosos.
- Retroexcavadora y/o mixta
- Hormigonera.
- Compresor
- Herramientas manuales.
- Herramientas portátiles eléctricas.
- Equipos de medida, verificación y ensayo (

Estos equipos técnicos deberán estar en buen estado de mantenimiento y manejados por personal con la formación y experiencia necesaria. Así mismo deberán cumplir con la normativa vigente y en especial lo señalado en la Parte C del Anexo IV del RD1627/1999 relativo a las disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en las obras en los exteriores de los locales.

### RELACIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

En la realización de las tareas descritas en el apartado anterior, estarán inevitablemente presentes de una u otra manera los siguientes riesgos:

- Caída de personas a distinto nivel y al mismo nivel.
- Caída de objetos por manipulación, (herramientas o materiales manipulados por el propio trabajador) o desprendidos, (herramientas o materiales manipulados por otro trabajador).
- Pisada sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas y por elementos móviles de las máquinas.
- Atrapamientos por o entre objetos y por vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos térmicos y eléctricos.

---

## MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS.

El personal encargado de realizar estos trabajos deberá estar debidamente formado y entrenado en materia de prevención de riesgos laborales e informado de los riesgos existentes en la realización de dichas actividades.

De entre los trabajadores que realicen los trabajos en esta obra, deberá haber por lo menos uno, que esté designado para actuar en caso de emergencia y primeros auxilios gestionando las primeras intervenciones al efecto, contando para ello con la formación necesaria.

Así mismo, este personal deberá tener la suficiente experiencia y cualificación profesional para la realización de instalaciones eléctricas de baja tensión y sobre ellos se habrán tomado las medidas de vigilancia y control de la salud mediante reconocimiento médico anual específico a su trabajo en el que se les considere aptos para la realización de los trabajos.

Los trabajadores encargados del manejo de maquinaria (camión grúa, cabestrante, hormigonera, retroexcavadora...) estarán formados específicamente en el manejo de la misma y serán los responsables de su correcta utilización haciendo cumplir las normas de seguridad específicas en esas tareas.

Se utilizarán aquellos elementos de protección colectiva que sean necesarios, protegiendo pasos y señalizando zonas de trabajo.

La utilización del equipo de protección individual será obligada para todos los trabajadores, debiendo utilizar (según la tarea que esté desarrollando):

- Casco de seguridad.
- Botas de protección con puntera reforzada y suela reforzada, antideslizante y aislante.
- Guantes de protección.
- Ropa de trabajo (funda o chaqueta y pantalones) con puños ajustados.

En casos específicos, deberán utilizar cinturón de seguridad, gafas protectoras o máscara facial, o cualquier otra prenda cuyo uso sea necesario.

## CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Los equipos de prevención y de protección estarán en las debidas condiciones de conservación y buen estado, sin alteraciones y sin defectos, cumpliendo con los requisitos y homologaciones (marcado CE) reflejados en la normativa existente a tal efecto.



---

## INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

En base al número máximo de personas en obra, se dispondrán en obra las instalaciones que se detallan en el presente apartado.

Los locales y servicios para higiene y bienestar que vengan obligados por las disposiciones vigentes sobre la materia deberán ubicarse en la propia obra, serán para uso exclusivo del personal adscrito a la misma, se instalarán antes del comienzo de los trabajos y deberán permanecer en la obra hasta su total terminación.

Las instalaciones que serán necesarias durante la ejecución de las obras objeto del presente proyecto serán las siguientes:

### *Botiquín de primeros auxilios*

El contenido mínimo de un botiquín de primeros auxilios será:

- 1 frasco de agua oxigenada.
- 1 frasco de alcohol de 96º.
- 1 frasco de tintura de yodo.
- 1 frasco de mercromina.
- 1 frasco de amoníaco.
- 1 caja de gasa estéril ("linitul", "apósitos", y similares).
- 1 caja de algodón hidrófilo estéril.
- 1 rollo de esparadrapo.
- 1 torniquete.
- 1 bolsa para agua o hielo.
- 1 bolsa de guantes esterilizados.
- 1 termómetro clínico.
- 1 caja de apósitos auto adhesivos.
- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Tónicos cardíacos de urgencia.
- Jeringuillas desechables.

Se sugiere un armario conteniendo lo anterior como instalación fija que provea a uno o dos maletines-botiquín portátiles, dependiendo de la gravedad del riesgo y su frecuencia prevista.

### *Aseos*

El número recomendable de locales de aseo es de 1 por cada 10 trabajadores o fracción de éstos. Para los espejos, se recomienda 1 por cada 25 trabajadores o fracción que finalicen su jornada simultáneamente. El número recomendable de duchas es de 1 por cada 10 trabajadores que finalicen su jornada simultáneamente. El número recomendable de inodoros, que deben estar en recintos

---

individuales, es de 1 por cada 25 hombres y 1 por cada 15 mujeres o fracción que trabajen la misma jornada. En base a lo expuesto, se contará con los mínimos siguientes:

- 1 inodoro.
- 1 ducha.
- 1 lavabo.
- 1 espejo de 40 x 50.
- Jaboneras.
- Portarrollos con papel higiénico.
- Toalleros o secadores automáticos.

### *Comedores*

Superficie mínima: la necesaria para contener las mesas, las sillas o bancos, la pila fregadero y el calentacomidas. En base a lo expuesto, se prevé lo siguiente:

- 1 calentacomidas (microondas).
- Agua potable.
- Menaje de comedor, (platos, cubiertos y vasos).
- Mobiliario, (mesas, sillas o bancos).

Como norma general se dispondrán 1,20 m<sup>2</sup> de superficie mínima necesaria por cada trabajador, que en este caso serán unos 10 m<sup>2</sup>.

### *Vestuarios*

Como norma general se dispondrán 2 m<sup>2</sup> de superficie mínima necesaria por cada trabajador, que en este caso serán unos 10 m<sup>2</sup>. En base a lo expuesto, se prevé lo siguiente:

- 1 taquilla guardarropa por cada trabajador.
- Bancos o sillas.
- Perchas para colgar la ropa.

### SERVICIOS DE ASISTENCIA MÉDICA

El centro hospitalario más cercano es:

*Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.*

*Avenida de Valdecilla, Santander.*

*Tfno: 942 20 25 20.*



---

Los centros de salud más cercanos son:

- **Consultorio Local Dr López Albo. Servicios de urgencias y atención continuada SUAP Colindres**  
*Calle Pintor Rosales, 0,*  
*39750 Colindres, Cantabria*  
*Tfno: 942 63 70 39*

## SEÑALIZACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Es necesario establecer un sistema de señalización de Seguridad y Salud a efecto de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad.

Deberán señalizarse las obras de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997, sobre "Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo".

En la presente obra la señalización será necesaria en:

- Accesos a la obra:
  - Uso obligatorio de equipos de protección individual.
  - Prohibición de entrada a personas ajenas a la obra.
  - Entrada y salida para maquinaria.
- Circulación por el interior de la zona de obra:
  - Peligro cargas suspendidas.
  - Peligro maniobra de camiones.
  - Situación de botiquín.
  - Situación de instalaciones de bienestar e higiene.
  - Entrada obligatoria a zona de trabajo.
  - Tablón de anuncios.
  - Se emplearán señalistas.
- Circulaciones verticales:
  - Código de señales - maquinista.
  - Obligación de observar medidas de seguridad.
- Lugares de trabajo (tajos):
  - Balizamiento en desniveles inferiores a 2 m.
  - Obligación de uso de equipos de protección individual.
  - Acotación de la zona de trabajo.

---

## PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar la disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio.

La propuesta de alternativas de los Planes de Seguridad y Salud respecto al Estudio, incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar la disminución del importe total, ni de los niveles de protección contenidos en el Estudio.

Dicho Plan, antes del inicio de la obra, con el correspondiente informe del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración pública que ha adjudicado la obra.

El Plan de Seguridad y Salud estará a disposición permanente de quienes intervengan en la ejecución de la obra y en particular de la dirección facultativa.

## PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material correspondiente a las medidas de seguridad y salud para el presente Proyecto se estima en 1.500 €.

## CONCLUSIONES

El presente Estudio Básico de Seguridad precisa las normas genéricas de seguridad y salud aplicables a la obra de que trata el presente Proyecto. Identifica, a su vez, los riesgos inherentes a la ejecución de las mismas y contempla previsiones básicas e informaciones útiles para efectuar, en condiciones de seguridad y salud, las citadas obras.

No obstante lo anterior, toda obra que se realice bajo la cobertura de este Proyecto, deberá ser estudiada detenidamente para adaptar estos riesgos y normas generales a la especificidad de la misma, tanto por sus características propias como por las particularidades del terreno donde se realiza, climatología, etc., y que deberán especificarse en el Plan de Seguridad concreto a aplicar a la obra, incluso proponiendo alternativas más seguras para la ejecución de los trabajos.

Igualmente, las directrices anteriores deberán ser complementadas por aspectos tales como:

La propia experiencia del operario/montador.



---

Las instrucciones y recomendaciones que el responsable de la obra pueda dictar con el buen uso de la lógica, la razón y sobre todo de su experiencia, con el fin de evitar situaciones de riesgo o peligro para la salud de las personas que llevan a cabo la ejecución de la obra.

Las propias instrucciones de manipulación o montaje que los fabricantes de herramientas, componentes y equipos puedan facilitar para el correcto funcionamiento de las mismas.

Santander, Septiembre 2018

El Facultativo Autor del Proyecto



Fdo.: MARIA JOSE PALLOL PÉREZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 18485

---

**ANEJO Nº 7. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO  
CLIMÁTICO DURANTE EL PERIODO PARA EL QUE SE  
SOLICITA LA CONCESIÓN**



---

## **ANEJO Nº 7. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO DURANTE EL PERIODO PARA EL QUE SE SOLICITA LA CONCESIÓN**

El objetivo de este capítulo consiste en dar respuesta al artículo 92 del Reglamento General de Costas (Real Decreto 876/2014), por el cual resulta necesario realizar una evaluación de los efectos del cambio climático sobre los terrenos en los que se van a desarrollar las obras de la concesión.

### ***Metodología***

Atendiendo a los requerimientos del Reglamento General de Costas, la evaluación de los efectos del cambio climático se realiza para un periodo de 30 años, correspondiente al plazo de solicitud de concesión, por lo que el horizonte de estudio contemplado se corresponde con el año 2048.

Los impactos del cambio climático sobre las dinámicas actuantes en el estuario se analizan a partir de proyecciones climáticas para escenarios futuros. En concreto, las dinámicas contempladas se restringen al aumento del nivel medio del mar, dado que en los estuarios cantábricos los cambios en la marea meteorológica y los cambios el oleaje son despreciables frente a las diferencias en el nivel del mar. Asimismo, de acuerdo con los resultados del proyecto “Cambio climático en la Costa Española” (IHCantabria, 2012), las condiciones medias de oleaje en las proximidades de la costa no experimentarán cambios significativos.

De este modo, la metodología planteada para analizar el efecto del cambio climático sobre la inundación del entorno de la ría de Limpias se basa en la obtención de la cota de inundación asociada al ascenso del nivel medio del mar y la combinación de la marea astronómica y marea meteorológica de las marismas de Santoña.

### ***Efectos del cambio climático sobre el entorno de las obras***

#### ***Nivel medio del mar***

El análisis de los efectos del cambio climático se lleva a cabo contemplando el escenario más pesimista de concentración de gases de efecto invernadero (RCP8.5) empleado en las proyecciones del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2014).

La interpolación de las proyecciones del IPCC de elevación del nivel del mar (Figura 1) a corto plazo permiten concluir que, en el año 2025, el aumento del nivel en el entorno de las marismas de Santoña será de, aproximadamente, 0,09 m. Por otro lado, el valor medio de aumento del nivel medio del mar global para el período 2046-2065 (relativo al período 1986-2005), en el escenario RCP8.5, está proyectado en 0.29 m con un rango del 5-95% de 0.22-0.38 m (Wong et al. 2014; Tabla 1).

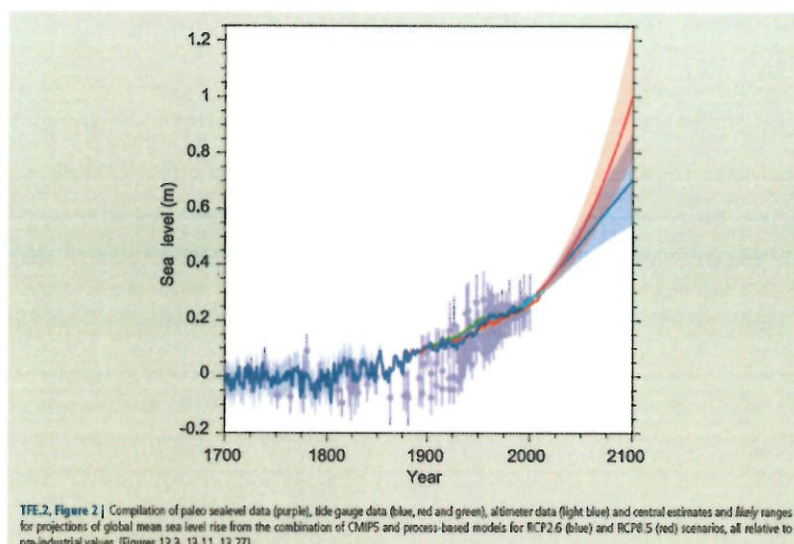


Figura 1. Proyecciones del nivel medio del mar a nivel global bajo los diferentes escenarios de cambio climático.

Escenario RCP	Subida del nivel del mar	
	2046-2065	2081-2100
RCP 2.6	0,24 (0,17-0,32)	0,4 (0,26-0,55)
RCP 4.5	0,26 (0,19-0,33)	0,47 (0,32-0,63)
RCP 6.0	0,25 (0,18-0,32)	0,48 (0,33-0,63)
RCP 8.5	0,29 (0,22-0,38)	0,63 (0,45-0,82)

Tabla 1. Proyección del cambio en la elevación media mundial del nivel del mar para mediados y finales del siglo XXI, en relación al periodo de referencia 1986-2005, para cada escenario RCP.

No obstante, dado que el incremento del nivel medio del mar no se está produciendo por igual a lo largo de todo el globo terrestre, es necesario regionalizar este valor, adaptando el valor a cada realidad local. Así, tomando como punto de partida los valores de aumento del nivel medio del mar regionalizados por Slangen et al. (2014) para final de siglo y escenario RCP8.5, y siguiendo el mismo patrón espacial, en este trabajo se ha interpolado el valor global de aumento de nivel del mar para el período 2046-2065 para la costa de Cantabria, resultando éste en 0.25 m.

### Cota de inundación

La cota de inundación se estima a partir de las variables de marea meteorológica, marea astronómica y subida del nivel del mar, que tal y como se ha descrito en el epígrafe anterior, en el entorno de las marismas de Santoña será de 0.11m para el año 2025 y 0.25 m para el escenario RCP8.5 en el periodo 2046-2065.

Atendiendo a los resultados del estudio de las condiciones hidrodinámicas en las marismas de Santoña, el factor condicionante de las características hidrodinámicas en el interior del estuario es la marea astronómica que, tal y como se muestra en la Figura 2; tiene un límite superior de rango de marea de 4.88m, siendo el valor del percentil P95 de 4.2m y el valor del percentil P50 de 2.72m.



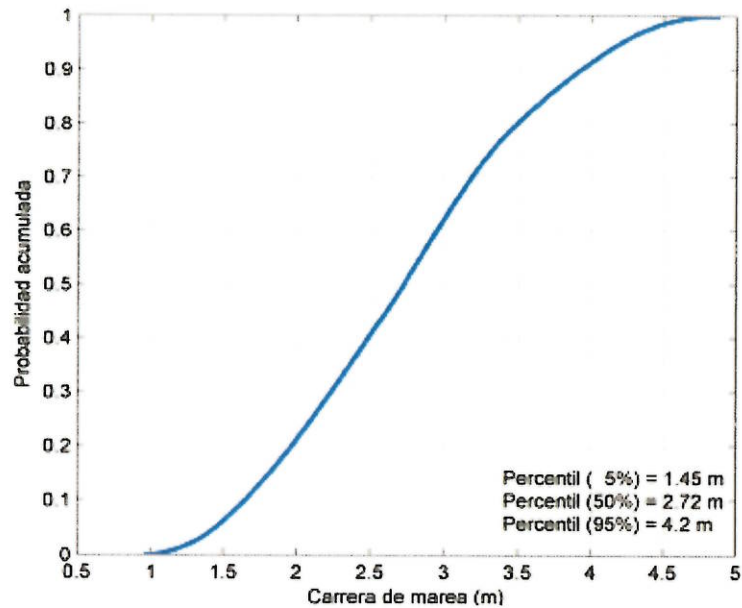


Figura 2. Función de distribución de la carrera de marea astronómica en Joyel (IHCantabria, 2016).

Tal y como se ha enunciado anteriormente, los posibles cambios en la marea meteorológica en el cantábrico debido al cambio climático resultan despreciables frente al incremento del nivel del mar, por lo que la cota de inundación se estima con base en la marea meteorológica actual que, tal y como se describe en el estudio de la dinámica litoral, oscila entre 0.59 y -0.35, con un percentil 95 de 0.18.

Teniendo en cuenta estas premisas, se estima que la cota de inundación en el entorno de las marismas de Santoña en el año 2025 (horizonte contemplado para el análisis de los efectos del cambio climático) en unas condiciones extremas correspondientes al percentil 95 de marea astronómica y meteorológica, será de 2.75m. Por otro lado, en el año 2048 la cota de inundación de las marismas de Santoña será de 2.91 m.

El aumento del nivel del mar produce la inundación de zonas muy concretas del estuario, con un incremento del área inundable, respecto a su situación actual, de aproximadamente 2 ha en el conjunto del sistema estuarino de las marismas de Santoña en el año 2025 (con una cota de inundación máxima de 2.75 m) y de 10 ha en el año 2046 (con una cota de inundación máxima de 2.91m).

El desarrollo del proyecto no modificará las condiciones de inundación asociadas al cambio climático dado que se desarrolla en un área ya inundable en la actualidad que mantendrá su condición de superficie inundable en los diferentes escenarios temporales.

### **Referencias**

IHCantabria, 2012. Cambio Climático en la Costa Española. Ministerio de Ciencia e Innovación. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Subprograma Nacional: Mitigación no energética del cambio climático, Observación del clima y Adaptación al cambio climático.

---

Slangen A.B.A., M. Carson, C.A. Katsman, R.S.W. van de Wal, A. Köhl, L.L.A. Vermeersen, and D. Stammer, 2014. Projecting twenty-first century regional sea-level changes. *Climatic Change*, doi: 10.1007/s10584-014-1080-9.

Wong, P.P., I.J. Losada, J.-P. Gattuso, J. Hinkel, A. Khattabi, K.L. McInnes, Y. Saito, and A. Sallenger, 2014. Coastal systems and low-lying areas. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 361-409.



---


PLANOS



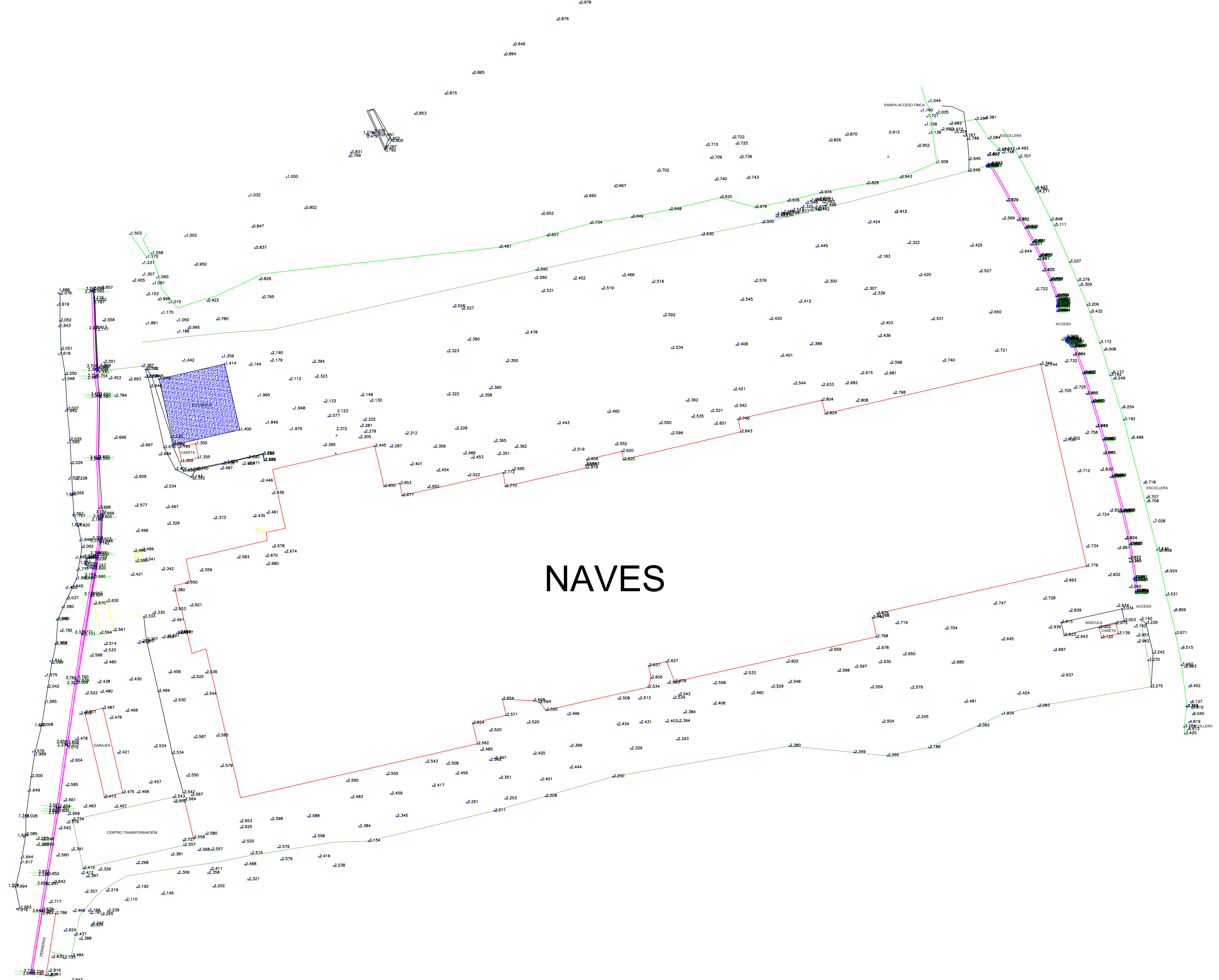


EMPLAZAMIENTO

SITUACIÓN

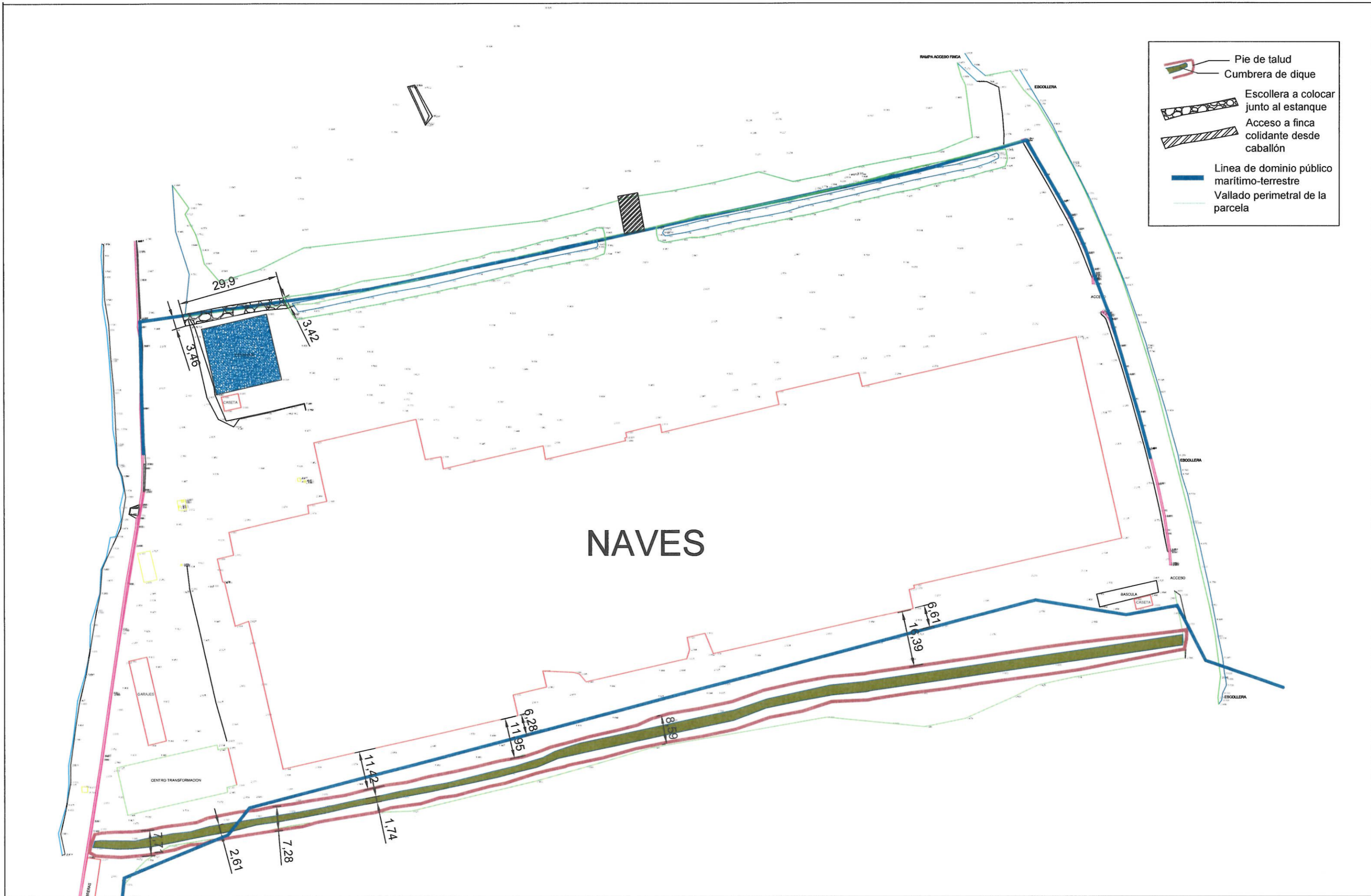
PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)	AUTORES:  Dña. María José Pardo Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485	FECHA: Septiembre 2018	ESCALA: s/n	TITULO PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	Nº PLANO:
	REVISADO:	ORIGINAL: A3			HOJA












# NAVES

PROYECTO: <b>PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN          PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L.          (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)</b>	AUTORES: Dña. María José Pallot Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485	FECHA: <b>Septiembre 2018</b> REVISADO:	ESCALA: s/n ORIGINAL: A1	TITULO PLANO: <b>TOPOGRAFICO</b>	Nº PLANO: HOJA
--	---	---	--------------------------------	-------------------------------------	-------------------

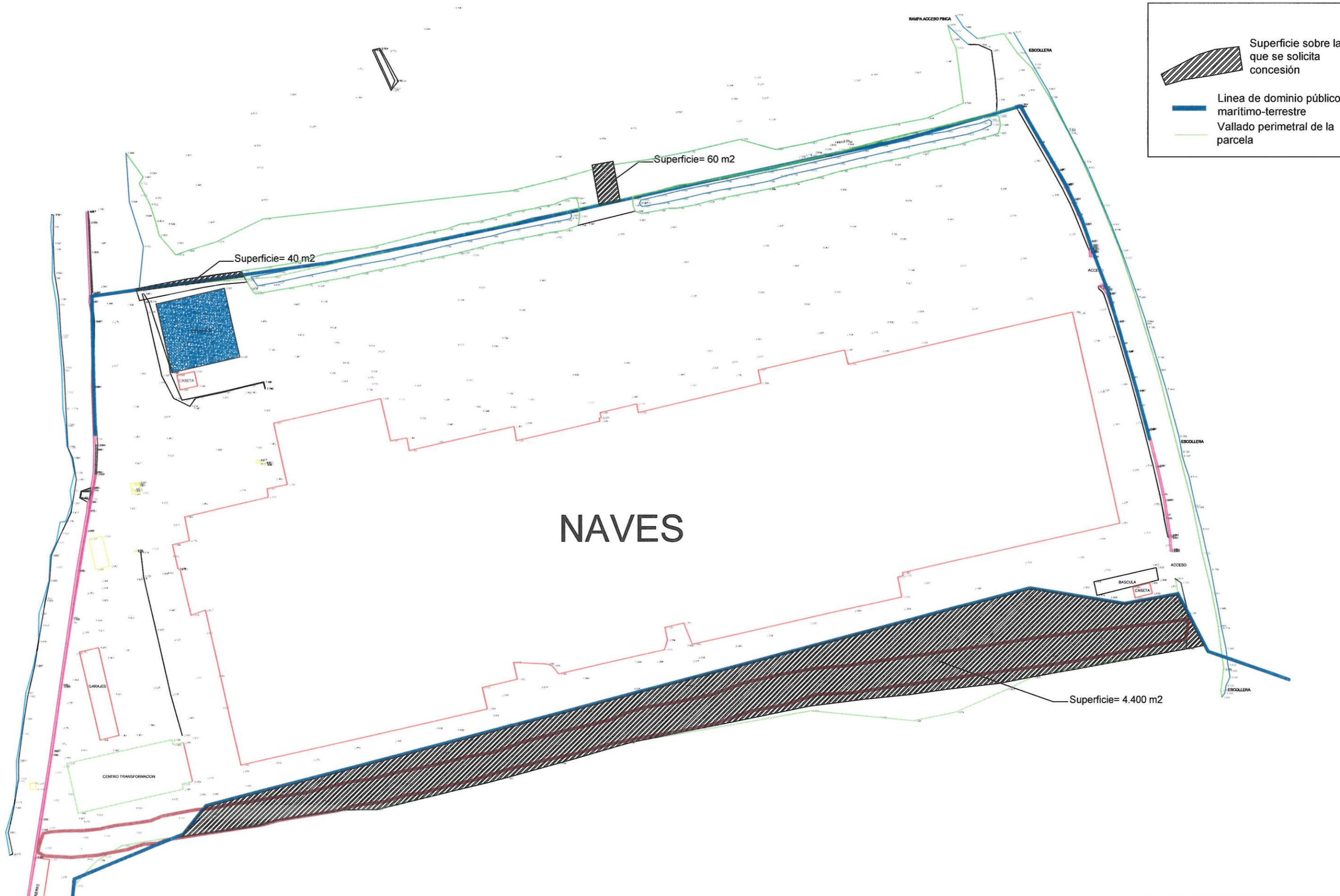


-  Pie de talud
-  Cumbrera de dique
-  Escollera a colocar junto al estanque
-  Acceso a finca colidante desde caballón
-  Linea de dominio público marítimo-terrestre
-  Vallado perimetral de la parcela

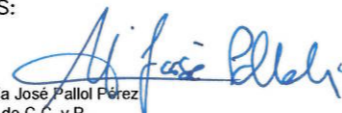
# NAVES

PROYECTO: <b>PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L.</b> (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)	AUTORES:  Dña. María José Pallot Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485	FECHA: Septiembre 2018 REVISADO:	ESCALA: 1:500 ORIGINAL: A1	TITULO PLANO: <h2 style="text-align: center;">PLANTA GENERAL</h2>	N° PLANO: HOJA
--	--	--	----------------------------------	--	-------------------





PROYECTO: **PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)**

AUTORES:  
  
 Dña. María José Pallol Pérez  
 Ingeniero de C.C. y P.  
 Colegiado nº 18.485

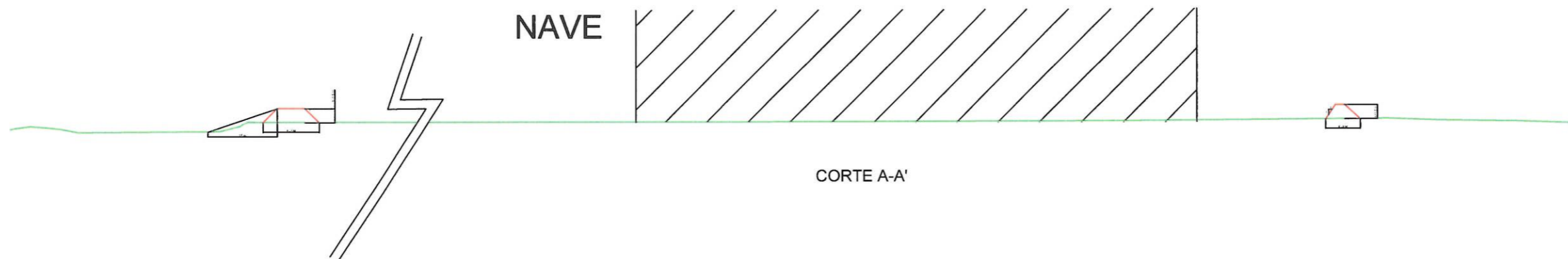
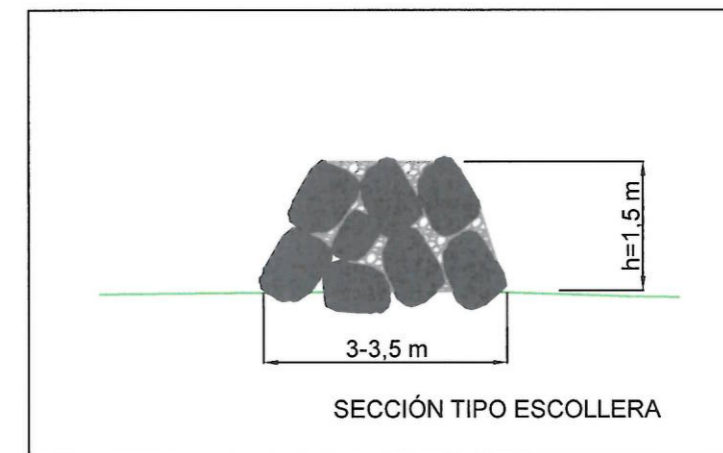
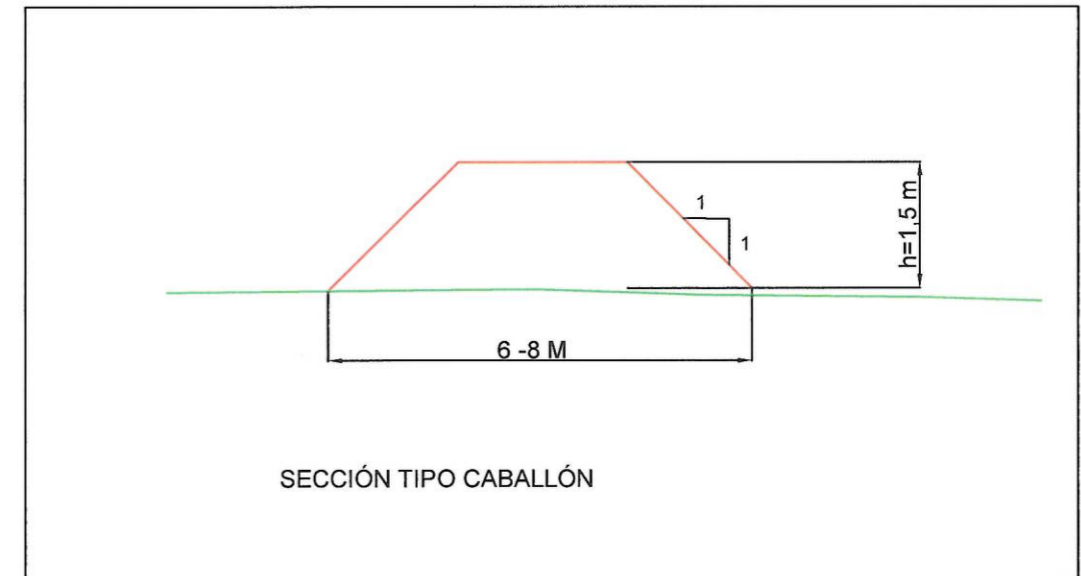
FECHA:  
 Septiembre 2018  
 REVISADO:


ESCALA:  
 1:500  
 ORIGINAL: A1

TITULO PLANO:  
**SUPERFICIE A SOLICITAR CONCESIÓN**

Nº PLANO:  
 HOJA





PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)	AUTORES:  <small>Dña. María José Pallol Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485</small>	FECHA: Septiembre 2018	ESCALA: S/N	TITULO PLANO: SECCIÓN TRANSVERSAL Y DETALLES DEL CABALLÓN	N° PLANO:
		REVISADO:	ORIGINAL: A3		HOJA



---

**PLIEGO**

---

## **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES**

1. Naturaleza de presente Pliego de Prescripciones Técnicas
2. Descripción de las obras
3. Normas generales
4. Seguridad y Salud en el trabajo
5. Conservación del Medio Ambiente
6. Plazo de Garantía
7. Medición de la diversas fases de obra
8. Obras auxiliares
9. Otras unidades
10. Variaciones de dosificaciones
11. Transporte adicional y vertederos
12. Facultativo de la obra, Director de Obra y Dirección de Obra
13. Formación de caballones
14. Unidades de obra no incluidas en este Pliego



---

## PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

### 1. Naturaleza del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

#### Definición:

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que juntamente con las establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, aprobado por O.M. de 6 de Febrero 1.976, (PG-3/75) y a cuya publicación se confiere efecto legal por O.M. de 2 de Julio de 1.976 modificado parcialmente por la O.M. de 21 de Enero de 1.988, (B.O.E. de 3 de Febrero de 1.988) y lo señalado de los Planos del Proyecto, define todos los requisitos Técnicos de las Obras que integran el Proyecto.

El conjunto de ambos Pliegos contiene además la descripción general y localizada de las obras, la procedencia y condiciones que han de cumplir los materiales, las instrucciones para la ejecución, medición y abono de las unidades de obra; constituyendo la norma y guía que ha de regir en el Contrato.

En caso de discrepancia entre ambos Pliegos prevalecerá lo prescrito en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### Aplicación:

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares será de aplicación a la construcción de las obras correspondientes al ***“Proyecto básico de Formación de caballones de defensa en lindero sur en Parque empresarial Costamar s.l. en T.M. de Limpias”***

### 2. Descripción de las obras

En las actuaciones proyectadas, para evitar las afecciones producidas por la variación de cota de marea en la ría de Limpias, se propone para la ejecución de los caballones, en una longitud de aproximadamente 315 m en el caballón sur con sección de entre 6 y 8 m de anchura en su base con una altura de 1,50 m y taludes 1/1.

Dicha actuación incluye las siguientes actividades:

- Limpieza y desbroce en zonas de actuación
- Formación de un relleno a modo de caballón con material adecuado procedente de préstamos en el margen sur de la parcela
- Formación de un acceso a la finca anexa al lindero norte, dese caballón existente
- Extendido de tierra vegetal en protección de taludes
- Formación de escollera en la margen norte junto a la zona de la piscina

- 
- Varios
    - Seguridad y Salud.
    - Gestión de residuos

### 3. Normas generales

El Contratista queda obligado a cumplir cuanto se especifica en este Pliego, la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (13/1.995, de 18 de mayo), el Reglamento General de Contratación del Estado aprobado por Decreto 3.416/1.975 de 25 de Noviembre (BOE 27-XII-75), el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales de 31-XII-1.970 (Decreto 3.854), el de Condiciones Particulares y Económicas que se redacte para la Licitación y cuantas disposiciones vigentes, o que en lo sucesivo lo sean y tengan relación con la legislación laboral y social, con la protección a la Industria nacional y con cualquier aspecto relacionado con la actividad de Construcción que se realice para ejecutar este Proyecto. En caso de discrepancia entre alguna de las disposiciones prevalecerá la de mayor rango legal.

En todo lo no recogido en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se estará a lo dispuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales del Ministerio de Obras Públicas (PG-3), aprobado por O.M. de 6-2-1.976, modificado parcialmente por la O.M. de 21-1-1988, en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, aprobada por Real Decreto 1.247/2.008 de 18 de julio, en la instrucción para la recepción de cementos, aprobado por Real Decreto 256/2016 de 10 de Junio en las Normas y Prescripciones que figuran en los distintos artículos del Pliego.

Así mismo, se ha de tener en cuenta en todo lo que a ella se indica, la ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas (BOE nº181, del 29 de Julio de 19889

#### Programa de trabajos

De conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de Contratación del Estado, así como en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, el Contratista presentará en tiempo y forma el Programa de Trabajos para el desarrollo de las obras de acuerdo con la legislación vigente y que se ajustará a las "Recomendaciones para formular programas de trabajos" publicado por la Dirección General de Carreteras.

En el citado Programa se establecerá el orden a seguir de las obras, el número de tajos y orden de realización de las distintas unidades, debiéndose estudiar de forma que se asegure la mayor protección a los operarios, y al tráfico de la carretera, previéndose la señalización y regulación de manera que el tráfico discurra en cualquier momento en correctas condiciones de vialidad.

El Programa se adecuará a las anualidades que se fijen en la Licitación, salvo que por motivos particulares el Contratista le convenga reducir los plazos programados, con la financiación a su cargo.



---

El Contratista no podrá exigir de la Administración la ocupación de terrenos más que a medida que hayan de ser ocupados según se establezca en el Programa de Trabajos.

#### Permisos y licencias

El Contratista deberá obtener todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras con la excepción de los correspondientes a las expropiaciones de las zonas afectadas y deberá abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos.

#### Protección del tráfico

Mientras dure la ejecución de las obras, se colocarán en todos los puntos donde sea necesario, y a fin de mantener la debida seguridad vial, las señales y el balizamiento preceptivos, de acuerdo con la Norma 8.3.-IC de 31 de Agosto de 1.987 así como con el Código de la Circulación y el Plan de Seguridad y Salud. La permanencia y eficacia de estas señales deberá estar garantizada por los vigilantes que fueran necesarios; tanto las señales como los jornales de éstos últimos, serán de cuenta del Contratista, teniendo éste derecho al abono de la correspondiente partida de acuerdo con el Presupuesto.

La responsabilidad de los accidentes ocurridos por la inobservancia de lo exigido en este Artículo será, por entero, del Contratista, quien deberá, además reparar a su cargo los daños locales en las unidades de obra ejecutadas y sobre las que ha de pasar el tráfico, para garantizar la seguridad vial de éste y dejar la unidad correctamente terminada, teniendo derecho al abono de la partida alzada correspondiente, si está prevista en el Presupuesto.

Las obras se ejecutarán de forma que el tráfico ajeno a las mismas, en las zonas que afecte a carreteras y servicios existentes, encuentre en todo momento un paso en buenas condiciones de vialidad, ejecutándose, si fuera preciso, a expensas del Contratista, viales provisionales para desviarlos.

Observará, además, el Contratista cuantas disposiciones le sean dictadas por el Ingeniero Director de las Obras, encaminadas a garantizar la seguridad del tráfico y acatará todas las disposiciones que dicte el facultativo arriba indicado por sí o por persona en quien delegue con objeto de asegurar la buena marcha del desarrollo de las obras desde este punto de vista.

#### Ensayos

Los ensayos de materiales y de la calidad de ejecución de las obras se realizarán en defecto de las aprobadas por la Dirección General de Carreteras de acuerdo con las Normas de Ensayo del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo; y si alguno de los ensayos previstos no estuviera

---

aún normalizado por dicho Organismo, se realizará conforme a las normas UNE de la A.S.T.M. (American Society for Testing Materials), o la A.A.S.H.O.(American Association of State Highway Officials) DIN, o bien según se detalla en el correspondiente Artículo.

Los ensayos se ejecutarán en los laboratorios que indique el Ingeniero Director de las obras.

**Abono de gastos de ensayos por cuenta del Contratista**

El Contratista de las obras vendrá obligado al abono de los gastos de ensayo que se fijen en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares para la Licitación.

### Pruebas

Antes de la recepción definitiva de las obras y una vez totalmente terminados los trabajos, se llevarán a cabo las correspondientes pruebas de los elementos de obra, con objeto de comprobar su correcta adecuación al fin a que se destinan. Si las pruebas dieran resultado negativo el Contratista deberá hacer los elementos o partes inadecuadas en el plazo que fije el Ingeniero Director de las obras, debiendo realizarse nuevas pruebas a su costa y la reposición de los elementos necesarios hasta la obtención del resultado positivo en las pruebas.

### Gastos de carácter general a cargo del Contratista

Aparte de los gastos que se derivan de las obligaciones generales del Contratista y los que se señalan en los Pliegos de Prescripciones Técnicas, son también de su cuenta los que seguidamente se relacionan:

Gastos de construcción y conservación durante el plazo de utilización de rampas provisionales de acceso a tramos parcial o totalmente terminados; gastos de adquisición de agua y energía; en los casos de resolución de contrato, cualquiera que sea la causa que la motive, los gastos originados por la Liquidación, así como los de la retirada de medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

## **4. Seguridad y salud en el trabajo**

En el Anejo Nº5 de la memoria del presente proyecto se adjunta el preceptivo Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo en cumplimiento del Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre.

Por aplicación del mencionado Decreto, el Contratista, está obligado a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien y contemplen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en el citado Estudio, con las alternativas de prevención que la



---

Empresa Adjudicataria proponga y con la correspondiente valoración económica que no podrá implicar variación de su importe total.

Este Plan de Seguridad y Salud deberá ser presentado antes del inicio de las obras a la Dirección Facultativa de las mismas, quien con su informe lo elevará, para su aprobación, al Servicio correspondiente. El Plan se considerará aprobado una vez que haya sido autorizado por el Órgano competente de conceder la apertura del Centro de Trabajo.

El abono del presupuesto del Estudio citado se realizará de acuerdo con los correspondientes Cuadros de Precios que figuran en el mismo, o en su caso, en los del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo aprobado por la Administración y que se consideran documentos del Contrato a dichos efectos.

## **5. Conservación del Medio Ambiente**

El Contratista prestará atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución de los trabajos, sobre la estética del medio en que se desarrollen las obras.

En tal sentido, cuidará que los árboles, pretilos, edificios, jardines y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, sean debidamente protegidos, en evitación de posibles destrozos que, de producirse, serán subsanados a su costa. Asimismo, el Contratista estará obligado a trasladar los árboles que la Administración considere necesario aprovechar, manteniéndolos vivos durante la duración de las obras.

Asimismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Ingeniero Director de las obras. Estará obligado a colocar los filtros, capas de decantación y elementos de depuración necesarios para mantener los índices de polución por debajo de los límites máximos autorizados por la legislación vigente.

## **6. Plazo de Garantía**

El plazo de garantía será de UN (1) año, contando a partir de la Recepción de las Obras.

## **7. Medición de las diversas fases de obra**

Todas las fases de obra se medirán por las unidades figuradas en el Cuadro de Precios Número 1, y se abonarán las que se hayan ejecutado según las órdenes e instrucciones del Ingeniero Director de las obras a los precios figurados en dicho Cuadro.

---

El Ingeniero Director de las obras, antes de iniciarse los trabajos, señalará al Contratista el proceso que ha de seguirse para la ordenada toma de datos y consiguiente medición de las sucesivas fases de obra.

Sin perjuicio de las particularizaciones que se hagan en este Pliego, el sistema a seguir será tal que no se iniciará una fase de obra sin que previamente esté medida y conformada la anterior. Las formas y dimensiones de las distintas obras a ejecutar, serán las figuradas en los planos incluidos en el Proyecto. Las modificaciones que sobre ellas hayan de introducirse serán ordenadas por escrito, mediante la correspondiente orden de ejecución, por el Ingeniero Director de las obras o persona en quién delegue. En estos casos el Contratista firmará el ENTERADO en el origen que quedará en poder del Ingeniero Director de las Obras, debiendo éste entregar a aquél una copia firmada por dicho Ingeniero Director, o persona en quien delegue.

Finalizada una fase de obra (por ejemplo extracción de tierras de mala calidad en un tramo, cimentación, etc.), y antes de pasar a la fase siguiente, el Contratista habrá de firmar el CONFORME a la medición correspondiente, que inexcusablemente será consecuente con los planos del Proyecto o los entregados por el Ingeniero Director de las obras o persona en quien delegue, con la consiguiente orden de ejecución.

Si el Contratista iniciara la fase de obra siguiente sin haber conformado la fase anterior, se entenderá que presta implícitamente su conformidad a las mediciones del Ingeniero Director de las Obras. Se hace especial advertencia al Contratista de que no será tenida en cuenta reclamación alguna que pueda hacer sobre modificaciones realizadas, aumentos de unidades, cambios en el tipo de unidad, obras complementarias o accesorias, exceso de volúmenes, etc., que no hayan sido ordenados por escrito por el Ingeniero Director de las Obras o persona en quien delegue, sea cualesquiera que sean los problemas o dificultades surgidos durante la construcción de una determinada clase de obra.

El Contratista, antes de comenzar a ejecutar cualquier fase de obra, recabará del Ingeniero Director de las Obras o persona en quien delegue, la correspondiente orden de ejecución firmada por éste. Tan pronto se finalice esa fase de obra, y una vez conformadas las mediciones correspondientes, el Contratista recabará del Ingeniero Director de las obras una copia de dichas mediciones firmadas por dicho Ingeniero Director o persona en quien delegue. Este podrá ordenar, si lo estima oportuno, la paralización de un determinado tajo, hasta tanto el Contratista haya conformado las mediciones de la fase anterior, sin que dicho Contratista tenga derecho a reclamación alguna de daños y perjuicios. Las

BRE

B

parte del Contratista, tendrán carácter de definitivas.

Como consecuencia, no procederá reclamación alguna por parte del Contratista con posterioridad a la conformación de la medición parcial correspondiente, o sobre la medición de una fase de obra en la que se haya iniciado la fase siguiente. Cualquier reclamación que sobre la medición



---

correspondiente pretenda hacer el Contratista, ha de ser efectuada en el acto de la medición parcial y le obliga automáticamente a la paralización del tajo correspondiente.

Si fuera preciso ejecutar unidades de obra no incluidas en el Cuadro de Precios Número 1, previamente se establecerán los precios correspondientes, con la normativa fijada en el Reglamento General de Contratación del Estado. Si el Contratista ejecutase unidades de este tipo sin previo establecimiento del precio correspondiente, se entenderá que presta su conformidad a los precios que "a posteriori" fija la Administración para dichas unidades, sin derecho por tanto a reclamación alguna al respecto.

El medio normal para la transmisión e instrucciones al Contratista, será el Libro de Ordenes que se hallará bajo su custodia en la Oficina de obra.

En cualquier caso la normativa será la obligada por el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.

## **8. Obras auxiliares**

Se entiende y así se hace constar, que el Contratista adjudicatario ha estudiado perfectamente el Proyecto, que ha examinado el terreno con todos sus accidentes y que conoce, perfectamente, todas las dificultades a vencer durante la ejecución de las obras.

Por tanto, todas las obras auxiliares que sea preciso ejecutar para la buena y ordenada ejecución del Proyecto, ya sean ataguías, cimbras, desvíos de ríos, cauces o arroyos, captación de manantiales, limpiezas, defensas contra avenidas, entibaciones, etc., que no se hallen específicamente tratadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o cuyo abono no se prevea en el Presupuesto, será de cargo del Contratista, debiendo entenderse que los precios unitarios de este Proyecto llevan incluidas las partes proporcionales que tales obras auxiliares supongan.

El Contratista deberá, pues, tener en cuenta esta cuestión en el acto de la Licitación.

No tendrá validez ninguna reclamación apoyada en Artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, que signifique una contradicción con lo expresado en este Artículo.

## **9. Otras unidades**

Las unidades no sancionadas en este Pliego y que figuran en el Presupuesto, se ajustarán a lo que definen los Planos y a lo que sobre el particular ordene el Ingeniero Director de las Obras; serán de abono, si son realizadas de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, a los precios que para las mismas figuran en el Cuadro de Precios Número 1.

---

## **10. Variaciones de dosificaciones**

El Contratista estará obligado a modificar las dosificaciones previstas en las unidades si, a la vista de los ensayos, el Director Facultativo de las obras lo estimara conveniente.

No serán de abono los aumentos en dosificación respecto a los previstos en el presupuesto de este proyecto que a los efectos de una mayor resistencia característica, o del cumplimiento de las especificaciones exigidas se produzcan en el empleo de cemento en los hormigones.

## **11. Transporte adicional y vertederos**

Consecuentemente de lo dicho, en el artículo 11 de este Pliego se señala que el concepto incluido más arriba es aplicable al transporte a vertedero en el que no cabrá transporte adicional. Asimismo se señala, de acuerdo con lo allí dicho, que cualquier vertedero deberá ser objeto de autorización precisa por parte de la Dirección de Obra, entendiéndose como gravísimo cualquier incumplimiento de la obligación de solicitar dicha autorización.

## **12. Facultativo de la obra, Director de Obra y Dirección de Obra**

De conformidad con el Vigente Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de las Obras del Estado, ha de entenderse que las funciones que en los diversos Artículos, tanto del presente Pliego como de Prescripciones Técnicas Generales, se asignan al Ingeniero Director de las Obras, han de entenderse referidas al Facultativo de la Administración, Director de Obra, auxiliado por los colaboradores a sus órdenes, que integran la Dirección de Obra.

## **13. Formación de caballones**

### Definición

Consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones, utilizando maquinaria al efecto, además de las operaciones descritas en el artículo 330 del Pliego PG-3/75.

### Materiales

En los núcleos y cimientos de terraplén deberán emplearse suelos tolerables, adecuados o seleccionados. Cuando el núcleo del terraplén pueda estar sujeto a inundación sólo se utilizarán suelos adecuados o seleccionados.

En el caso de empleo en terraplenes de materiales muy heterogéneos procedentes de excavación, deberá efectuar una mezcla suficiente, a juicio del Ingeniero Director, para su empleo en los mismos, o en caso contrario, podrán ser rechazados.



---

En coronación de terraplenes deberán utilizarse suelos seleccionados en un espesor mínimo de 50 cm.

### Ejecución de las obras

La ejecución de esta unidad, incluye el extendido, compactación, humectación y refino de taludes. Cumplirán las prescripciones que para esta unidad de obra se establecen en el artículo 330 del PG-3/75.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos terraplenes se prepararán éstos a fin de conseguir su unión con el nuevo terraplén. Para ello se construirá un sobreebanco no inferior al metro, además del ensanche necesario para la geometría propia de la obra. El contacto del relleno nuevo con el viejo se realizará mediante escalonamiento. De este modo se trata de conseguir una mejor compactación en el borde y una mejor trabazón entre los materiales nuevos y viejos, y en definitiva, un mejor comportamiento solidario del terraplén resultante.

Si en la zona de asiento existen corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el terraplén antes de comenzar su ejecución. El Ingeniero Director dará las normas adecuadas al caso.

### Humectación o desecación

De los ensayos de compactación se deducirá la densidad máxima Proctor y la humedad óptima.

Si los materiales tuvieran exceso de humedad habrán de desecarse al aire o por mezcla con otros más secos, antes de su extendido y compactación.

En todo caso, queda a juicio del Ingeniero Director la utilización y el procedimiento a seguir en caso de materiales con exceso de humedad.

### Compactación

En la coronación de los terraplenes la densidad que se alcance no será inferior a la máxima obtenida en el ensayos Proctor Normal. En los cimientos y núcleos de terraplenes la densidad que se alcance no será inferior al noventa y cinco por ciento (95%) a la máxima obtenida en dicho ensayo.

### Medición y abono

Los terraplenes se medirán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente medido en obra sobre los Planos de perfiles transversales y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios nº 1.

---

#### 14. Unidades de obra no incluidas en este Pliego

Las unidades de obra que no se hayan incluido y señalado específicamente en este Pliego, se ejecutarán de acuerdo a lo sancionado por la costumbre como reglas de buena práctica en la construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Director de las Obras.

Serán de aplicación cuantas especificaciones al respecto señalen los Reglamentos, Normas e Instrucciones vigentes y, en caso de contradicción entre ellas, la señalada por el Director de las Obras.

Santander, Septiembre 2018

El Facultativo Autor del Proyecto



Fdo.: MARIA JOSE PALLOL PÉREZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 18485



---

**PRESUPUESTO**





---

**Resumen de presupuesto**

<b>CAPITULO</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>EUROS</b>
01	FORMACION DE CABALLONES DE DEFENSA EN LINDERO SUR COSTAMAR	36.609,36
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>46.218,85</b>
	21,00 % I.V.A.	7.687,97
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>44.297,32</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUARENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

Santander, Septiembre de 2.018

El Facultativo Autor del Proyecto



Fdo.: MARIA JOSE PALLOL PÉREZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 18485



**ACTUACIONES PARA FORMACIÓN DE  
CABALLONES EN PARQUE EMPRESARIAL  
COSTAMAR S.L. EN BARRIO COSTAMAR.  
Respuesta a la Demarcación de Costas  
N/REF: S-6/25 CNC02/18/39/0032 JAO/MB**

**(T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)**

**SANTANDER, OCTUBRE DE 2018**



Respuesta a la Demarcación de Costas  
N/REF: S-6/25 CNC02/18/39/0032 JAO/MB

## RESPUESTA A ESCRITO DE LA DEMARCACIÓN DE COSTAS EN CANTABRIA

Con fecha de 01 de octubre de dos mil dieciocho se remitió por parte de la Demarcación de Costas respuesta a la documentación presentada con fecha 24/09/2018 para la solicitud de concesión para formación de caballones en defensa de parcela industrial en Costamar, en el T.M de Limpias

En la respuesta se indicaba lo siguiente:

1. *La justificación de la ocupación solicitada en el lindero sur se fundamenta en la antigüedad de las ocupaciones y un cuestionamiento extemporáneo del deslinde aprobado. A este respecto, debe tenerse en cuenta que el artículo 8 de la Ley de Costas dispone que no se admitirán más derechos sobre el dominio público marítimo-terrestre que los de uso y aprovechamiento adquiridos de acuerdo con la propia ley, careciendo de todo valor obstativo frente al dominio público las detenciones privadas, por prolongadas que sean en el tiempo, y aunque aparezcan amparadas por asientos del Registro de la Propiedad.*

*Por consiguiente, la justificación de la ocupación que se solicita en concesión debe basarse en los criterios definidos en la Ley de Costas, que tienen su desarrollo en el artículo 61 del Reglamento General de Costas: este artículo determina que solo se podrá permitir la ocupación del dominio público marítimo-terrestre para aquellas actividades o instalaciones que, por su naturaleza, no puedan tener otra ubicación (incluyendo las que, por la configuración física del tramo de costa en que resulte necesario su emplazamiento, no puedan ubicarse en terrenos colindantes con dicho dominio); en todo caso, la ocupación deberá ser la mínima posible.*

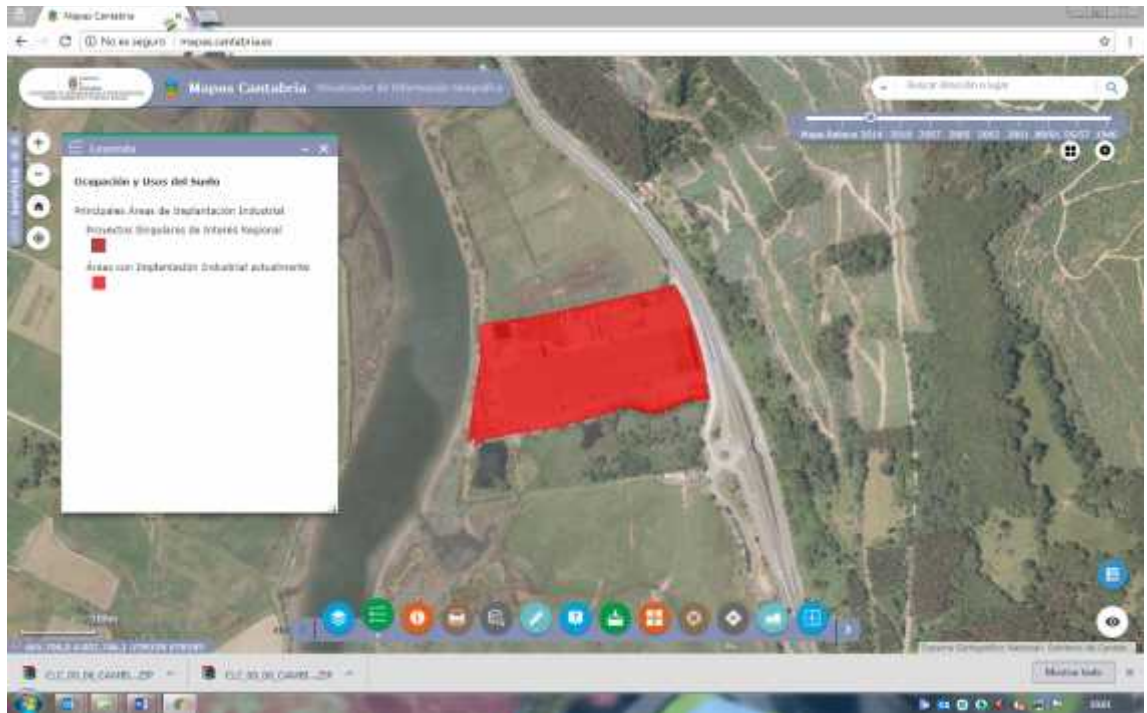
*Teniendo en cuenta lo anterior, debe reconsiderarse la ocupación solicitada en el lindero sur, que se refiere a una franja de terreno de anchura variable respecto al deslinde. El proyecto debe justificar que la ocupación solicitada es la mínima necesaria para los objetivos de protección que se pretenden: para ello, y de acuerdo con lo previsto en el artículo 88.b del Reglamento General de Costas, debe completarse con planos de perfiles transversales que definan las cotas actuales del terreno, la altura de protección que se pretende conseguir, y el talud propuesto en función de las condiciones del material de relleno; asimismo, deben contemplarse posibles alternativas como la ejecución de muros de distintas tipologías y materiales que puedan requerir una menor ocupación del dominio público.*

2. *Igualmente, y por los mismos motivos señalados, debe contemplarse la alternativa de ejecutar el muro de escollera que se solicita en el lindero norte hacia el interior de la balsa existente en la finca; en caso de imposibilidad justificada de esta alternativa, debe completarse el proyecto con una definición completa del muro, incluyendo un plano de planta detallado con representación del deslinde y un plano de sección-tipo que complete su definición geométrica, así como un anejo de cálculo que justifique su*



estabilidad. De la misma forma, debe completarse la información relativa a la rampa de acceso prevista en el lindero norte con planos de alzado o sección que definan su geometría, y definirse los materiales que constituirán su pavimento y el tratamiento previsto para los taludes.

3. De acuerdo con lo previsto en el citado artículo 88.b del Reglamento General de Costas, el proyecto debe incorporar un plano de emplazamiento a escala mínima 1/5.000, que recoja la clasificación y usos urbanísticos del entorno, así como el deslinde y la ocupación solicitada.



4. El proyecto afecta a terrenos incluidos en la Red Natura 2000 y en el Parque Natural de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel, pero no incluye ningún documento ambiental. El artículo 88.e del Reglamento General de Costas establece que, en estos casos, el proyecto debe incluir un estudio bionómico referido al ámbito de actuación prevista, y a un entorno de 500 metros de anchura mínima. Debe incorporarse esta documentación o, en su defecto, un certificado de compatibilidad de las actuaciones con el régimen del espacio protegido emitido por su organismo gestor.

Se procede, a continuación a la subsanación de la solicitud documentación solicitada.

**Punto 1. Justificación de ocupación solicitada mínima posible. Posibles alternativas**

Tal y como se indica en el punto 1 del apartado anterior la ocupación solicitada debe ser la mínima necesaria para los objetivos de protección que se pretenden por ello se ha redefinido el caballón con una menor anchura tanto en la base como en la coronación. Además se solicita la concesión de lo estrictamente ocupado por el caballón en su base siendo ahora la superficie a solicitar para la concesión de 1.428 m<sup>2</sup>.

La ubicación en planta del caballón se ha realizado, teniendo en cuenta que es necesario dejar un vial de aproximadamente 12 m de anchura mínima que permita el tráfico y el acceso de camiones hacia el interior de las naves. En el Anexo I. Planos , se incluye un plano de planta con la disposición del nuevo caballón



La ocupación del DPMT, por parte del caballón tiene como objetivo, la protección del interior tanto de la parcela como de las instalaciones, la maquinaria y la mercancía que se encuentra en el interior de las mismas, frente a las inundaciones producidas por las variaciones de cota de marea en la ría de Limpias.

El caballón, según las zonas tal y como se puede comprobar en los perfiles transversales incluidos en el Anexo I. Planos, tendrá una cota en coronación comprendida entre 3,70 y 3 m , con una altura máxima de 2 metros. En la base la anchura del caballón oscila entre El talud empleado para el material empleado es un talud 1:1 aproximadamente

Para la ejecución del caballón se emplean materiales existentes en la parcela y materiales provenientes de la retirada de un dique que ha realizado en Cicero El material retirado de dicho dique es un material de todo uno de escombros de cantera y material arcillosos, tal y como se aprecia en las fotos.



Dique retirado en Cicero, procedencia del material



Como alternativas, para la ejecución de dichas protecciones se pueden plantear dos opciones :

- Opción 1: Muro de escollera de 2 metros de altura, con una anchura en la base de aproximadamente 3-3,5 m y talud 1:2 (H:V).
- Opción 2: Muro de bloque de hormigón de 40\*20\*20 de 20 cm de espesor con armado 4 Ø8 C/30 cm y zapata de 1,50 m de anchura y 30 cm de espesor
- Opción 3: Muro de hormigón de 2 metros de altura y 30 cm de espesor , con una zapata corrida de 1,5 m y 0,35 m de espesor

Cualquiera de esta opciones presenta una menor ocupación del DPMT, pero supone un mayor coste además de presentar un mayor impacto visual y medioambiental , ya que como se ha planteado al Parque Natural de Las Marismas de Santoña, los taludes del caballón se revegetarán quedando el mismo más integrado en el entorno. La actuación del caballón y posterior revegetación de los taludes del mismo se ha informado favorablemente por parte del Parque Natural de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel.

### **Punto 2. Justificación de muro de escollera y acceso en lindero norte.**

Se propone sustituir el muro de escollera del lindero norte situado junto a la balsa por un muro de hormigón, por lo que ya no será necesario pedir la concesión, ya que el mismo queda fuera del DPMT. Si que se dispondrán varios tubos para desagüe de la balsa, cuya ocupación en planta es de aproximadamente 30 m2 de los cuales 14 m2 quedan fuera de la parcela, ocupando el DPMT. Se solicita por ello la concesión de esos 14 m2 para implantación de desagüe de la balsa existente. En el Anexo I. Planos, se incorpora dicha ocupación.

En cuanto al acceso del lindero norte finalmente no se ejecuta dejando las caballones interrumpidos.

### **Punto 3. Incorporación de planos de emplazamiento**

El planeamiento vigente del municipio de Limpas son las Norma Subsidiarias del Término Municipal de Limpas aprobadas con fecha 19 de junio de 1989.

En dicha normativa, solo se clasifica el suelo entre suelo urbano, suelo apto para urbanizar y suelo no urbanizable. Se adjunta el plano Clasificación del suelo I. Sistema general de Comunicaciones de las Normas Subsidiarias a escala 1/5000, en el cual el suelo se encuentra clasificado como Suelo Se adjunta asimismo documento gráfico, obtenido de la página mapas cantabria en el cual se define como Suelo Rústico de Especial protección

Se adjunta plano a escala 1/5000 de uso de la parcela dentro de Parque de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel.

Se adjunta un plano de emplazamiento a escala 1/5000 con el deslinde y la ocupación solicitada, tanto en el lindero norte como en el lindero sur

### **Punto 4. Documento ambiental**

Se adjunta en el Anexo II. el informe favorable emitido por el Parque Natural de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel en el cual se indica que la actuación planteada es compatible con los objetivos de conservación de la Red de Espacios

Naturales Protegidos de Cantabria, según lo dispuesto en la Ley 4/2006 de Conservación de la Naturaleza de Cantabria, así como al cumplimiento de las condiciones en él detalladas.



## **ANEXO I. Planos**

**Plano de planta 1/500. Original A1**

**Perfiles transversales. Escala 1/200**

**Plano de emplazamiento. Escala 1/5000**

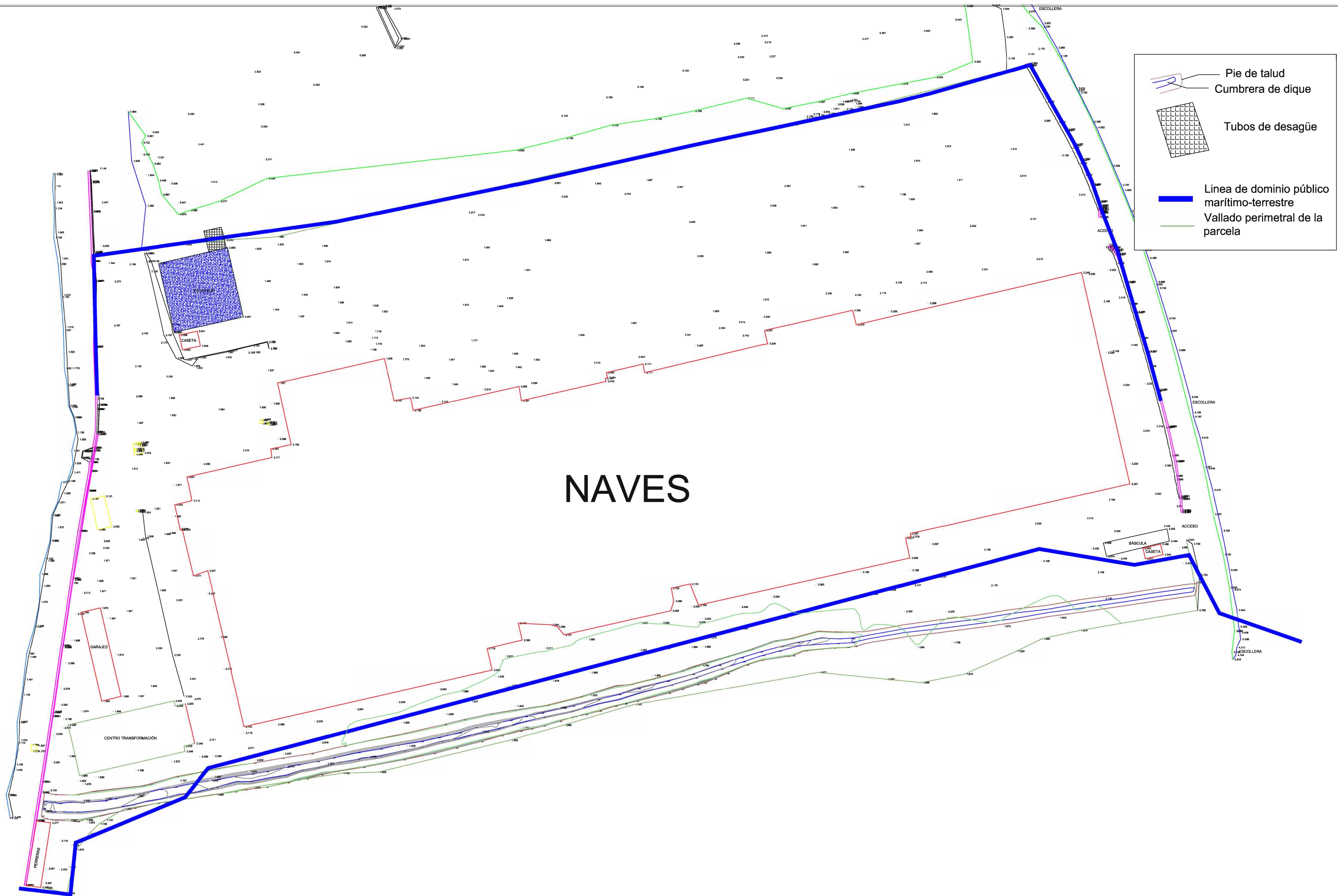
**Plano de clasificación del suelo. Escala 1/5000. Normas Subsidiarias de Limpías**

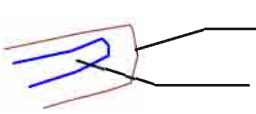
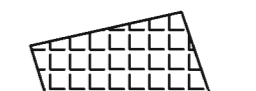
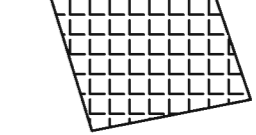


**Plano de clasificación urbanística del suelo. Escala 1/5000**

**Plano de uso de la parcela dentro del Parque Natural de la parcela dentro del Parque Natural de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel. Escala 1/5000**

**Plano de deslinde y ocupación solicitada. Escala 1/500. Original A1**



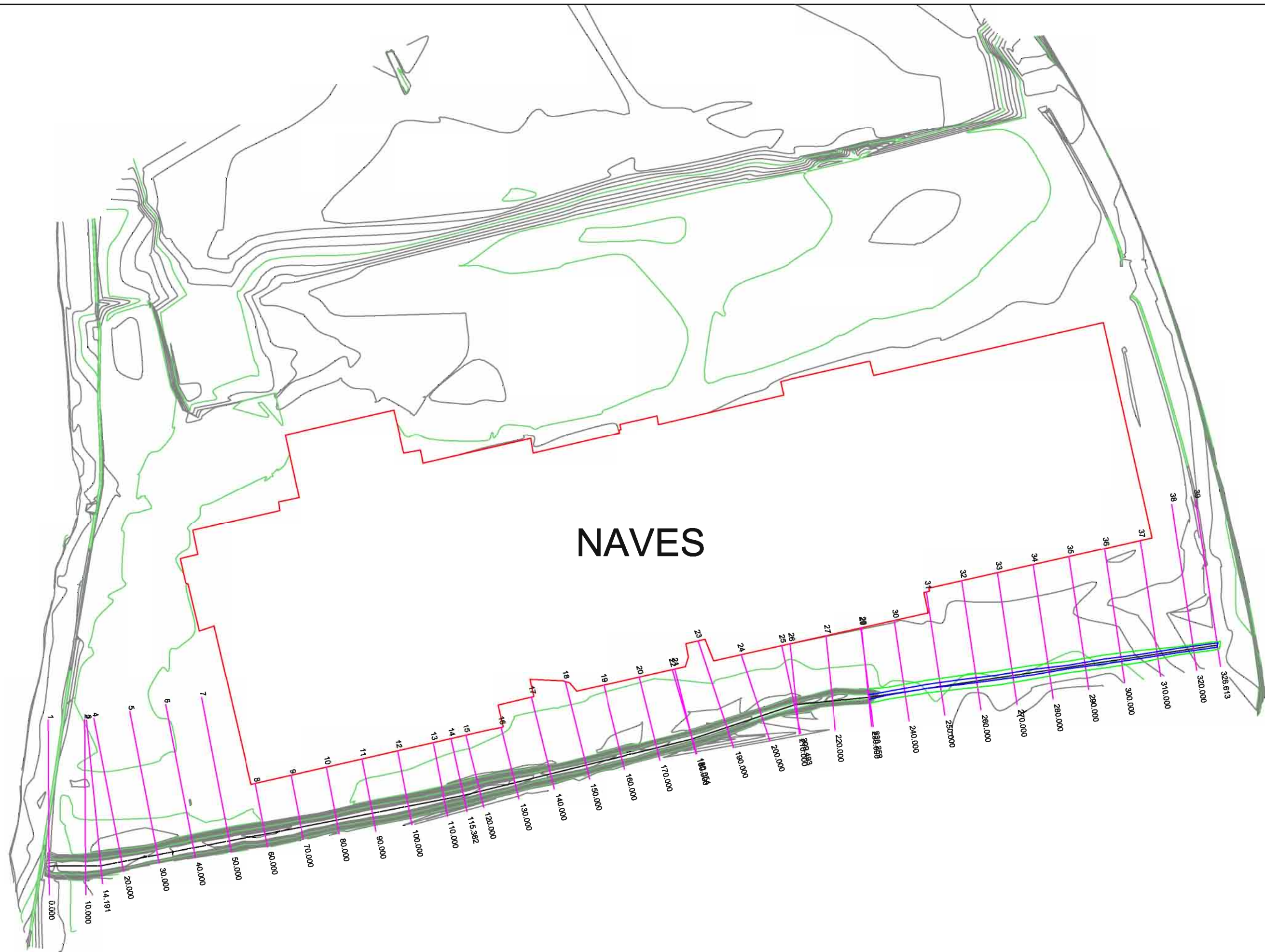


 Pie de talud  
 Cumbre de dique  
 Tubos de desagüe  
 Línea de dominio público marítimo-terrestre  
 Vallado perimetral de la parcela

# NAVES

PROYECTO: <b>PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN          PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L.          (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)</b>	AUTORES:  Dña. María José Pallol Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485	FECHA: <b>Octubre 2018</b>	ESCALA: <b>1:500</b>  ORIGINAL: A1	TITULO PLANO: <b>PLANTA GENERAL</b>	N° PLANO:
		REVISADO:			HOJA





PROYECTO: **PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)**

AUTORES:  
 Dña. María José Pallol Pérez  
 Ingeniero de C.C. y P.  
 Colegiado nº 18.485

FECHA:  
 Octubre 2018

REVISADO:

ESCALA:  
 1:1000

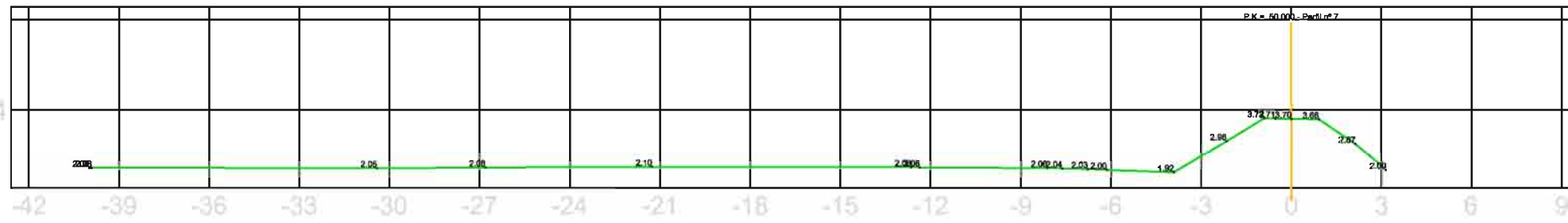
ORIGINAL: A3

TITULO PLANO:  
**PERFILES TRANSVERSALES.  
 PLANO GUIA**

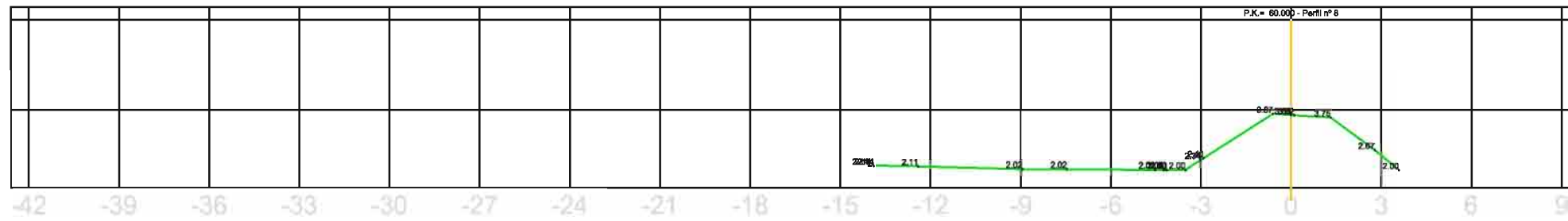
Nº PLANO:

HOJA 1\_1

Z=3.697



Z=3.625



Z=3.716



PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN  
 PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L.  
 (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)

AUTORES:  
 Dña. María José Pallol Pérez  
 Ingeniero de C.C. y P.  
 Colegiado nº 18.485

FECHA:  
 Octubre 2018  
 REVISADO:

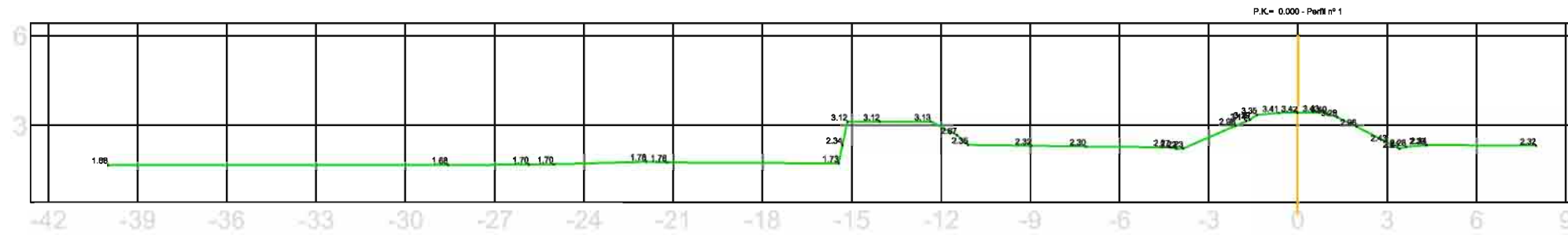
ESCALA:  
 1:200  
 ORIGINAL: A3

TITULO PLANO:  
 PERFILES TRANSVERSALES

Nº PLANO:  
 HOJA 3\_13



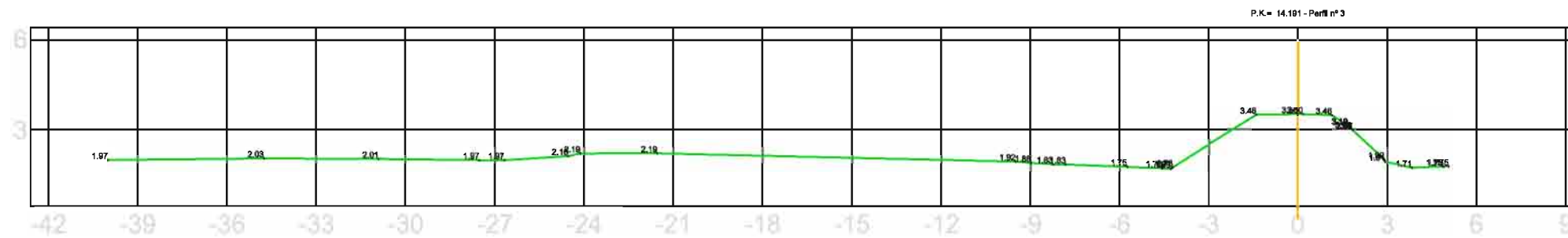
Z=3.419



Z=3.458



Z=3.498



Z=3.488

PROYECTO: **PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)**

AUTORES:  
Dña. María José Pallol Pérez  
Ingeniero de C.C. y P.  
Colegiado nº 18.485

FECHA:  
Octubre 2018

REVISADO:

ESCALA:  
1:200

ORIGINAL: A3

TITULO PLANO:  
**PERFILES TRANSVERSALES**

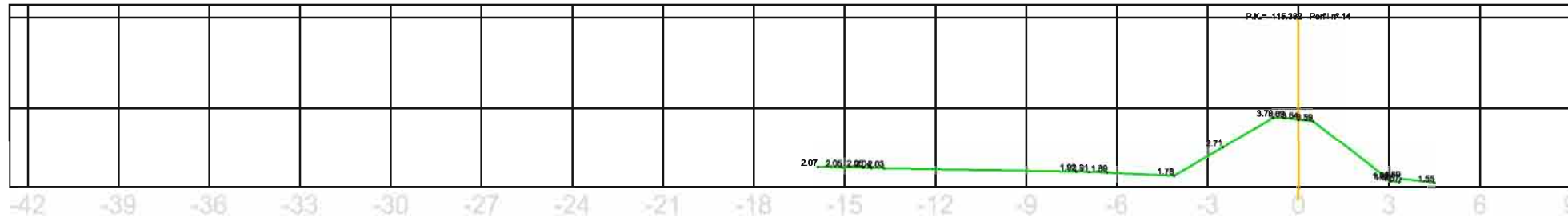
Nº PLANO:

HOJA 1\_13

Z=3.869



Z=3.642



Z=3.565



PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)

AUTORES:  
Dña. María José Pallol Pérez  
Ingeniero de C.C. y P.  
Colegiado nº 18.485

FECHA: Octubre 2018  
REVISADO:

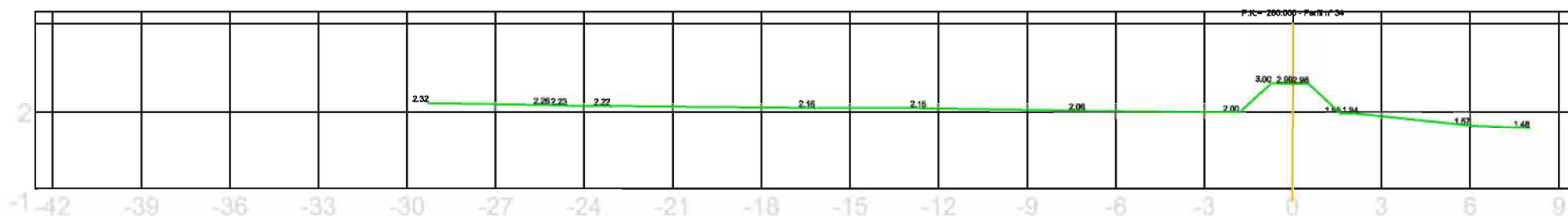
ESCALA: 1:200  
ORIGINAL: A3

TITULO PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

Nº PLANO:  
HOJA 5\_13



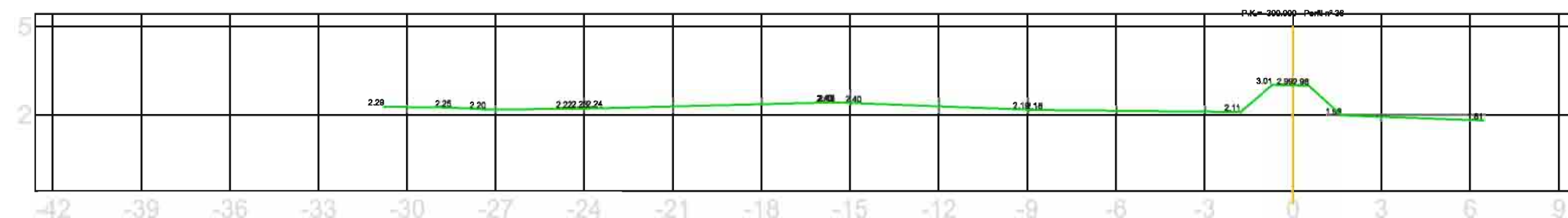
Z=1.873



Z=1.884



Z=2.045



PROYECTO: **PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)**

AUTORES:  
Dña. María José Pallol Pérez  
Ingeniero de C.C. y P.  
Colegiado nº 18.485

FECHA:  
Octubre 2018

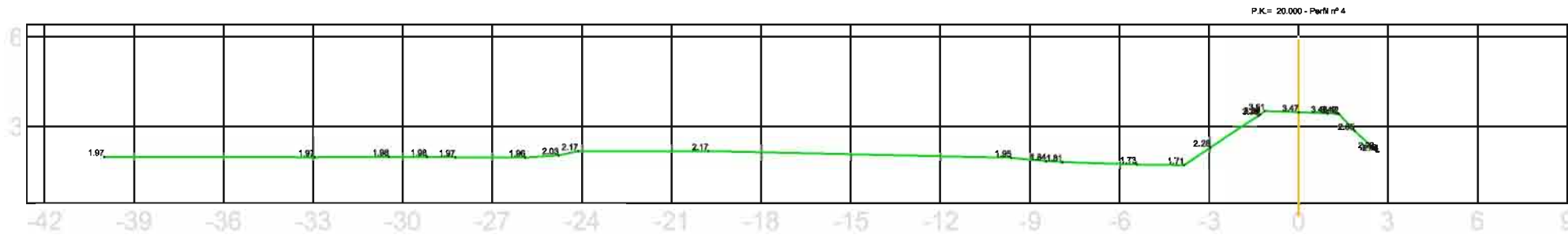
REVISADO:

ESCALA:  
1:200  
ORIGINAL: A3

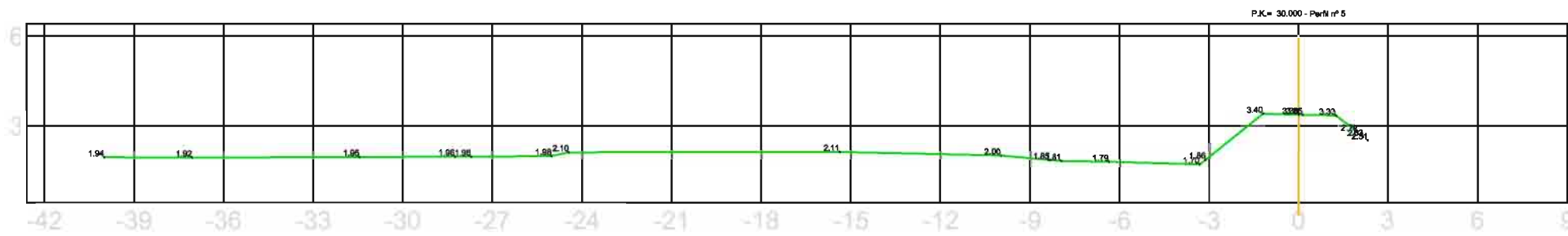
TITULO PLANO:  
**PERFILES TRANSVERSALES**

Nº PLANO:  
HOJA 12\_13

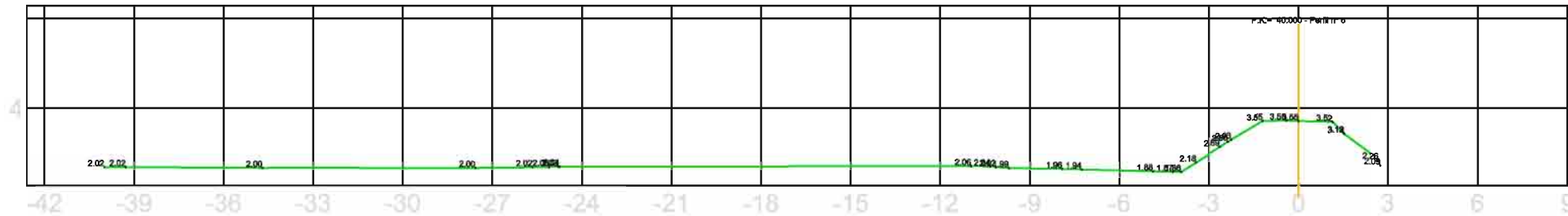
Z=3.468



Z=3.358



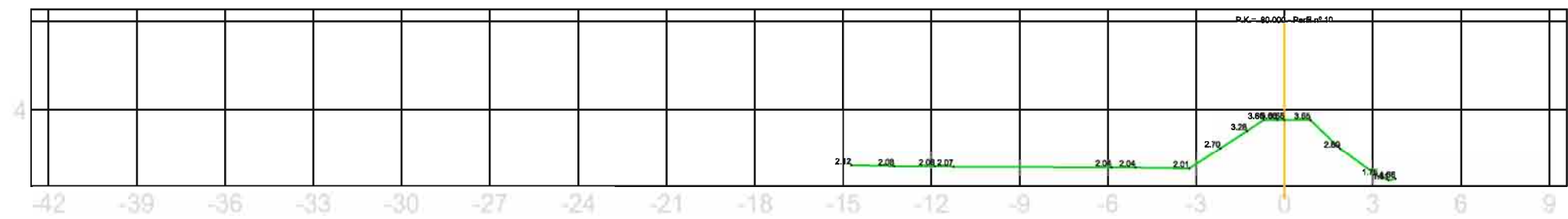
Z=3.547



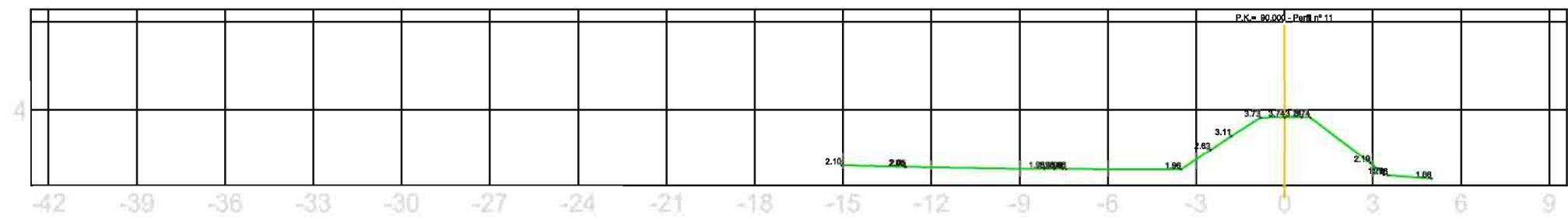
PROYECTO: <b>PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)</b>	AUTORES: Dña. María José Pallol Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485	FECHA: Octubre 2018	ESCALA: 1:200  ORIGINAL: A3	TITULO PLANO: <b>PERFILES TRANSVERSALES</b>	N° PLANO:
		REVISADO:			HOJA <b>2_13</b>



Z=3.655



Z=3.739



Z=3.664



PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)

AUTORES:  
Dña. María José Pallol Pérez  
Ingeniero de C.C. y P.  
Colegiado nº 18.485

FECHA:  
Octubre 2018

REVISADO:

ESCALA:  
1:200

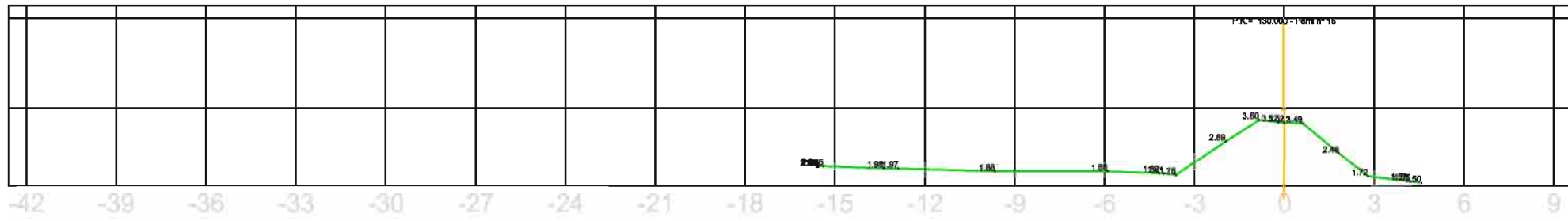
ORIGINAL: A3

TITULO PLANO:  
PERFILES TRANSVERSALES

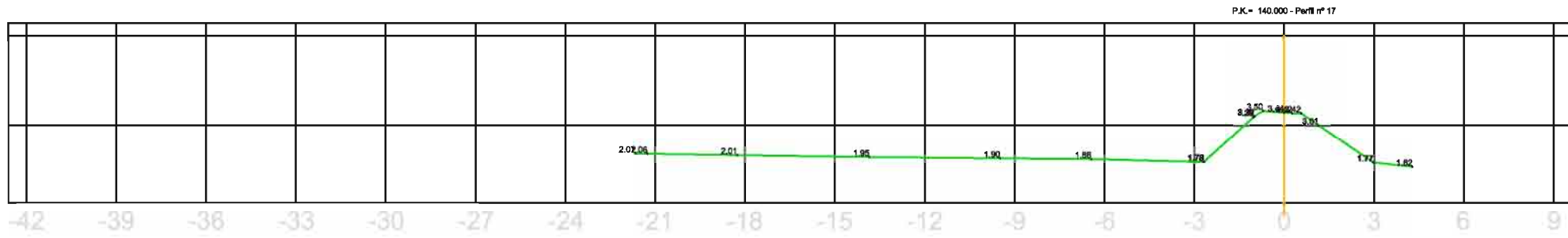
Nº PLANO:

HOJA 4\_13

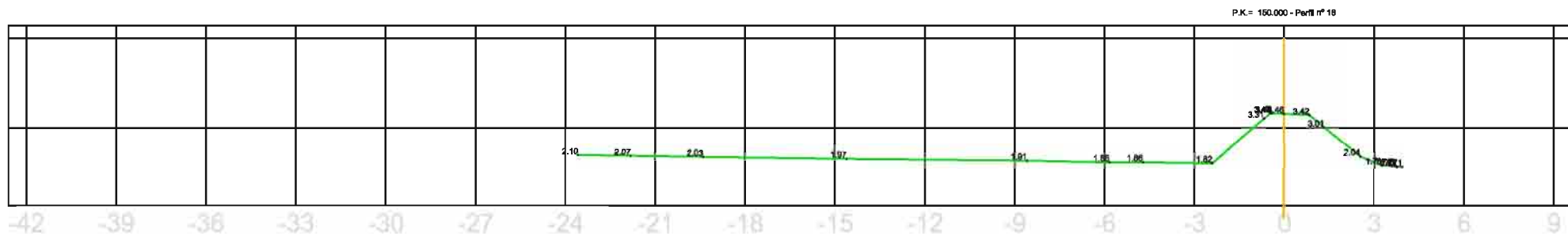
Z=3.515



Z=3.440



Z=3.485



PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)

AUTORES: Dña. María José Pallol Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485

FECHA: Octubre 2018

REVISADO:

ESCALA: 1:200

ORIGINAL: A3

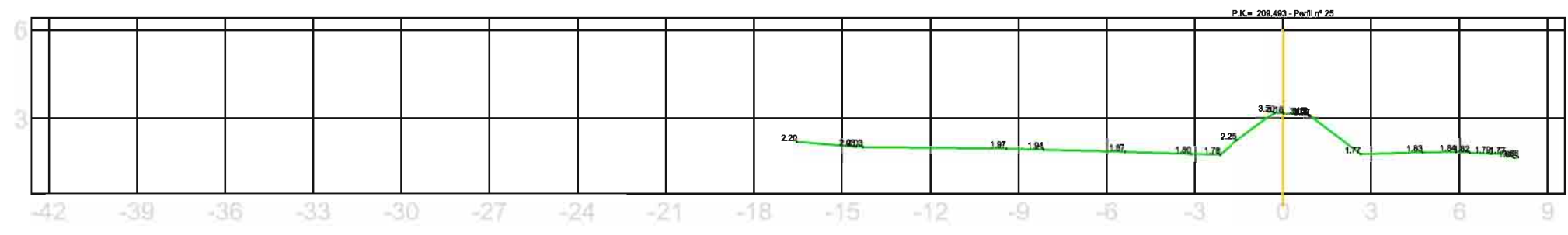
TITULO PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

Nº PLANO:

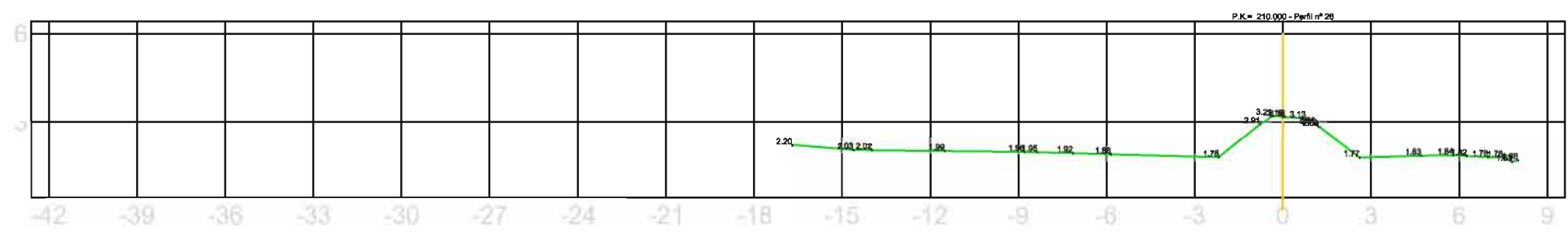
HOJA 6\_13



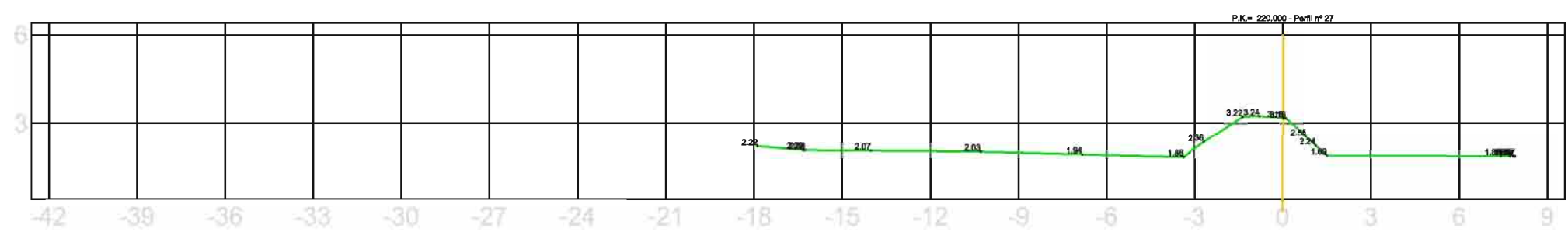
Z=3.180



Z=3.183

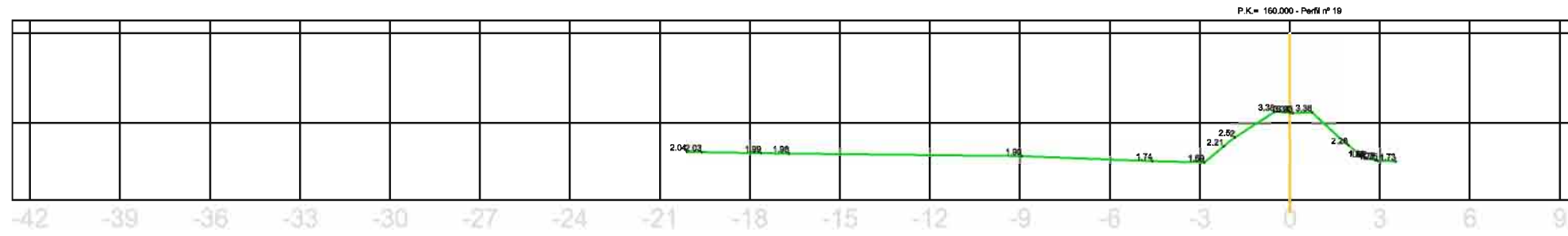


Z=3.182



PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)	AUTORES:  Dña. María José Pallol Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485	FECHA: Octubre 2018	ESCALA: 1:200  ORIGINAL: A3	TITULO PLANO:  PERFILES TRANSVERSALES	N° PLANO:
		REVISADO:			HOJA 9_13

Z=3.340



Z=3.309



Z=3.293



PROYECTO: **PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)**

AUTORES:  
Dña. María José Pallol Pérez  
Ingeniero de C.C. y P.  
Colegiado nº 18.485

FECHA:  
Octubre 2018

REVISADO:

ESCALA:  
1:200

ORIGINAL: A3

TITULO PLANO:  
**PERFILES TRANSVERSALES**

Nº PLANO:

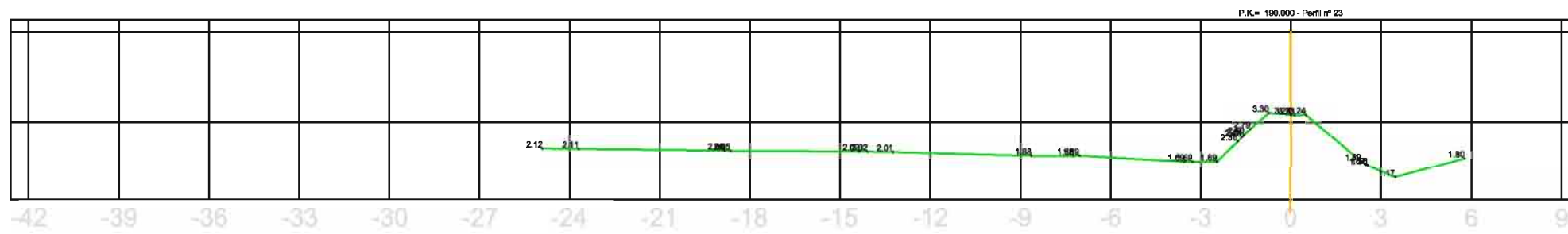
HOJA 7\_13



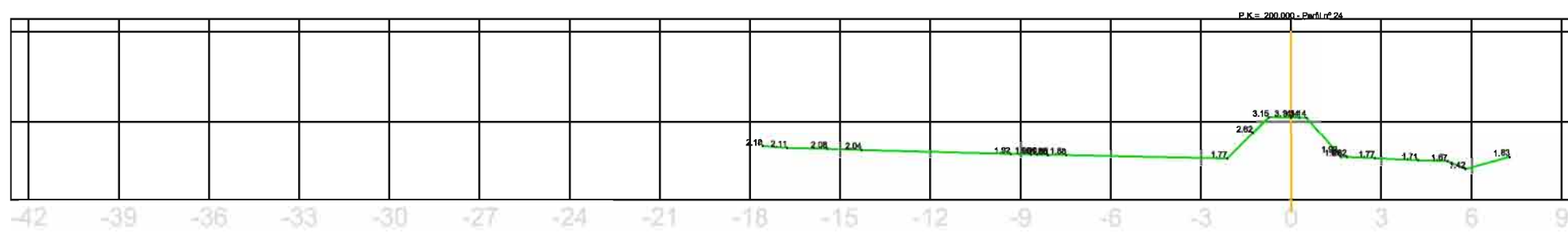
Zi=3.292



Zi=3.241



Zi=3.140



PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)

AUTORES: Dña. María José Pallol Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485

FECHA: Octubre 2018  
REVISADO:

ESCALA: 1:200  
ORIGINAL: A3

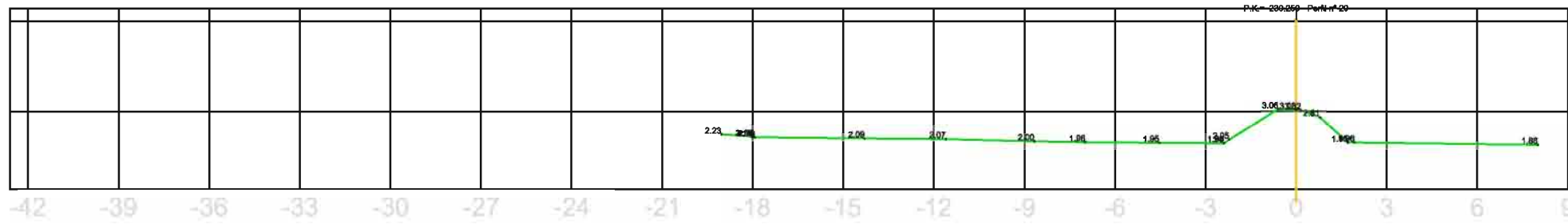
TITULO PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

Nº PLANO:  
HOJA 8\_13

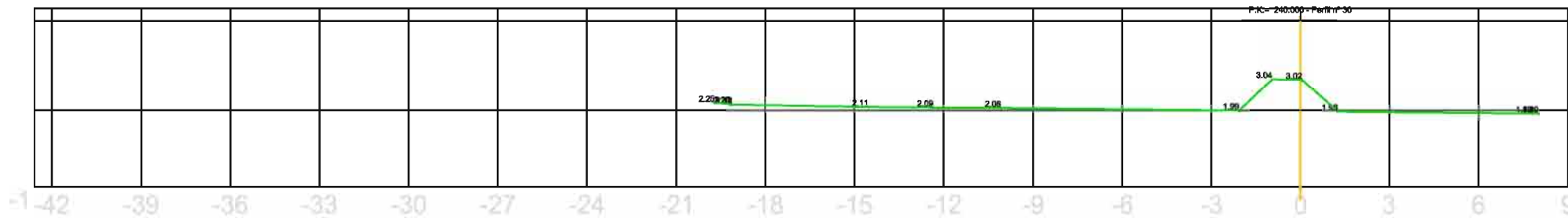
ZI=3.020



ZI=3.029



ZI=1.971



PROYECTO: **PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)**

AUTORES:  
Dña. María José Pallol Pérez  
Ingeniero de C.C. y P.  
Colegiado nº 18.485

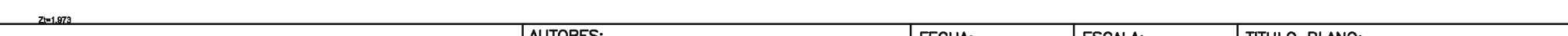
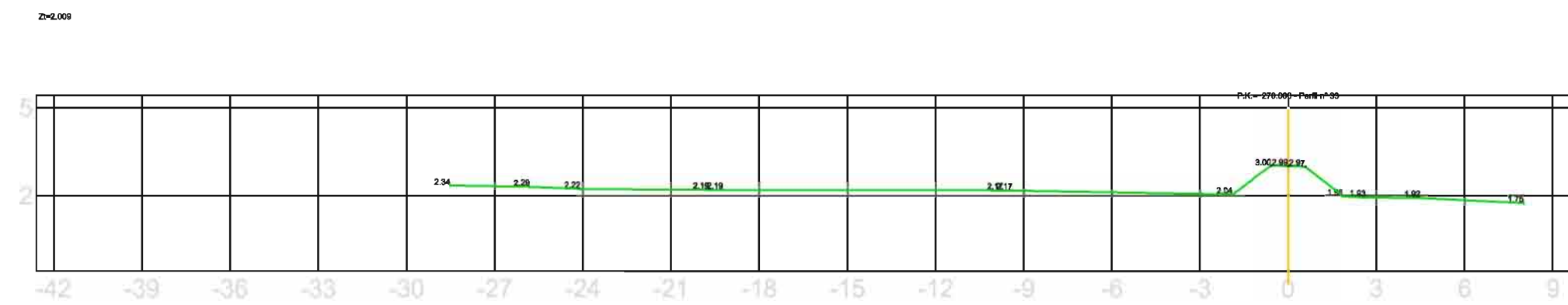
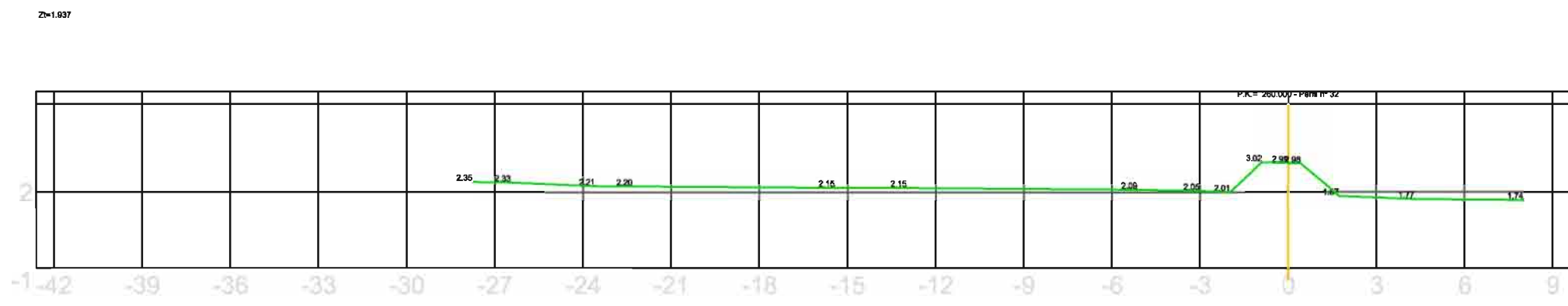
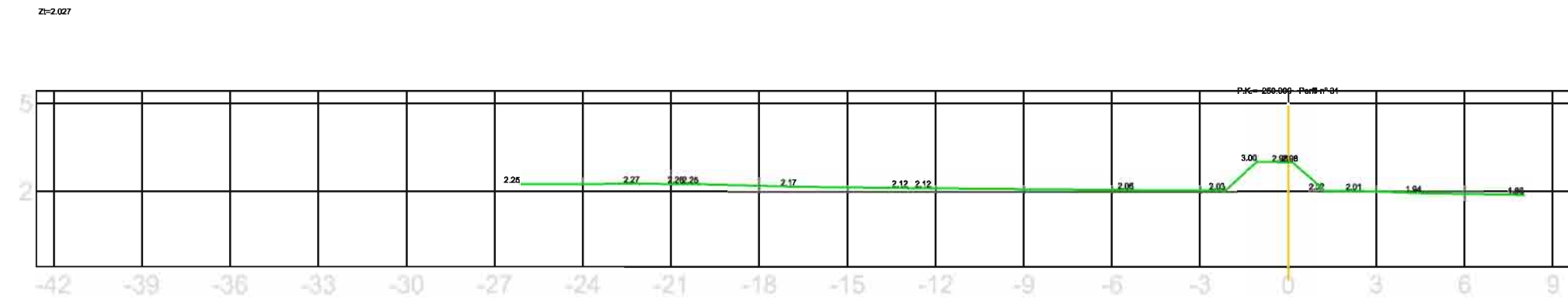
FECHA:  
Octubre 2018  
REVISADO:

ESCALA:  
1:200  
ORIGINAL: A3

TITULO PLANO:  
**PERFILES TRANSVERSALES**

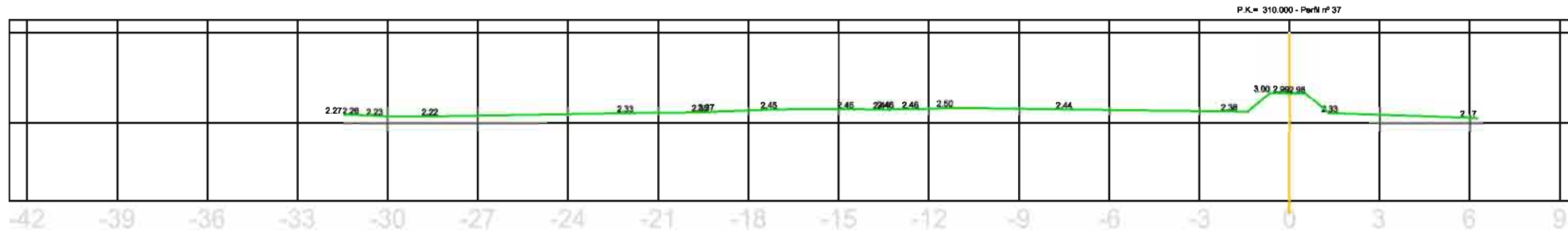
Nº PLANO:  
HOJA 10\_13



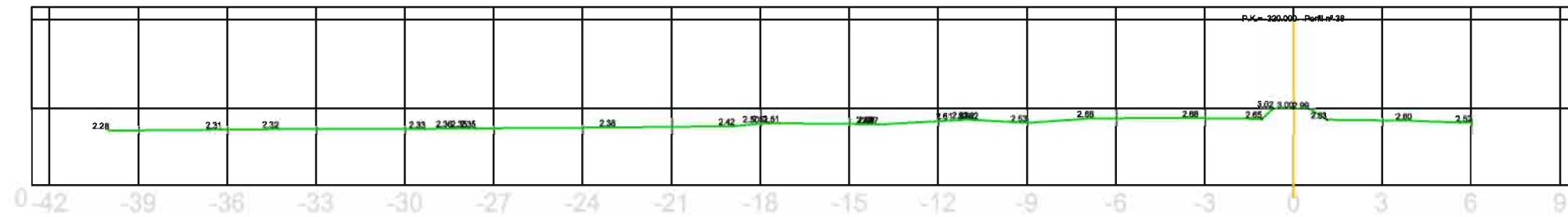


<b>PROYECTO:</b> PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)	<b>AUTORES:</b>  Dña. María José Pallol Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485	<b>FECHA:</b> Octubre 2018	<b>ESCALA:</b> 1:200  ORIGINAL: A3	<b>TITULO PLANO:</b>  PERFILES TRANSVERSALES	<b>N° PLANO:</b>
		<b>REVISADO:</b>			<b>HOJA</b> 11_13

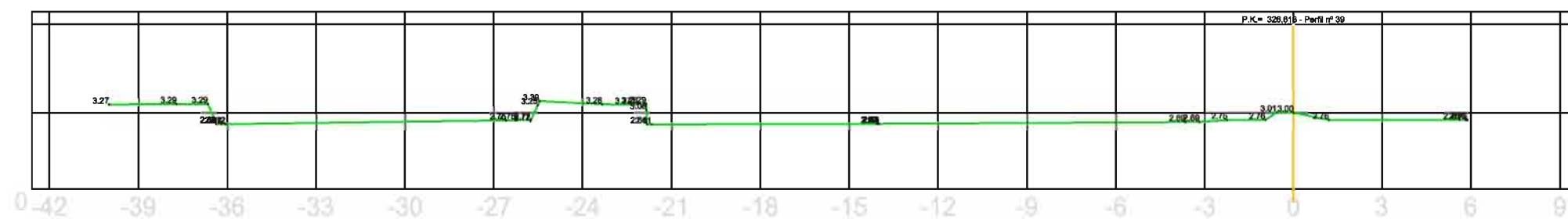
Z=2.357



Z=2.042

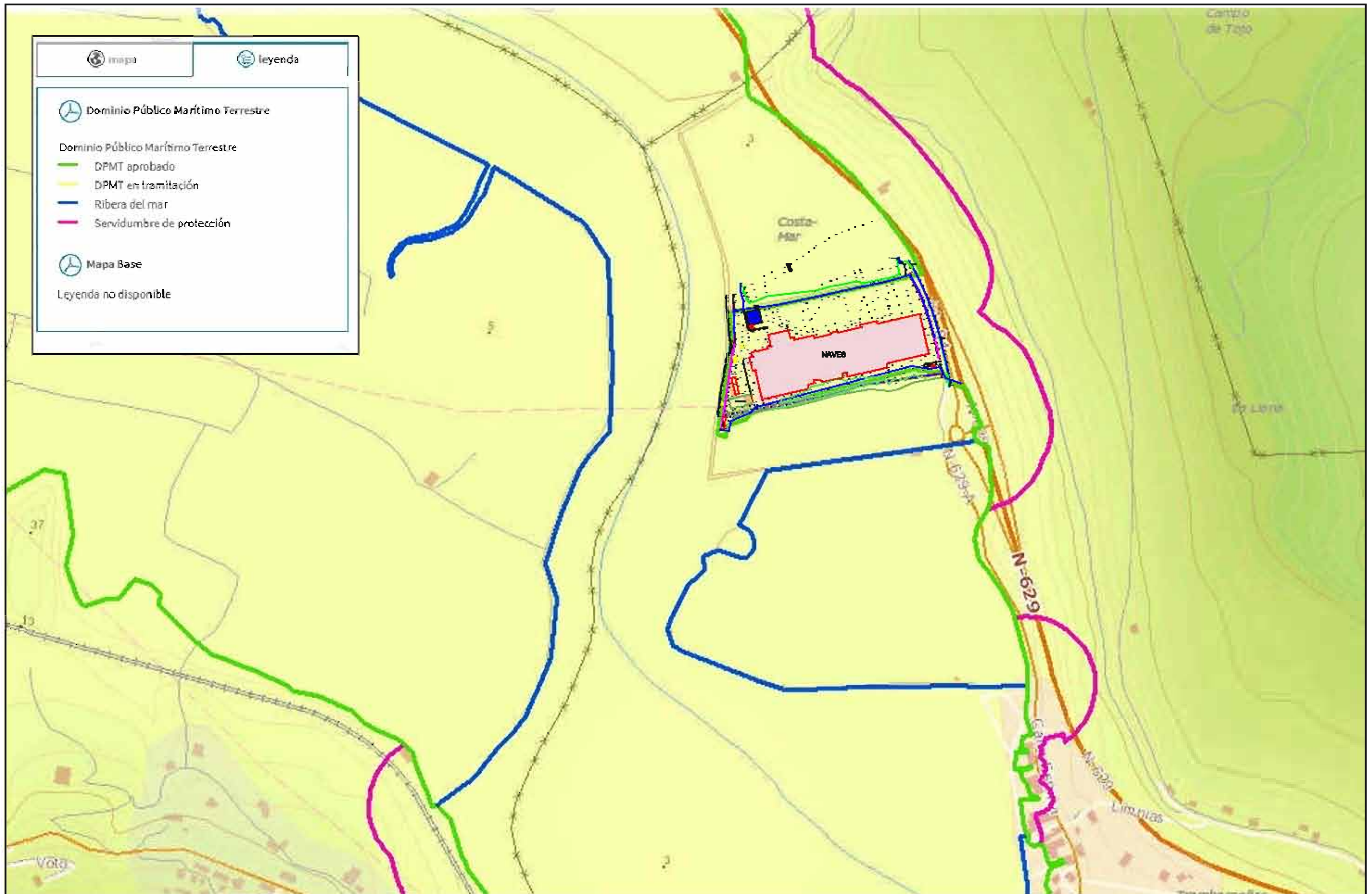


Z=2.768



PROYECTO: <b>PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)</b>	AUTORES: Dña. María José Pallol Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485	FECHA: Octubre 2018	ESCALA: 1:200  ORIGINAL: A3	TITULO PLANO: <b>PERFILES TRANSVERSALES</b>	N° PLANO:
		REVISADO:			HOJA 13_13





Dominio Público Marítimo Terrestre

Dominio Público Marítimo Terrestre

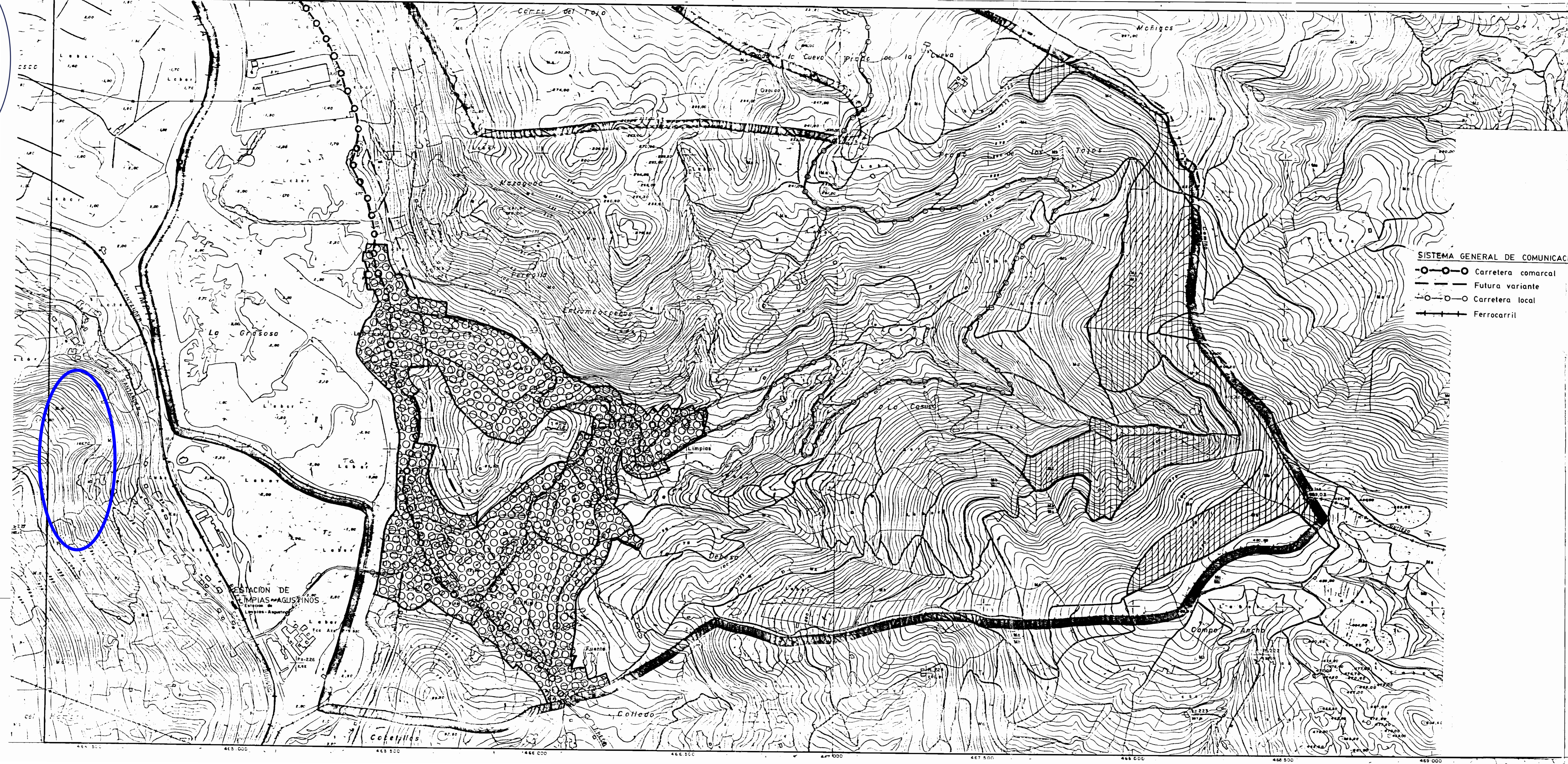
- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección

Mapa Base

Leyenda no disponible

<b>PROYECTO:</b> PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)	<b>AUTORES:</b>  Dña. María José Párriz Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiada nº 18.488	<b>FECHA:</b> Octubre 2018	<b>ESCALA:</b> 1:6000  ORIGINAL: A3	<b>TÍTULO PLANO:</b> PLANO EMPLAZAMIENTO	<b>Nº PLANO:</b>
		<b>REVISADO:</b>			HQA 1_1





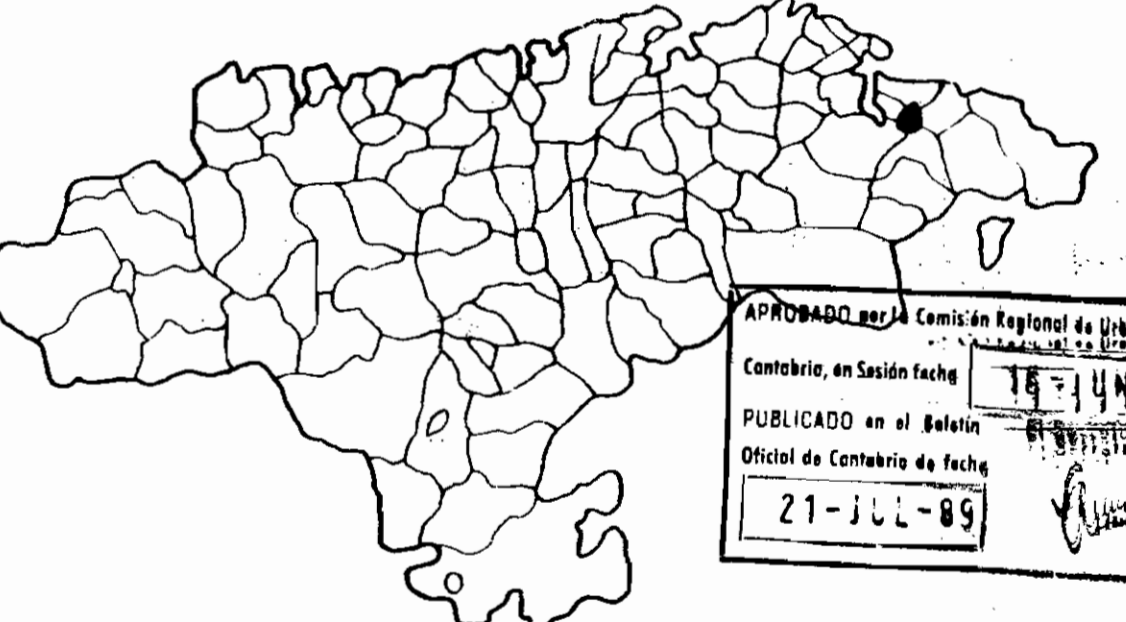
**SISTEMA GENERAL DE COMUNICACIONES**

- Carretera comarcal
- - - Futura variante
- Carretera local
- +—+— Ferrocarril

**CLASIFICACION DEL SUELO I**

- Suelo urbano
- Suelo apto para urbanizar
- Suelo no urbanizable sin protección especial
- Suelo no urbanizable especialmente protegido:
  - Protección forestal
  - Protección viaria:**
    - Carretera comarcal
    - - - Futura variante
    - Carretera local

Arista exterior: 100m  
Linea edificatoria



CONSEJERIA DE LA PRESIDENCIA DE CANTABRIA

NORMAS SUBSIDIARIAS MUNICIPALES

TERMINO MUNICIPAL DE LIMPIAS

**PROYECTO**  
TERMINO MUNICIPAL. ZONA SUR

CLASIFICACION DEL SUELO I  
SISTEMA GENERAL DE COMUNICACIONES

ESCALA : 1/ 5.000

FECHA : JULIO 1988

PLANO Nº 2/8

EL INGENIERO DE CAMINOS

*[Signature]*

LA CORPORACION MUNICIPAL



Clasificación Urbanística del Suelo

- Suelo Urbano Consolidado
- Suelo Urbano Núcleo Tradicional
- Suelo Urbano No Consolidado
- Suelo Urbanizable Delimitado
- Suelo Urbanizable Residual
- Suelo Rústico de Protección Ordinaria
- Suelo Rústico de Especial Protección
- Núcleo Rural
- Sistema General
- Sin Cartografiar



<b>PROYECTO:</b> PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)	<b>AUTORES:</b>  Dña. María José Pabell Pérez Ingeniero de D.O. y P. Colegiada nº 18.485	<b>FECHA:</b> Octubre 2018	<b>ESCALA:</b> 1:5000  <b>ORIGINAL:</b> A3	<b>TÍTULO PLANO:</b> PLANO CLASIFICACION URBANISTICA	<b>Nº PLANO:</b>
		<b>REVISADO:</b>			<b>HOJA</b> 1_1






**Conservación de la Naturaleza**

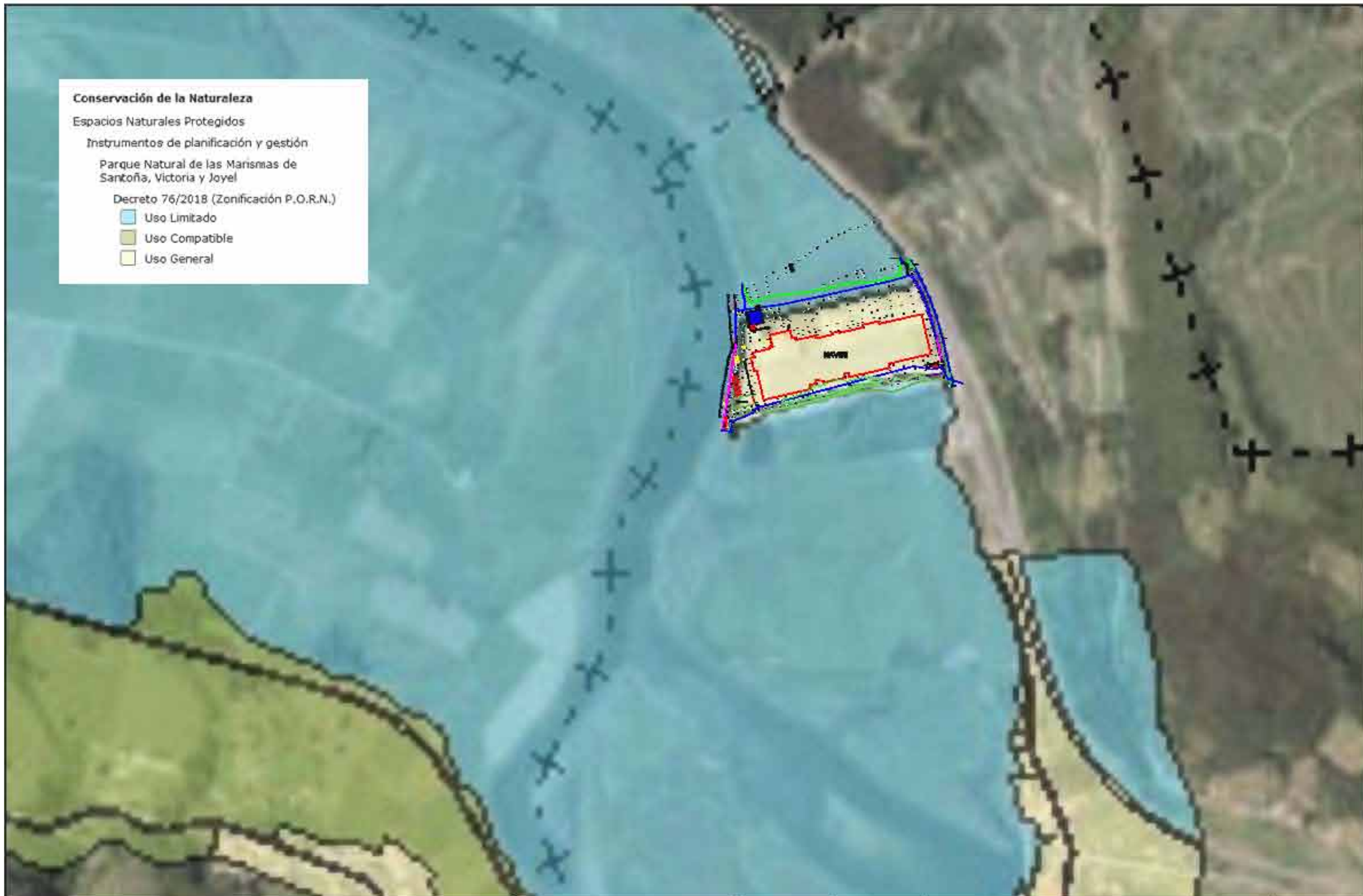
Espacios Naturales Protegidos

Instrumentos de planificación y gestión

Parque Natural de las Marismas de  
Santoña, Victoria y Joyel

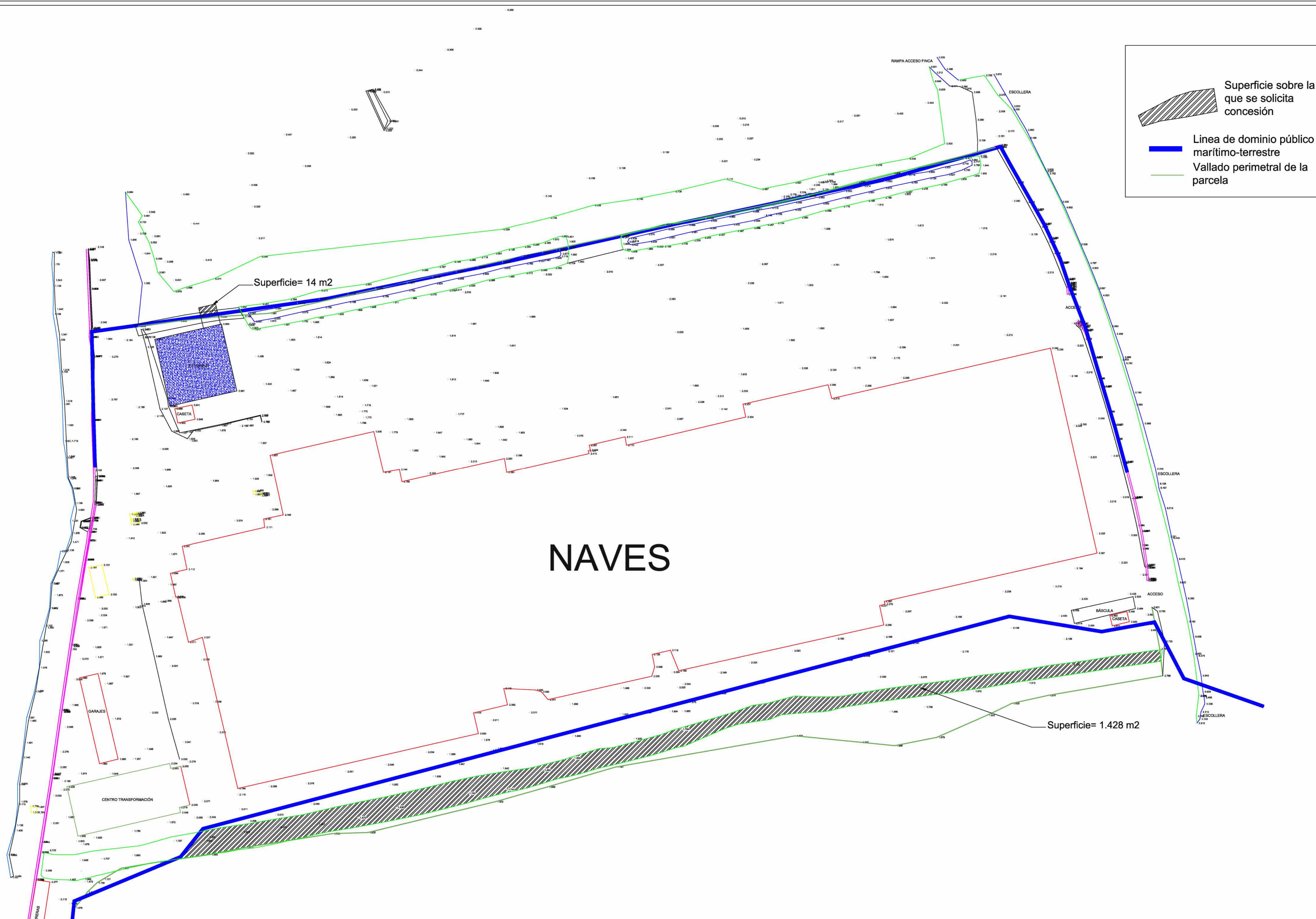
Decreto 76/2018 (Zonificación P.O.R.N.)

-  Uso Limitado
-  Uso Compatible
-  Uso General



<b>PROYECTO:</b> PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L. (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)	<b>AUTORES:</b>  Dña. María José Páez Pérez Ingeniera de O.C. y P. Colegiada nº 15.482	<b>FECHA:</b> Octubre 2018	<b>ESCALA:</b> 1:5000	<b>TÍTULO PLANO:</b> PLANO USO PARCELA DENTRO DEL PARQUE DE LAS MARISMAS DE SANTOÑA	<b>Nº PLANO:</b> HOJA 1_1
		<b>REVISADO:</b>			





Superficie sobre la que se solicita concesión

— Línea de dominio público marítimo-terrestre

— Vallado perimetral de la parcela

Superficie= 14 m2

NAVES

Superficie= 1.428 m2

PROYECTO: <b>PROYECTO BÁSICO DE FORMACIÓN DE CABALLONES DE DEFENSA EN PARQUE EMPRESARIAL COSTAMAR S.L.</b> (T.M. DE LIMPIAS, CANTABRIA)	AUTORES:  Dña. María José Pallol Pérez Ingeniero de C.C. y P. Colegiado nº 18.485	FECHA: <b>Octubre 2018</b>	ESCALA:  <b>1:500</b>  ORIGINAL: A1	TITULO PLANO:  <b>DESLINDE Y OCUPACIÓN SOLICITADA</b>	N° PLANO:
		REVISADO:			HOJA



**ANEXO II. Informe favorable del Parque Natural De Las  
Marismas de Santoña, Victoria y Joyel. Dirección General del  
Medio Natural.**





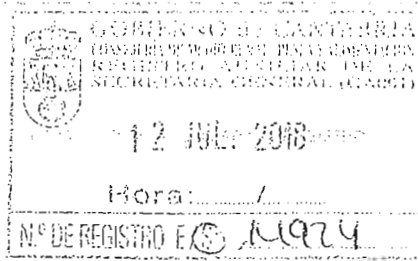
GOBIERNO  
de  
CANTABRIA

CONSEJERÍA DE MEDIO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



Dirección General del Medio Natural

Avda. Albert Einstein, 2  
Parque Científico y Tecnológico de Cantabria  
39011 Santander – CANTABRIA  
Telf: 942 206 986  
dgmedionatural@cantabria.es



Página 1 de 2

OFICIO

IFR - 1070/18 ENP2	<b>Espacios Naturales Protegidos – Sección ENP II</b>	
ENP:	Parque Natural Marismas de Santoña, Victoria y Joyel ZEPA Marismas de Santoña, Victoria, Joyel y Ría de Ajo Humedal de Importancia Internacional Marismas de Santoña	
ASUNTO:	Construcción de caballones en parcela al límite de la ría de Limpias	
PROMOTOR:	Parque Empresarial Costamar, S.L.	
UBICACIÓN:	T.M. Limpias	
ENTRADA:	07/06/2018	Nº 11.563

VISTOS el escrito remitido del Parque Empresarial Costamar, S.L., el informe de la Sección de Espacios Naturales Protegidos II y el informe de Afecciones a la Red Natura 2000, se comunica lo siguiente:

**CONSIDERANDO QUE:**

- Se solicita informe acerca de una serie de actuaciones en la parcela de referencia catastral 000200300VP60BO001GD en Limpias, al objeto de minimizar las afecciones a la actividad industrial que actualmente generan por inundación las mareas con coeficientes altos. Las actuaciones consisten en:
  - Limpieza y desbroce previo de la zona de actuación, incluido tratamiento de especies exóticas invasoras.
  - Formación de un relleno a modo de caballón en las lindes norte (260 m) y sur (315 m) de la parcela, que se realizará con material procedente de préstamos. Los caballones tendrán una sección de 6-8 m en su base y una altura de 1,5 m y taludes 1/1. Para la composición de los caballones se utilizará un material todo uno de escombros de cantera y material arcilloso procedente de la retirada del dique y tubería en el tramo Cicero-Colindres de la Autovía del Agua.
  - En prolongación del caballón norte, en la zona de la piscina se levantará una escollera de 3-3,5 m de anchura y la misma altura que el caballón.
  - Extendido de tierra vegetal en los taludes resultantes e hidrosiembra de los mismos.

Además, se proponen labores de mantenimiento del dique que actualmente separa la parcela de la ría del Asón en los puntos en que sea necesario, llevando a cabo el rejunteo de las piedras sueltas que lo requieran.

Además de la hidrosiembra en los caballones, se contemplan las siguientes actuaciones de revegetación en el resto de la parcela:

- *Laurus nobilis* y Encinas, en zona norte y entrada principal a la parcela.
  - *Photinia red robin*, como seto lateral en fachada norte de la nave, con el fin de minorar impacto visual de la edificación.
  - *Hedera helix*, plantada en jardineras del edificio actual de oficinas, con fachada de ladrillo caravista, con el fin de conseguir una fachada vegetal integrándose con el entorno.
- La parcela de referencia se clasifica como Elemento fuera de ordenación dentro del ámbito territorial del Parque Natural de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel y de la Zona de Especial Protección para las Aves, ZEPA ES0000143 Marismas de Santoña, Victoria, Joyel y Ría de Ajo, declarados mediante la Ley 4/2006, de 19 de mayo, de Conservación de la Naturaleza de Cantabria; así como dentro del ámbito territorial del Humedal de Importancia Internacional de la Lista Ramsar, Marismas de Santoña.

- El Parque Natural se rige por las disposiciones de la Ley 4/2006, de 19 de mayo, de Conservación de la Naturaleza de Cantabria que le son de aplicación en atención a su condición de Espacio Natural Protegido y a la categoría jurídica de protección del Parque Natural, y por el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel, aprobado por Decreto del Gobierno de Cantabria 34/1997, de 5 de mayo.
- La Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), "Marismas de Santoña, Victoria, Joyel y Ría de Ajo", designada por los estados miembros con arreglo a la Directiva Aves 79/409/CEE, derogada por la Directiva 2009/147/CE, forma parte de la Red Ecológica Europea Natura 2000.
- La actuación solicitada es compatible con los objetivos de conservación de la Red de Espacios Naturales Protegidos de Cantabria, según lo dispuesto en la Ley 4/2006, de Conservación de la Naturaleza de Cantabria.

Por todo lo expuesto,

La actuación de referencia **SE INFORMA FAVORABLEMENTE** con arreglo a lo establecido en el PORN de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel, aprobado por Decreto del Gobierno de Cantabria 34/1997, de 5 de mayo, con el cumplimiento estricto de las siguientes **CONDICIONES**:

1. La planta de los caballones en ningún caso sobrepasará los límites de la parcela de referencia.
2. En caso de ser necesario el desbroce de vegetación en la parte del dique oeste, la franja de vegetación autóctona eliminada no tendrá más de 1 m de anchura.
3. En el área colindante con los límites de la parcela, se deberán tratar los ejemplares de especies exóticas invasoras existentes (principalmente *Baccharis halimifolia* y *Cortaderia selloana*), siguiendo los protocolos establecidos así como las prescripciones técnicas para el control de especies exóticas invasoras que se adjuntan al presente documento.
4. No se podrá cortar ningún pie arbóreo o arbustivo de especies autóctonas, debiendo tener especial precaución con los ejemplares de la especie de malvavisco (*Althaea officinalis*) observados en la zona (ver imagen adjunta).
5. La especie exótica Photinia Red Robin se cambiará por especies autóctonas de la serie del encinar cantábrico como laurel común (*Laurus nobilis*), durillo (*Viburnum tinus*), madroño (*Arbutus unedo*), hiedra común (*Hedera hélix*), etc.
6. El suelo que quede descubierto se revegetará con especies herbáceas autóctonas propias de las praderías atlánticas como *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Agropyron repens*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratensis*, etc. En ningún caso podrán introducirse especies alóctonas invasoras.
7. No se podrán verter directa o indirectamente materiales o sustancias contaminantes generados en la obra, especialmente aceites y cementos con el fin de evitar cualquier afección al medio.
8. El promotor será responsable de la retirada de cuantos residuos se generen durante las obras. Los residuos generados serán retirados a vertedero autorizado o gestor de residuos autorizado, según sea su naturaleza, como medio de evitar la acumulación de impactos por el desarrollo de la actuación, no pudiéndose depositar dentro del ámbito territorial del Parque Natural de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel.
9. Cinco días antes del inicio de la actuación se dará comunicación de la misma al Jefe de la Comarca nº 11 (Teléfono: 630 80 02 00).

Santander, a 11 de julio de 2018

EL DIRECTOR GENERAL DEL MEDIO NATURAL

Fdo.: Antonio Javier Lucio Calero