

**ANEJO 2**

**SITUACIÓN ACTUAL Y ACTUACIONES A  
DESARROLLAR**

## Índice

ÍNDICE .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	3
2.1. Visión general .....	3
2.2. Inventario de puntos con problemas de inundación .....	4
2.3. Descripción de la situación actual.....	9
3. ACTUACIONES PLANTEADAS.....	11
3.1. Análisis de riesgo y coste-beneficio.....	12
3.2. Comparación entre actuaciones .....	13
3.2.1. Eficacia para el control de avenidas y disminución del riesgo .....	13
3.2.2. Coste – Beneficio de la inversión .....	13
3.2.3. Afección al Medio socioeconómico .....	14
3.2.4. Afección Ambiental.....	14
3.3. Selección de la actuación a desarrollar .....	15
5. PLANOS .....	17
Plano nº 1. Alternativa 1. Zonas a reforestar.....	18
Plano nº 2. Alternativa 1. Planta y secciones de las actuaciones. ....	19
Plano nº 3. Alternativa 2. Planta general. ....	20
Plano nº 4. Alternativa 2. Planta y secciones de las actuaciones. ....	21

## **1. Introducción**

A raíz de las inundaciones producidas en octubre de 2007 en la comarca de la Marina Alta, se hizo patente la necesidad del estudio de unas actuaciones para tratar de reducir la vulnerabilidad de la zona frente a futuros eventos. Fruto de esa necesidad, nació el Plan Director de Defensa contra las Avenidas de la Comarca de la Marina Alta (Alicante).

El Plan ha de servir para la organización de las actuaciones de las diversas Administraciones implicadas para hacer frente al problema de las avenidas, tanto a corto plazo como en el futuro.

La documentación contenida en el Plan fue planteada con un carácter troncal y considerando que las distintas administraciones implicadas, han de completar el desarrollo de los programas propuestos coordinadamente.

## **2. Caracterización de la situación actual**

### **2.1. Visión general**

Durante los últimos veinte años, las llanuras de la Marina Alta han experimentado una radical modificación de los parámetros hidrológico – hidráulicos y geomorfológicos, como resultado de una intensa urbanización de las cuencas de drenaje, de la construcción de numerosas vías de comunicación perpendiculares a los cursos fluviales y a la ocupación total o parcial de los cauces por construcciones o viales.

Adicionalmente a la disminución de la capacidad de desagüe, se dan en la comarca fenómenos de precipitación torrencial (típica de la costa mediterránea), los cuales producen crecidas extraordinarias que pueden exceder en numerosas ocasiones la capacidad natural de los cauces. Estos hechos conjuntamente, provocan cuantiosos daños materiales.

El río Girona nace en las proximidades de la Sierra de la Carrasca y tiene una longitud de aproximadamente 38 km hasta su desembocadura, recogiendo las aguas de una cuenca vertiente de aproximadamente 110 km<sup>2</sup>. En su tramo medio se localiza la presa de Isbert, construida para el aprovechamiento para regadío y la protección frente a avenidas, pero que actualmente se encuentra parcialmente aterrada y fuera de servicio, con una capacidad de almacenamiento inferior a 1 hm<sup>3</sup>.

Se trata de un río de régimen irregular, pero con importantes crecidas. Los mayores riesgos de inundación se dan en su tramo final, donde el río atraviesa los núcleos urbanos asentados en la llanura de inundación (Beniarbeig, El Verger, Els Poblets y Dénia). En los tramos urbanos, se produce una reducción considerable de la sección del cauce debido a la construcción de edificaciones y vías de comunicación, que agravan la inundación precisamente en las zonas más pobladas, llegando el nivel de protección escasamente a los 25 años de periodo de retorno.

## 2.2. Inventario de puntos con problemas de inundación

Dentro del Plan Director se identifican una serie de puntos críticos a lo largo del cauce del río Girona, coincidentes principalmente con los últimos cinco núcleos urbanos que atraviesa el cauce. Estas zonas críticas se obtienen a partir de la documentación del Plan Director y diversas visitas a la zona.

### **Beniarbeig**

Dentro del municipio de Beniarbeig el Plan Director identifica una zona de aproximadamente un kilómetro donde existe en caso de crecida un problema de inundación de cierta importancia. El tramo empieza con la curva a izquierdas que realiza el cauce en la entrada a la población y que junto con el antiguo puente causó un remanso aguas arriba llegando a alcanzarse niveles de aguas de hasta 1.50 metros en el interior de las viviendas más cercanas al río.

Con la construcción de un nuevo puente en el lugar donde ocupaba el puente de acceso a Beniarbeig que se vio seriamente dañado en la crecida del año 2007, en este caso, sin reducción de la sección del cauce, parte de la problemática se reduce, pero sigue existiendo cierto riesgo debido a la proximidad de las viviendas al cauce y la poca altura de estas respecto a los márgenes del mismo.

A continuación, en las siguientes fotografías, se puede observar la situación actual de la zona.



**Fotografía 1: Vista del cauce del río Girona aguas arriba del Puente de Beniarbeig.**



**Fotografía 2: Vista de la margen izquierda aguas arriba del Puente de Beniarbeig.**



**Fotografía 3: Vista del cauce y el nuevo puente desde aguas arriba.**





**Fotografía 4: Vista del cauce aguas abajo del puente de Beniarbeig.**

### **Ondara**

En el municipio de Ondara existe un tramo, que aunque no afecta al núcleo urbano, en él se producen desbordamientos importantes en una curva que existe al pasar debajo de los puentes de la autovía y la carretera nacional, en el cual el agua desbordada sigue un antiguo paleocauce, pero que en la actualidad se encuentra parcialmente urbanizado.



**Fotografía 5: Curva donde se produce el desbordamiento del río Girona. Fuente: Plan Director.**

### **El Verger**

En la localidad de el Verger, el río Girona va encauzado al atravesar la población y en dicho encauzamiento existen cuatro puentes que lo cruzan. La presencia de estos puentes reduce la capacidad hidráulica del tramo, provocando el desbordamiento de las aguas en situación de crecida, con presencia de calados importantes en gran parte del tramo.



**Fotografía 6: Detalla del encauzamiento desde uno de los puentes.**

### **Els Poblets**

En el municipio de “Els Poblets”, el cauce del río Girona no tiene capacidad suficiente para por el transite una avenida, produciéndose desbordamientos generalizados por ambas márgenes en caso de crecida.

En la zona de la desembocadura, el cauce no tiene suficiente capacidad para evacuar la avenida, situación que se agrava debido al puente de la carretera de “Les Marines”, que reduce considerablemente la sección.





**Fotografía 7: Detalle del cauce que atraviesa la localidad de "Els Poblets".**



**Fotografía 8: Detalle de la desembocadura desde el puente de la carretera de "Les Marines".**





**Fotografía 9: Detalle del cauce aguas arriba del puente de la carretera de “Les Marines”.**

### **2.3. Descripción de la situación actual**

El cauce actual presenta desbordamientos generalizados para caudales superiores a 200 m<sup>3</sup>/s, siguiendo las aguas desbordadas antiguos paleocauces que en la actualidad se encuentran sometidos a una elevada presión urbanística.

En esta situación se produce un primer desbordamiento del río inmediatamente aguas arriba de Beniarbeig que se conduce hasta su conexión con el barranco de la Alberca justo antes del paso bajo la autovía. En la curva de 90° hacia la derecha que se encuentra justo en la entrada de dicha localidad se producen inundaciones de más de 1.50 metros sobre la cota de los márgenes.

En la siguiente curva a 90°, situada junto a la variante de la Nacional, el río se desborda siguiendo el paleocauce del “Clot del Francés” con caudales cercanos a los 250 – 300 m<sup>3</sup>/s; situados en torno a los cuantiles de T10 y el T25. Este comportamiento del río Girona se hace patente para cada uno de los periodos de retorno estudiados, llegando a desbordar por el “Clot del Francés” para el T50 con aproximadamente 700 – 800 m<sup>3</sup>/s de la punta procedente del río Girona.

#### **T 10 años**

Para un periodo de retorno de 10 años el río Girona tiene capacidad suficiente hasta llegar a las urbanizaciones de Mirarrosa (Els Poblets) donde se producen desbordamientos, parte de los mismo vuelven a encauzarse aguas abajo y otros continúan por los terrenos de cultivo y las urbanizaciones hasta llegar al mar donde se ven afectadas las viviendas costeras con calados inferiores a 10 cm.

#### **T 100 años**

Para un periodo de retorno de 100 años, en el río Girona se producen desbordamientos por su margen derecha en su tramo alto dirigiéndose hacia el barranco de la Alberca uniéndose con los caudales procedentes de su cuenca. Esto provoca la afección de las viviendas de dicha margen en Beniarbeig.

Aguas abajo de la autovía A7 se generan desbordamientos hacia el paleocauce del “Clot del Francés”, derivándose un caudal máximo de aproximadamente 210 m<sup>3</sup>/s, uniéndose unos cientos de metros al Norte con los desbordamientos del barranco de Portelles.

Desde el Verger, debido a su cercanía al cauce y al estrechamiento de este, se producen inundaciones generalizadas con calados superiores a los 40 centímetros que afectan a la zona de “Els Poblets” y la zona costera por la carretera de las marinas.

#### **T 500 años**

Para un periodo de retorno de 500 años, en el río Girona las zonas principales de inundaciones siguen las direcciones de los paleocauces del río Girona. Se producen inundaciones generalizadas en todo el tramo de estudio, afectando gran parte de las localidades cercanas a los cauces y las urbanizaciones costeras. El área inundada es muy similar a la de 100 años de periodo de retorno, pero en este caso, con mayores calados.

### 3. Actuaciones planteadas

Las actuaciones planteadas dentro del plan de Defensa se pueden agrupar dentro de dos alternativas, con medidas no estructurales y medidas estructurales.

La alternativa nº 1 se componen en mayor medida de actuaciones no estructurales, tratando de mantener las condiciones naturales existentes, pero mejorando en la medida de lo posible la capacidad de desagüe del cauce y por otro la respuesta de la cuenca mediante actuaciones de reforestación y correcciones hidrológico – forestales.

Con objeto de incrementar la capacidad de desagüe se prevé la limpieza, reparación y homogeneización de cajeros y motas del cauce, y la recuperación de cauce en aquellos puntos donde sea posible.

La restauración hidrológica – forestal se centran fundamentalmente en las reforestaciones. El Plan Director propone la reforestaciones de una superficie de 3227 ha con plantaciones frondosas autóctonas. Esta superficie supone cerca de un 19 % de la superficie total de la cuenca vertiente al río Girona. Estas plantaciones se localizan en la cuenca alta del río Girona y se han diseñado siguiendo las directrices marcadas por el Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunidad Valenciana.

Dentro de la alternativa nº 2 se desarrollan la totalidad de las actuaciones comentadas en la alternativa nº 1, pero adicionalmente, se incluye una presa de laminación, la adecuación de una zona que sea capaz de laminar el excedente de la avenida de T50 que no puede atravesar El Vergel y Els Poblets y; la demolición y reconstrucción de los puentes y cajeros que reducen la capacidad de desagüe.

Las obras de adecuación del cauce, consistentes en la demolición de los puentes actuales de capacidad hidráulica insuficiente para sustituirlos por otros que no impidan la circulación del agua y el recrecido de cajeros incidiendo en los puntos débiles, bien por falta de capacidad o bien por desigualdad entre márgenes; se estima que podrían lograr el incremento de la capacidad máxima de desagüe de los tramos urbanos hasta unos 350 m<sup>3</sup>/s, frente a los 200 m<sup>3</sup>/s de la situación actual.

Para la laminación del caudal previsible (del orden de 1.400 m<sup>3</sup>/s para T500 años), se ha estudiado la construcción de una presa de laminación situada aguas abajo de la actual presa de Isbert. Se trata de una presa de gravedad de 56 metros de altura sobre el cauce y una longitud de coronación de 330 metros. El embalse cuenta con una capacidad de 11 hm<sup>3</sup> a NMN y es capaz de laminar la avenida de 500 años de periodo de retorno.

Adicionalmente, y para el mismo cometido anterior, se ha previsto dotar al río Girona de un aliviadero que controle los caudales circulantes por el cauce de forma que permita el paso de hasta 350 m<sup>3</sup>/s por el cauce y que una vez superado dicho caudal, los vertidos se produzcan de manera controlada, pasando por debajo de la carretera CV-729 donde se ha previsto ubicar una obra de paso del caudal y que posteriormente se conduzca a través del Clot del Francés hacia el barranco de Portelles protegiendo las localidades de El Verger y Els Poblets mediante el recrecido de caminos, motas y la adecuación de vías verdes. Esta actuación, únicamente es factible si se combina con la construcción de la presa de Laminación.

La obra que completa esta alternativa, es la habilitación de una zona de sacrificio aguas arriba de la carretera de las Marinas que facilite el desagüe al mar, complementando el cauce actual con un colector de 5.0 x 3.0 m y la sustitución del puente junto a la desembocadura por uno que mantenga la capacidad del tramo.



### 3.1. Análisis de riesgo y coste-beneficio

El Plan Director, realiza un estudio de daños estimado y riesgo para ambas alternativas, así como en la situación actual.

#### Situación actual

Los daños asociados a la situación actual para la cuenca del río Girona son los siguientes:

**Tabla 1: Daños estimados para distintos periodos de retorno en la cuenca del río Girona [€].**

T = 10	T = 25	T = 50	T = 100	T = 500
7.875.603,78 €	12.744.525,59 €	17.723.501,78 €	19.228.468,19 €	35.170.320,57 €

El riesgo se define como el daño medio en cada punto del territorio, alcanzando en la zona de estudio, el valor de 1.658.499,93 €/año. Si se consideran además los daños indirectos tangibles, se estima un valor de 2.073.124,91 €/año.

En un futuro, con el desarrollo completo del planeamiento urbanístico de los municipios implicados en el área de influencia del río Girona tal y como está contemplado en la actualidad se pueden estimar los siguientes daños económicos:

**Tabla 2: Daños estimados para distintos periodos de retorno en la cuenca del río Girona en una situación futura con el planeamiento urbano actual totalmente desarrollado [€].**

T = 10	T = 25	T = 50	T = 100	T = 500
7.875.604 €	14.672.647 €	26.944.167 €	38.945.296 €	61.652.033 €

De este modo, se incrementa el riesgo considerando los daños tangibles hasta alcanzar los 2.407.941 €/año.

#### Alternativa 1

El desarrollo de las actuaciones planteadas en la alternativa 1 y antes descritas, disminuyen el riesgo en el área del río Girona hasta 1.636.723 €/año, es decir, se reduce en un 32% el riesgo respecto a la situación planificada.

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de las actuaciones planteadas en la alternativa 1 asciende a la cantidad de 411.259 €/año.

#### Alternativa 2

El riesgo asociado a la alternativa 2 en la zona del río Girona, con todas las actuaciones planteadas desarrolladas, disminuye en este caso a los 609.539 €/año, reduciéndose por tanto casi un 75 % respecto a la situación planteada por los municipios actualmente.

A continuación, se presenta una tabla comparativa de ambas alternativas:

**Tabla 3: Comparativa de riesgo asociado a cada una de las alternativas.**

	SITUACIÓN ACTUAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
PEM	-	11.017.133 €	66.154.325 €
COSTE AMBIENTAL	-	54.441 €	99.859 €
ANUALIDAD	-	743.825 €	3.352.522 €
DISMINUCIÓN DEL RIESGO	-	411.259 €	1.438.443 €
RIESGO RESIDUAL	2.073.114 €	1.636.723 €	609.539 €

## 3.2. Comparación entre actuaciones

Tomando como referencia la documentación y los datos presentes en el Plan Director, se realiza una comparación entre las actuaciones planteadas con objeto de determinar la actuación idónea a realizar con objeto de reducir lo más posible el riesgo de inundación en la zona descrita con anterioridad.

La comparativa se va a centrar en los siguientes puntos:

1. Eficacia para el control de avenidas y disminución del riesgo.
2. Coste – Beneficio de la inversión.
3. Afección al Medio socioeconómico.
4. Afección Ambiental.

Atendiendo a estos puntos, para las actuaciones estructurales que se presentan, se va a aplicar una puntuación específica en función de la influencia que presenta frente al factor a evaluar. Esta puntuación, que permite cuantificar, los criterios cualitativos, asigna valores entre el 5 y el 1 según la actuación tenga una influencia “Muy positiva” o “Muy negativa”, respectivamente, dejando la puntuación 0, para el caso que no tenga ninguna influencia si es el caso.

### 3.2.1. Eficacia para el control de avenidas y disminución del riesgo

La eficacia para el control de avenidas y disminución del riesgo se ha evaluado como la relación entre el caudal que puede controlar sin desbordamientos y el caudal de las avenidas de T100 y T500 años. Se han obtenido las siguientes puntuaciones:

Tabla 4: Puntuación en función de la eficacia para la disminución del riesgo de la actuación.

	Presa de Laminación	Aliviadero de control de Q.	Adecuación Cauce
$Q_{act}/Q_0$	0.65	0.39	0.28
Puntuación	5	3	2

### 3.2.2. Coste – Beneficio de la inversión

Para este factor, lo que se efectúa es la comparación del coste total de la alternativa frente a la reducción del riesgo existente respecto a la alternativa 0. Se han obtenido las siguientes puntuaciones:

Tabla 5: Puntuación en función de la relación Coste-Beneficio de la actuación.

	Presa de Laminación	Aliviadero de control de Q.	Adecuación Cauce
C/B	0.69	0.17	0.64
Puntuación	1	5	1

La presa de laminación tiene un coste total, incluyendo expropiaciones, de 40.2 M€, y consigue una reducción del riesgo de 0.6 M€. El periodo de amortización de la infraestructura es de 50 años.

El aliviadero de control del caudal presenta un coste total de 2.6 M€ y consigue una reducción del riesgo de 0.6 M€. El periodo de amortización de esta y las siguientes infraestructuras es de 25 años.

La adecuación del cauce presenta un coste total de 4.9 M€ y consigue una reducción del riesgo de 0.3 M€.

### 3.2.3. Afección al Medio socioeconómico

Este valor de comparación de este factor, se compone de diversos aspectos como: superficies afectadas, expropiaciones, y efectos psicológicos que pudiera desencadenar.

En primer lugar se valora la superficie afectada por la inundación por los efectos psicológicos que el desbordamiento del agua pueda tener sobre las poblaciones. Esta se obtiene como la relación entre la superficie inundada ponderada según si es urbana o rustica; con la construcción de la infraestructura y en la situación actual para T500 años o inferiores.

**Tabla 6: Puntuación en función de la relación entre la superficie inundada con las distintas actuaciones y la situación actual para T500 años.**

	Presa de Laminación	Aliviadero de control de Q.	Adecuación Cauce
%S	0.8	0.38	0.39
Puntuación	5	2	2

En segundo lugar, se valora la superficie a expropiar, obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 7: Puntuación en función del área a expropiar.**

	Presa de Laminación	Aliviadero de control de Q.	Adecuación Cauce
Área [m <sup>2</sup> ]	138750	224000	6000
Puntuación	0	0	1

Obteniéndose, un resultado global, ponderando un 75% la superficie afectada por la inundación y el 25% restante el área a expropiar:

**Tabla 8: Puntuación global en función de la afección al medio socioeconómico.**

	Presa de Laminación	Aliviadero de control de Q.	Adecuación Cauce
Puntuación	4	2	2

### 3.2.4. Afección Ambiental

En la afección ambiental se ha valorado el impacto que causa en el entorno cada una de las actuaciones por el método del simple enjuiciamiento basándose en los datos ambientales presentes en el Plan Director, obteniéndose las siguientes valoraciones:

**Tabla 9: Puntuación en función del impacto ambiental que causa cada una de las actuaciones.**

	Presa de Laminación	Aliviadero de control de Q.	Adecuación Cauce
Puntuación	1	3	4



### 3.3. Selección de la actuación a desarrollar

Con objeto de seleccionar la alternativa a desarrollar en este trabajo, los factores estudiados en el punto anterior son ponderados en función de su importancia para conseguir el objetivo perseguido. Al igual que en el Plan Director, se han asignado los siguientes pesos:

**Tabla 10: Peso de los distintos factores considerados para la elección de la actuación a desarrollar.**

Criterio	Peso
Control de avenidas y disminución del riesgo.	10
Coste – Beneficio de la inversión.	5
Afección al Medio socioeconómico	7
Afección Ambiental	5

Como resultado de la valoración de las actuaciones, se presenta el siguiente cuadro resumen con las puntuaciones obtenidas por cada actuación y factor estudiado y la suma ponderada de las puntuaciones.

**Tabla 11: Valoración de las actuaciones.**

	Disminución del riesgo (Peso 10)	Coste / Beneficio (Peso 5)	Socioeconómico, político y patrimonial (Peso 7)	Medioambiental (Peso 5)	Puntuación
<b>Presa de Laminación</b>	5	1	3.75	1	86.25
<b>Aliviadero de control</b>	3	5	1.83	3	82.82
<b>Adecuación del cauce</b>	2	1	2.08	4	59.57

Se observa pues que, tras la realización del análisis multicriterio, la Presa de Laminación es la actuación óptima para el objetivo de reducir el riesgo de inundación en la llanura del río Girona; por tanto, esta será la actuación desarrollada en el estudio de soluciones.



## 5. Planos

---

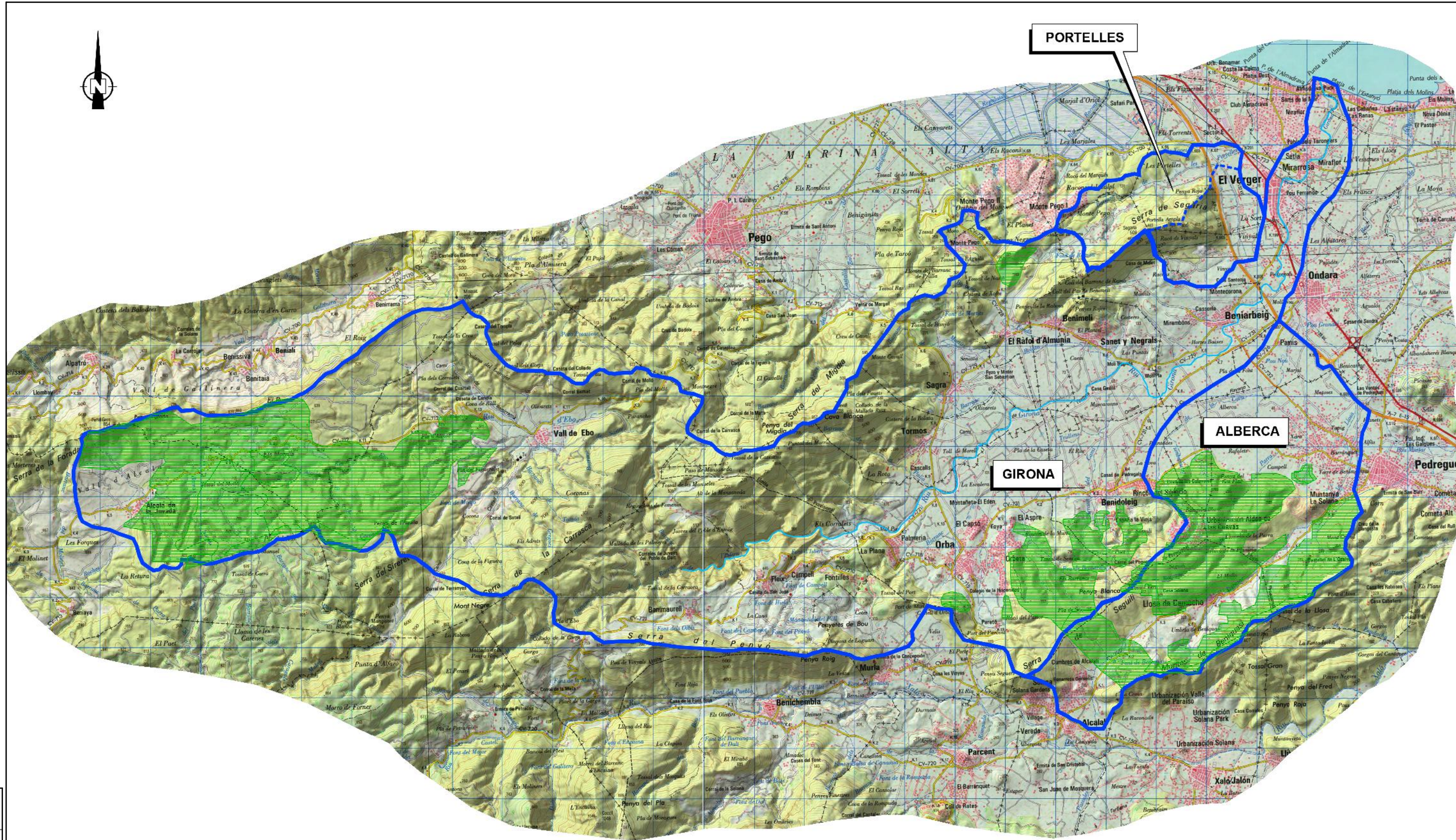
Plano nº 1. Alternativa 1. Zonas a reforestar.

Plano nº 2. Alternativa 1. Planta y secciones de las actuaciones.

Plano nº 3. Alternativa 2. Planta general.

Plano nº 4. Alternativa 2. Planta y secciones de las actuaciones.





PORTELLES

ALBERCA

GIRONA

 SUPERFICIES DE REFOSTERACIÓN

CÓDIGO:	A2.1	DIBUJADO:	D.CERVERA	REVISADO:	D.CERVERA	FECHA:	16/03/2015	Nº REVIS:	1



Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería de Caminos Canales  
y Puertos



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

AUTOR DEL ESTUDIO:

D. DANIEL CERVERA MIQUEL

ESCALA:

1:75.000

0 500 1000 1500 2000 m.

ORIGINAL  
DIN A3  
MARZO 2015

DESIGNACIÓN:

SITUACIÓN ACTUAL Y ACTUACIONES A DESARROLLAR  
ALTERNATIVA 1. ZONA A REFORESTAR

Nº PLANO  
1

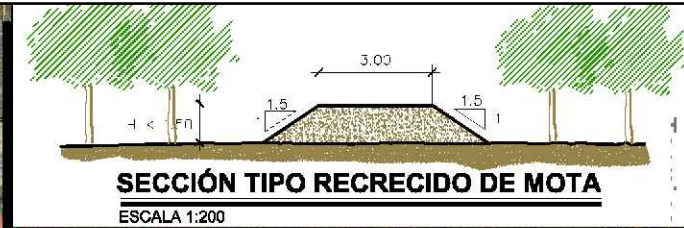
HOJA 1 DE 1



CÓDIGO:	DIBUJADO:	REVISADO:	FECHA:	Nº REVIS.
A2.2	D.CERVERA	D.CERVERA	16/03/2015	1



**SECCIÓN TIPO EN TERRENO NATURAL**



**SECCIÓN TIPO RECRECIDO DE MOTA**  
ESCALA 1:200



AUTOR DEL ESTUDIO:

D. DANIEL CERVERA MIQUEL

ESCALA:

1:15.000

0 100 200 300 400 m.

ORIGINAL

DIN A3

MARZO 2015

DESIGNACIÓN:

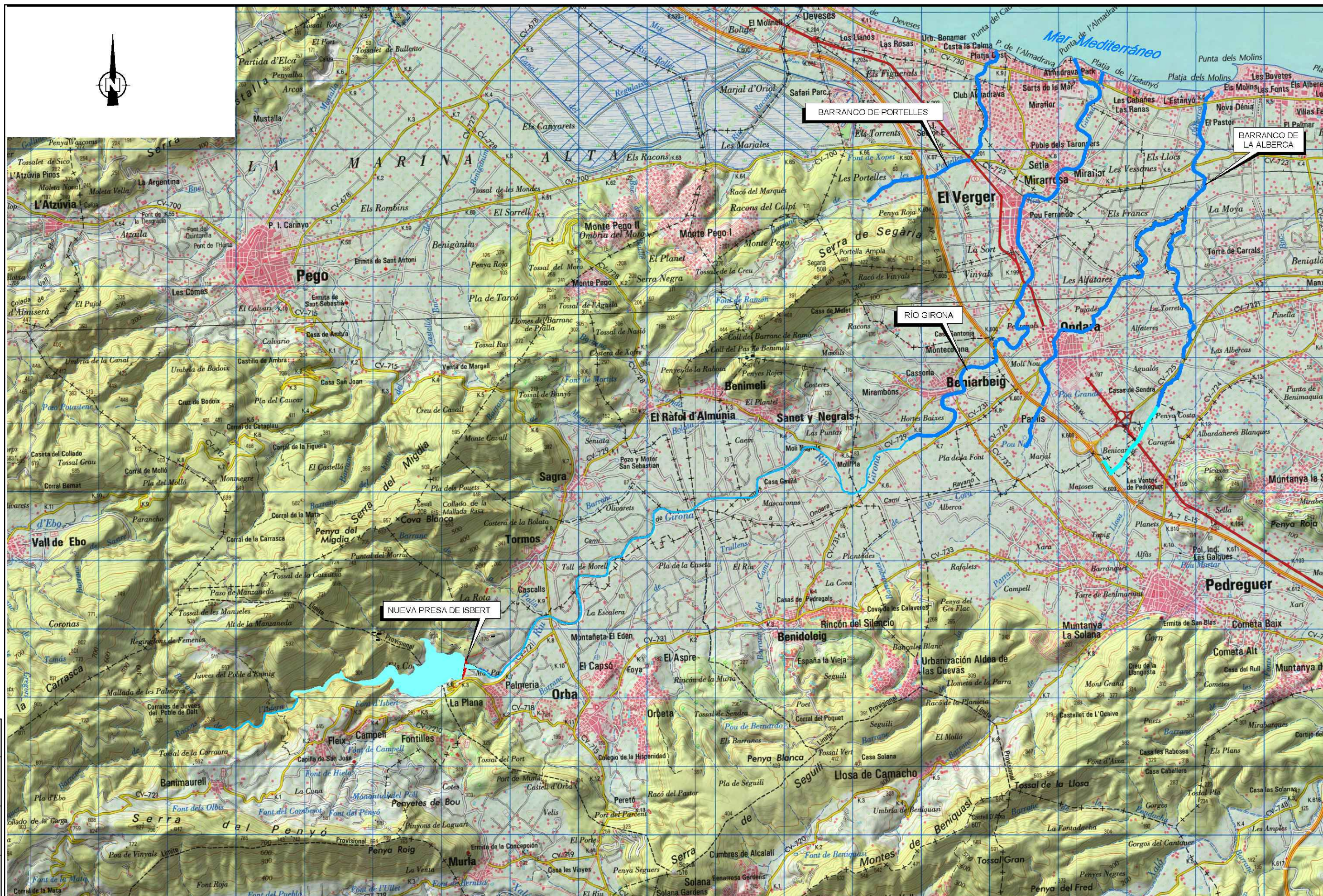
SITUACIÓN ACTUAL Y ACTUACIONES A DESARROLLAR  
ALTERNATIVA 1. PLANTA Y SECCIÓN DE ACTUACIONES

Nº PLANO

2

HOJA 1 DE 1





CÓDIGO:	A2.3
DIBUJADO:	D.CERVERA
REVISADO:	D.CERVERA
FECHA:	16/03/2015
Nº REVIS:	1



Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería de Caminos Canales  
y Puertos



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

AUTOR DEL ESTUDIO:

D. DANIEL CERVERA MIQUEL



ESCALA:

1:50.000



ORIGINAL  
DIN A3  
MARZO 2015

DESIGNACIÓN:  
SITUACIÓN ACTUAL Y ACTUACIONES A DESARROLLAR  
ALTERNATIVA 2. PLANTA GENERAL

Nº PLANO  
3  
HOJA 1 DE 1



CÓDIGO:	DIBUJADO:	REVISADO:	FECHA:	Nº REVIS.
A2.4	D.CERVERA	D.CERVERA	16/03/2015	1

