

		CLAVE:
		<b>02.803.229</b>
TIPO:	<b>ANTEPROYECTO</b>	REF. CRONOLOGICA:
		<b>11/2012</b>

CLASE
TITULO BASICO: <b>REGULACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL CARRIÓN ANTEPROYECTO EMBALSES DE LAS CUEZAS</b>

PROVINCIA:	PALENCIA	CLAVE:	34
TÉRMINO MUNICIPAL:	VARIOS	CLAVE:	-
RÍO:	CARRIÓN	CLAVE:	2012814

DIRECTOR DEL PROYECTO:	D. JOSÉ IGNACIO DÍAZ-CANEJA RODRÍGUEZ		
CONSULTOR			FECHA:
			<b>NOVIEMBRE 2012</b>

TOMO 7 DE 9

**ANEJO Nº 8. ALTERNATIVA RECRECIMIENTO DE CAMPORREDONDO Y COMPUERTO**

**ANEJO Nº 9. ALTERNATIVA EMBALSE DE VIDRIEROS**

**ANEJO Nº 10. ALTERNATIVA Balsa de Fuentes de Nava**

## **REGULACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL CARRIÓN ANTEPROYECTO EMBALSES DE LAS CUEZAS**

### **ÍNDICE ANTEPROYECTO**

#### **MEMORIA**

##### **TOMO 1**

**ANEJO Nº 1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

**ANEJO Nº 2 ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL**

**ANEJO Nº 3 ESTUDIO DE REGULACIÓN**

**ANEJO Nº 4 ESTUDIO DE SOLUCIONES**

**ANEJO Nº 5 TOPOGRAFÍA**

##### **TOMO 2**

**ANEJO Nº 6 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO**

Apéndice 1. Plantas y perfiles geológicos

##### **TOMO 3**

Apéndice 2. Informe de investigaciones

Apéndice 2.1. Campaña de campo sept 2010

Apéndice 2.2. Campaña de campo sept 2011

Apéndice 3. Estudio geofísico

##### **TOMO 4**

Apéndice 4. Actas de ensayos de laboratorio

Apéndice 5. Informe mineralógico

Apéndice 6. Fichas de explotaciones para préstamo

##### **TOMO 5**

**ANEJO Nº 7 ALTERNATIVA CUEZAS. MEMORIA**

Anejo nº 7.1. Alternativa Cuezas. Estudio Hidrológico

Apéndice 1. Datos térmicos

Apéndice 2. Datos pluviométricos

Apéndice 3. Cálculos pluviométricos dobles acumulaciones entre estaciones  
ajuste por Gumbel y SQRT máx

Apéndice 4. Índices y clasificaciones climáticas

Apéndice 5. Salida de resultados modelo Hec-Ras

Planos

## **TOMO 6**

- Anejo nº 7.2. Alternativa Cuezas. Estudio de laminación
- Anejo nº 7.3. Alternativa Cuezas. Cálculos hidráulicos
- Anejo nº 7.4. Alternativa Cuezas. Estudio de expropiaciones
- Anejo nº 7.5. Alternativa Cuezas. Servicios afectados

## **TOMO 7**

### **ANEJO Nº 8 ALTERNATIVA RECRECIMIENTO DE CAMPORREDONDO Y COMPUERTO**

- Anejo nº 8.1. Alternativa recrecimiento de Camporredondo y Compuerto.  
Trabajos topográficos
- Anejo nº 8.2. Alternativa recrecimiento de Camporredondo y Compuerto.  
Geología y geotecnia
- Anejo nº 8.3. Alternativa recrecimiento de Camporredondo y Compuerto.  
Estudio hidrológico
- Anejo nº 8.4. Alternativa recrecimiento de Camporredondo y Compuerto.  
Cálculos de estabilidad
- Anejo nº 8.5. Alternativa recrecimiento de Camporredondo y Compuerto.  
Cálculos estructurales
  - Apéndice 1. Cálculo de la presa actual de Camporredondo
  - Apéndice 2. Cálculo de la presa recrecida de Camporredondo
  - Apéndice 3. Estudio tensional de la presa actual de Compuerto
  - Apéndice 4. Estudio tensional de la presa recrecida de Compuerto. Bloques centrales. Embalse lleno. Estudio tensional de la presa actual de Compuerto
  - Apéndice 5. Estudio tensional de la presa recrecida de Compuerto. Bloques centrales. Embalse vacío
  - Apéndice 6. Estudio tensional de la presa recrecida de Compuerto. Bloques laterales. Embalse lleno
  - Apéndice 7. Estudio tensional de la presa recrecida de Compuerto. Bloques laterales. Embalse vacío
- Anejo nº 8.6. Alternativa recrecimiento de Camporredondo y Compuerto  
Cálculos hidráulicos

Planos

### **ANEJO Nº 9 ALTERNATIVA EMBALSE DE VIDRIEROS**

- Apéndice 1. Afecciones producidas por el embalse de vidrieros
- Planos

### **ANEJO Nº 10 ALTERNATIVA Balsa de Fuentes de Nava**

- Apéndice 1. Planos

## **TOMO 8**

PLANOS

## **TOMO 9**

PRESUPUESTO



		CLAVE:
		<b>02.803.229</b>
TIPO:	<b>ANTEPROYECTO</b>	REF. CRONOLOGICA:
		<b>11/2012</b>

CLASE
TITULO BASICO:
<b>REGULACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL CARRIÓN</b>
<b>ANTEPROYECTO EMBALSES DE LAS CUEZAS</b>

PROVINCIA:	PALENCIA	CLAVE:	34
TÉRMINO MUNICIPAL:	VARIOS	CLAVE:	-
RÍO:	CARRIÓN	CLAVE:	2012814

DIRECTOR DEL PROYECTO:	D. JOSÉ IGNACIO DÍAZ-CANEJA RODRÍGUEZ		
CONSULTOR			FECHA:
			<b>NOVIEMBRE 2012</b>

## ANEJO Nº 8. ALTERNATIVA RECRECIMIENTO DE CAMPORREDONDO Y COMPUERTO

## REGULACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL CARRIÓN ANTEPROYECTO EMBALSES DE LAS CUEZAS

### ANEJO Nº 8 ALTERNATIVA RECRECIMIENTO DE CAMPORREDON- DO Y COMPUERTO

#### ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ESTUDIOS PREVIOS .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS .....</b>	<b>2</b>
2.1.1. CARTOGRAFÍA GENERAL .....	2
2.1.2. CARTOGRAFÍA DE DETALLE .....	2
<b>2.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ESTUDIO DE RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE CAMPORREDONDO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....</b>	<b>4</b>
<b>3.3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES Y DE ESTABILIDAD .....</b>	<b>5</b>
<b>3.4. ESTUDIO DE AFECCIONES Y REPERCUSIONES HIDROELÉCTRICAS.....</b>	<b>6</b>
<b>4. ESTUDIO DE RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE COMPUERTO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES Y DE ESTABILIDAD.....</b>	<b>8</b>
<b>4.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....</b>	<b>8</b>
<b>4.4. ESTUDIO DE AFECCIONES Y REPERCUSIONES HIDROELÉCTRICAS.....</b>	<b>8</b>
<b>5. DESCRIPCION DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1. SOLUCIÓN ADOPTADA CAMPORREDONDO .....</b>	<b>9</b>

5.2.	SOLUCIÓN ADOPTADA COMPUERTO .....	11
6.	AFECCIONES .....	12
6.1.	INTRODUCCIÓN .....	12
6.2.	AFECCIONES PRODUCIDAS POR EL RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE CAMPORREDONDO .....	12
6.2.1.	AFECCIONES POR INUNDACIÓN. SUPERFICIES DE INUNDACIÓN .....	12
6.2.2.	INFRAESTRUCTURAS AFECTADAS.....	13
6.2.3.	RECRECIMIENTO DEL AZUD DEL ARROYO MIRANDA .	15
6.2.4.	AFECCIONES EN LA PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA .	17
6.2.4.1.	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CONSIDERADAS .....	17
6.3.	AFECCIONES PRODUCIDAS POR EL RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE COMPUERTO.....	18
6.3.1.	AFECCIONES POR INUNDACIÓN DEL RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE COMPUERTO A LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CAMPORREDONDO.....	18
6.3.2.	SUPERFICIES DE INUNDACIÓN. ....	19
6.3.3.	INFRAESTRUCTURAS.....	19
6.3.4.	TRASVASE DE BESANDE.....	20
6.3.5.	AFECCIONES EN LA PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA .	21
6.3.5.1.	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CONSIDERADAS .....	21
7.	VALORACION ECONÓMICA DE LAS OBRAS .....	22
8.	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANEJO 8. RECRECIMIENTO DE CAMPORREDONDO Y COMPUERTO. .....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

Las aportaciones medias de la cuenca del río Carrión están reguladas por los embalses de Camporredondo y Compuerto, con el apoyo del trasvase desde el embalse de Besande a Compuerto.

Las aportaciones en la zona alta de la cuenca exceden ampliamente al volumen regulado anualmente por estos embalses, lo que ha llevado desde tiempo atrás a plantear la necesidad de buscar nuevas soluciones para incrementar la capacidad de regulación de los propios recursos excedentes en la cuenca para atender las demandas.

Una de las soluciones que se plantearon para incrementar el volumen de regulación en primeras fases de estudios, consistían en los recrecimientos de los embalses de Camporredondo y Compuerto.

Para la redacción del presente anejo, se han revisado los Anteproyectos de Recrecimiento de los embalses de Camporredondo y Compuerto redactados por la empresa Compañía General de Sondeos S.A. (a partir de ahora CGS) en el año 1.999, y también se han consultado los proyectos del embalse de Vidrieros, redactados por INTECSA en el año 1.987 y por FERROVIAL S.A. en el año 1.991.

Como ya se apuntaba en los estudios anteriores, las limitaciones de la altura de recrecimiento vienen impuestas por las afecciones de las zonas inundables, y concretamente en la población de Triollo. Teniendo en cuenta y revisando todo lo analizada en dichos estudios, se concluye que el máximo recrecimiento aceptable es de 4 m de altura.

Durante el mes de mayo de 2.010 técnicos de ACCIONA Ingeniería han comprobado las afecciones mencionadas en los anteproyectos existentes. En el citado mes de mayo tanto el embalse de Compuerto como el de Camporredondo estaban muy cerca de su máximo nivel normal, por lo que se pudo constatar las posibles afecciones de un recrecimiento de una forma muy fiable. De hecho se comprobó que existen afecciones no mencionadas en dichos estudios, y algunas afecciones citadas no eran tales.

En los apéndices al presente anejo, se incluyen las conclusiones que se obtuvieron en los diferentes anejos realizados por CGS en el año 1.999, que se ha comprobado que siguen siendo plenamente vigentes. Se procede a continuación a dar una descripción de los estudios realizados en los recrecimientos de ambas presas de estudio.

## 2. ESTUDIOS PREVIOS

Para el desarrollo de esta solución se han realizado la revisión de los siguientes estudios y trabajos previos, que han quedado recogidos en los correspondientes apéndices a este Anejo:

- Trabajos topográficos
- Geología y geotecnia
- Estudio hidrológico
- Cálculo de estabilidad
- Cálculos estructurales
- Cálculos hidráulicos

### 2.1. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

#### 2.1.1. CARTOGRAFÍA GENERAL

En los estudios de los Anteproyectos de Recrecimiento de los embalses realizado por CGS, se elaboró una cartografía general a escala 1:10.000 con curvas de nivel cada 5 metros, a partir de la información topográfica proporcionada por la Junta de Castilla y León, correspondiente al Espacio Natural de Fuentes Carrionas.

Por otra parte, entre los trabajos realizados específicamente para dicho Anteproyecto se incluyó la obtención de una cartografía del vaso a escala **1:2.000** con curvas de nivel cada medio metro, a partir de la información proporcionada por la Confederación Hidrográfica del Duero, y procedente del *Estudio de las Normas de Explotación del embalse de Compuerto y Camporredondo*.

Posteriormente, para la elaboración del presente anejo, se ha contado con la cartografía elaborada por la Junta de Castilla y León a escala 1:10.000.

#### 2.1.2. CARTOGRAFÍA DE DETALLE

Para confeccionar la planta geológica de detalle y para realizar el diseño de las obras, se considera suficiente la cartografía obtenida de los planos topográficos de la cerrada, mediante vuelo fotogramétrico, apoyo de campo y restitución analítica a escala 1:500 con equidistancias de medio metro, en los Anteproyectos de Recrecimiento de los embalses realizado por CGS.

## 2.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

A partir del conocimiento disponible tras la realización del estudio geológico y geotécnico general desarrollado en los estudios anteriormente mencionados, se realiza una supervisión más detallada.

Las condiciones geológicas y geotécnicas, tanto relativas a permeabilidad y estabilidad de laderas en la nueva zona a inundar, como de aptitud de la cerrada, resultan ser favorables para el recrecimiento.

En el Apéndice nº2 se recoge el estudio geológico y geotécnico, incluyendo una planta geológica de detalle de las cerradas sobre la base topográfica a escala 1:500.

## 3. ESTUDIO DE RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE CAMPORREDONDO

### 3.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Tras analizar la información existente, se observa que se establecen las aportaciones medias a la cuenca vertiente y los caudales máximos de avenida correspondientes a diferentes periodos de retorno. También se calcula el hidrograma de avenida para los periodos de retorno de 500 y 1.000 años (simulación mediante el programa HEC-1) para el estudio de laminación.

Las precipitaciones medias anuales sobre la cuenca vertiente (231 km<sup>2</sup>.) se estiman en 1.277 mm, lo que da un volumen de precipitaciones de 295 hm<sup>3</sup>/año. La aportación media en régimen natural del río Carrión en el embalse de Camporredondo es de 233,5 hm<sup>3</sup>/año. Los caudales máximos de avenida son los siguientes:

Período de retorno (años)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
5	275
10	365
25	490
50	585
100	690
500	915
1.000	1.025

En el Apéndice nº3 del presente documento, se recoge el estudio hidrológico.

### 3.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

En el Apéndice nº6 del presente documento, se encuentran recogidos los cálculos hidráulicos de las curvas de remanso en la cola del embalse de Camporredondo, el dimensionamiento y comprobaciones hidráulicas de los aliviaderos (margen izquierda y margen derecha) y el estudio de laminación de avenidas.

El remanso que crea el embalse de Camporredondo se ha estudiado para diferentes alturas de recrecimiento, variables entre 2 y 5 m. Las avenidas de cálculo han sido las correspondientes a 500 y 1.000 años de período de retorno, que presentan caudales punta de 915 y 1.025 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

El recrecimiento de Camporredondo hasta una altura de 5 metros no introduce mayores riesgos de inundación en el núcleo urbano de Triollo que los actuales.

Sin embargo, a la vista de los niveles de lámina resultantes de los cálculos, se ha considerado que un recrecimiento mayor de 4 metros produciría una ocupación de terrenos en las inmediaciones de esta localidad que resulta inaceptable para el normal desarrollo de las actividades de esta población. Por tanto, se ha limitado a esta altura el máximo recrecimiento viable de la presa.

Debido a que en todos los casos estudiados se presenta una sección crítica en el mismo lugar, el nivel de inundación aguas arriba de este punto no depende de la altura de recrecimiento de la presa. Para cualquier recrecimiento inferior a 5 metros, la máxima altura de lámina en el extremo aguas arriba del remanso alcanza la cota 1.300,12 msnm en la avenida de 500 años y la cota 1.300,33 msnm en la avenida de 1.000 años.

La presa de Camporredondo dispone de un aliviadero en cada margen, ambos de un solo vano y con compuertas. Los dos aliviaderos descargan al cauce mediante un dispositivo de lanzamiento. La capacidad conjunta de estos dos aliviaderos es de 414 m<sup>3</sup>/s con el embalse a su máximo nivel normal (1.290,70 msnm).

Como en la solución adoptada no se han cambiado las dimensiones de los aliviaderos deberían mantenerse sus actuales capacidades, aunque quizás aumenten ligeramente por haber perfeccionado las formas hidráulicas de los vertederos, y porque se ha elevado el labio respecto al fondo, disminuyendo por tanto las velocidades de acercamiento. Además, como el recrecimiento del embalse reforzará el efecto de laminación, los resguardos serán siempre mayores.

Con la nueva definición de los dos aliviaderos para la presa recrecida, los canales de descarga funcionan con velocidades mayores, y dado que los caudales de los aliviaderos son iguales o inferiores que antes del recrecimiento, debe esperarse un resguardo mayor en los cajeros del canal de descarga.

Sin embargo, debido a las mayores velocidades y la existencia de tramos de fuerte curvatura a la entrada de los canales de descarga, es posible que el funcionamiento de éstos no sea el más adecuado. Se considera que estos problemas podrán solucionarse peraltando la soleira de los canales de descarga en los tramos en curva. La definición geométrica de este peraltado u otra solución que resuelva el problema debería proyectarse mediante ensayos hidráulicos en modelo reducido.

A partir de las curvas características de los aliviaderos, se estudia el efecto de laminación producido por el embalse recrecido para las avenidas de 500 años y 1000 años de período de retorno.

Para el hidrograma de la avenida de 500 años de período de retorno, el caudal punta de entrada es de  $915 \text{ m}^3/\text{s}$ , y el caudal máximo desaguado es de  $618 \text{ m}^3/\text{s}$  (abriendo las compuertas de los dos aliviaderos). Con el hidrograma de la avenida de 1.000 años de período de retorno, el caudal punta entrante es  $1.025 \text{ m}^3/\text{s}$  y el caudal máximo desaguado es  $663 \text{ m}^3/\text{s}$  (abriendo ambas compuertas).

### **3.3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES Y DE ESTABILIDAD**

La presa de Camporredondo está considerada como de tipo gravedad, de planta curva, con el paramento de aguas arriba vertical y el de aguas abajo con un talud  $0,8H / 1V$ . Como fue construida sin juntas, y dado que la cuerda (160 m) y el radio (220 m) en coronación son relativamente pequeños en relación a la altura de la presa (75,50 m), los empujes debidos a la carga de agua son transmitidos al terreno predominando el efecto arco sobre el efecto ménsula. Por ello, la presa debería ser considerada más bien como del tipo arco-gravedad.

Esta presa fue construida de hormigón ciclópeo, encofrado entre muretes de mampostería concertada y sin juntas de contracción. Las galerías construidas en el cuerpo de presa han puesto a la vista un hormigón con una calidad mejor que aceptable. Consideramos que la presa se encuentra en buenas condiciones generales, y en excelentes condiciones de seguridad desde el punto de vista de la estabilidad y de la resistencia.

La solución adoptada para el recrecimiento consiste en la demolición y posterior hormigonado de un nuevo bloque más alto en la coronación de la presa. Los cálculos estructurales

se han basado en determinar la anchura del bloque (y por tanto, la cota de su base), con la condición de no alterar significativamente el estado tensional de la presa en zonas suficientemente alejadas de la coronación.

En el Apéndice nº4 se adjunta el estudio del estado tensional de la presa en la situación actual y una vez recrecida, considerando únicamente la hipótesis de carga de embalse lleno.

Del análisis de los resultados de las diversas alternativas y de las diversas hipótesis de cálculo que han sido consideradas, se deduce que el recrecimiento con un bloque de 9 m de ancho es la solución más adecuada.

El recrecimiento diseñado no puede alterar significativamente el estado tensional de la presa en zonas suficientemente alejadas de la coronación; se ha calculado que podría incrementar alrededor de un 6% las tensiones en la parte baja de la presa y un 10 ó 12% las tensiones en la zona media de la misma. El estado tensional en el tercio superior de la presa se ha comprobado en el Apéndice nº5. Las tracciones más desfavorables en los hornigones de la presa pasan de 6,2 kg/cm<sup>2</sup> antes del recrecimiento a 6,9 kg/cm<sup>2</sup> después del mismo, y los valores más desfavorables de las compresiones pasan de 17,7 a 19,5 kg/cm<sup>2</sup>.

### **3.4. ESTUDIO DE AFECCIONES Y REPERCUSIONES HIDROELÉCTRICAS**

Se analiza la documentación aportada en el anteproyecto de CGS acerca de las afecciones a la producción de la energía eléctrica. Del anteproyecto se extrae que el recrecimiento del embalse de Camporredondo produce una disminución de la producción hidroeléctrica de 0,9 GWh/año, y el recrecimiento del embalse de Compuerto provoca un incremento de la producción hidroeléctrica de 0,3 GWh/año, con lo que ambos recrecimientos se compensan resultando un déficit de producción de energía eléctrica de 0,6 GWh/año.

A falta de un análisis más exhaustivo parece lógico pensar que con los recrecimientos, la producción de energía como mínimo se mantendrá y lo más probable es que aumente, ya que se incrementa el volumen de agua almacenado y por tanto aumenta la energía potencial disponible. Este incremento de energía acumulada repercutirá en un mayor número de horas de funcionamiento de las centrales hidroeléctricas.

Por otro lado, aunque con el recrecimiento de Compuerto se reduzca algo el salto neto de Camporredondo, el salto neto de Compuerto si se verá incrementado. Debido a que la capacidad de producción de energía de Compuerto es bastante superior a la de Camporre-

dondo, el efecto global del recrecimiento de ambas presas producirá un incremento de la producción de la energía eléctrica.

Las características básicas de todos los aprovechamientos hidroeléctricos que se han analizado en el anteproyecto de CGS y que se verían afectados por los recrecimientos de los embalses de Camporredondo y de Compuerto son las siguientes:

CENTRAL	TIPO	PROPIETARIO	SALTO (m)	COTA DE TURBINAS	CAUDAL TURBINBLE MÁX. (m <sup>3</sup> /s)	POTENCIA INSTALADA (kW)	POTENCIA PRODUCI- BLE (GWh)
Camporre- dondo	Pie de presa	MINICENTRA- LES DOS		1224,7	22,0	11600	24,5
Compuerto	Pie de presa	IBERDROLA S.A.		1114,1	24,0	20000	52
Acera de la Vega	Flu- yente	IBERDROLA S.A.	54,2		18,0		
Villalba	Flu- yente	IBERDROLA S.A.	79,6		18,0		

## 4. ESTUDIO DE RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE COMPUERTO

### 4.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Tras analizar la información existente, el estudio hidrológico (correspondiente al Apéndice nº3, extraído del Anteproyecto de CGS), se establece las aportaciones medias a la cuenca vertiente y los caudales máximos de avenida correspondientes a diferentes periodos de retorno. Finalmente se calcula el hidrograma de avenida para el período de 500 años (simulación mediante el programa HEC-1) para el estudio de laminación.

Las precipitaciones medias anuales sobre la cuenca vertiente (314 km<sup>2</sup>.) se estiman en 1.252 mm, lo que da un volumen de precipitaciones de 393 hm<sup>3</sup>/año. La aportación media en régimen natural del río Carrión en el embalse de Compuerto es de 290,4 hm<sup>3</sup>/año. Los caudales máximos de avenida son los siguientes:

Período de retorno (años)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
5	98
10	130
25	170
50	202
100	237
500	319

En el Apéndice nº3 del presente documento, se recoge el estudio hidrológico.

#### **4.2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES Y DE ESTABILIDAD**

Para la definición de la solución de la presa de Compuerto, CGS realizó diversos cálculos y comprobaciones tensionales, que incluyeron el dimensionamiento de los cables de anclaje.

Uno de los criterios para el dimensionamiento de las soluciones que se plantearon, fue que la presa recrecida no tuviera unos coeficientes de seguridad ni un estado tensional más desfavorables que los propios de la situación actual, antes del recrecimiento.

Por tanto, para comprobar que se cumplieran estos criterios, se determinó los coeficientes de seguridad de la presa (estabilidad) en cada situación. Estos cálculos han sido recogidos en el apéndice nº4 del presente documento.

Con objeto de determinar los tensionales actuales y los correspondientes a cada una de las tres soluciones que fueron planteadas, se realizó un estudio tensional mediante el método de los elementos finitos que se adjunta en el apéndice nº5. Se adjunta el dimensionamiento y la disposición de los anclajes de la solución C realizado, en el mismo apéndice.

#### **4.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

En el apéndice nº6 se encuentran los cálculos hidráulicos de las curvas de remanso más desfavorables en la cola del embalse de Compuerto, así como la justificación hidráulica del aliviadero y el estudio de laminación de avenidas.

#### **4.4. ESTUDIO DE AFECCIONES Y REPERCUSIONES HIDROELÉCTRICAS**

En el anteproyecto de CGS se analizaron los cambios en la producción hidroeléctrica que produciría el recrecimiento del embalse de Compuerto a su propia central de pie de presa, a la de Camporredondo, a la de Acera de la Vega y a la de Villalba de Guardo. Como ya se ha indicado con anterioridad, en base a la información aportada en el ante-

proyecto, el recrecimiento de 4 metros del embalse de Compuerto, produciría un efecto global de un incremento en la producción de energía eléctrica de 0,3 Gwh/año.

Según los cálculos de los anteproyectos de CGS, el recrecimiento de 4 metros del embalse de Camporredondo produciría una reducción de la producción de la energía eléctrica de 0,9 Gwh/año, con lo que con efecto global de ambos recrecimientos resulta un déficit de la producción de energía eléctrica de 0,6 Gwh/año. Estas reducciones sólo tienen que ver con la modificación del salto neto disponible, no sobre el potencial de caudales turbinables.

En cualquier caso debemos de señalar que la producción conjunta de las centrales de pie de presa de las presas de Compuerto y Camporredondo es de unos 76,5 Gwh/año, por lo que una disminución de producción de 0,6 Gwh/año, representa un descenso de la producción del 0,78 % que es, evidentemente, muy inferior a cualquier otra incertidumbre en la producción.

Además, tal y como comentamos anteriormente, y a falta de un análisis más exhaustivo, estimamos que la producción de la energía hidroeléctrica, a nuestro juicio, como mínimo se mantendrá y muy probablemente se vea incrementada al recrecer ambos embalses en 4 metros, ya que, se va a aumentar la cantidad de agua almacenada, y por tanto la energía potencial disponible, por lo que las horas de producción de energía eléctrica se incrementarán, siendo por tanto esperable que se aumenten los Gwh/año producidos.

## **5. DESCRIPCION DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

### **5.1. SOLUCIÓN ADOPTADA CAMPORREDONDO**

La presa de Camporredondo está emplazada inmediatamente aguas abajo de la confluencia entre los ríos Carrión y Cardaño. El cuerpo de presa es fábrica de hormigón ciclópeo encofrado entre muros de mampostería, y sin juntas. Tiene planta curva (radio 220 m) y tipo gravedad. La sección transversal es de perfil triangular, con talud vertical aguas arriba y talud 0,80 aguas abajo. Está cimentada sobre cuarcitas, con una altura de 67,5 m sobre el cauce y 75,5 m sobre cimientos.

Los dos aliviaderos descargan al cauce mediante un dispositivo de lanzamiento. El canal de descarga del aliviadero de la margen izquierda es un túnel con planta curva, mientras que el correspondiente al aliviadero de la margen derecha es de sección rectangular, de anchura variable, con un tramo inicial de planta curva y en túnel de unos 40 m de longitud, y un tramo final con planta recta y anchura ligeramente creciente.

Con el embalse a su máximo nivel normal (1.290,70 msnm), la capacidad conjunta para ambos aliviaderos es de 414 m<sup>3</sup>/s (202 m<sup>3</sup>/s desaguados por el aliviadero de la margen

derecha y 212 m<sup>3</sup>/s por el aliviadero de la margen izquierda). Con el embalse situado en su máximo nivel extraordinario (1.291,65 msnm, según el cálculo de laminación para la avenida de 500 años), la capacidad conjunta llega a los 559 m<sup>3</sup>/s, de los cuales 265 m<sup>3</sup>/s serían desaguados por la margen derecha y 294 m<sup>3</sup>/s por la margen izquierda.

La tipología de la presa, la naturaleza de los materiales y el sistema constructivo empleados, hacen que los empujes deban ser transmitidos al terreno con predominio del efecto arco sobre el efecto ménsula, y la presa debería ser considerada más bien como del tipo arco-gravedad, con predominio del efecto arco sobre el efecto de gravedad.

El diseño del recrecimiento se ha realizado respetando este comportamiento estructural, mediante un bloque de hormigón que trabaje como arco y que transmita los empujes hacia los estribos. Una vez fijada en 4 metros la altura del recrecimiento (ver Apéndice nº4), para dimensionar la anchura del bloque se ha calculado el comportamiento estructural de esta solución tanteando valores de 6, 9 y 12 m. Del análisis de los resultados para las diversas alternativas, y de las hipótesis de cálculo consideradas (ver Apéndice nº5), se deduce que la solución más adecuada es el recrecimiento con un bloque de 9 metros de anchura, que supone una anchura de 7,60 m de calzada entre pretilas, a la cota 1.296,20 msnm.

El recrecimiento de la presa exige la elevación del labio de los aliviaderos. La solución adoptada consiste en recrecer únicamente la parte del vertedero, manteniendo en lo posible los canales de descarga y el sistema de lanzamiento al río, manteniendo la anchura del labio y las dimensiones de las compuertas. Será necesario acomodar la nueva posición de las compuertas sobre el perfil del vertedero recrecido.

Se mantiene la capacidad de ambos aliviaderos; o más bien aumenta ligeramente. Además, con el embalse recrecido, el efecto de laminación se refuerza y el caudal punta de las avenidas, una vez laminadas por el embalse, disminuye. Se ha previsto la sustitución de las compuertas existentes (accionadas mediante cadenas tipo *galle* y cabestrantes) por otras nuevas con accionamiento mediante servomecanismos.

Con la nueva definición de los dos aliviaderos para la presa recrecida, los canales de descarga funcionan con velocidades mayores. Debido a estas mayores velocidades y a la existencia de tramos de fuerte curvatura a la entrada de los canales de descarga, es posible que el funcionamiento de éstos no sea el más adecuado con la nueva situación. Estos problemas podrían solucionarse de un modo sencillo, peraltando la solera de los canales de descarga en los tramos en curva. La definición geométrica de este peraltado (o de otra solución alternativa) debería abordarse en fase de proyecto mediante ensayos hidráulicos en modelo a escala reducida.

## 5.2. SOLUCIÓN ADOPTADA COMPUERTO

La presa de Compuerto es de hormigón y de gravedad, cimentada sobre cuarcitas, de planta recta. El perfil de la presa es triangular, con taludes 0,05 aguas arriba y 0,74 aguas abajo. El aliviadero de la presa está situado en los bloques centrales, y consta de dos vanos controlados por compuertas. El canal de descarga del aliviadero termina en un trampolín de lanzamiento cilíndrico.

La solución adoptada consiste en el recrecimiento de la coronación de la presa mediante hormigonado y colocación de cables de anclaje (postesados) hasta el terreno de cimentación. La altura de recrecimiento es de 4 metros, con lo que el máximo nivel normal del embalse pasaría a la cota 1.225,50.

La solución adoptada no empeora las condiciones de estabilidad, ni de resistencia de la presa actual, mantiene el número y dimensiones de las compuertas del aliviadero, y permite su ejecución sin afectar prácticamente a la explotación normal del embalse.

Al igual que en las otras soluciones contempladas, será inevitable la demolición y la reposición de la coronación y del vertedero de la presa, la adecuación del sistema de auscultación y de los caminos de acceso y/o servicio, el recrecimiento de la torre de toma de la central, el desmontaje y montaje en la nueva posición de las compuertas, y la fabricación e instalación de los hierros fijos y de los equipos para su accionamiento.

Los anclajes, dispuestos en dos planos paralelos, han sido dimensionados teniendo en cuenta los esfuerzos verticales adicionales suministrados por ellos mismos, de manera que los coeficientes de estabilidad de la presa recrecida no sean inferiores a los que tenía la presa antes de su recrecimiento.

Se han previsto 50 cables con separaciones de 2 m, diámetro nominal de 15,7 mm y una resistencia última a la tracción de  $18.000 \text{ kg/cm}^2$ . El esfuerzo máximo de trabajo es de 750 T por anclaje, y tesado al 55% de la resistencia última. Con esta disposición, los taladros para ubicar los anclajes no serán obstaculizados ni interrumpidos por las galerías, cámaras de válvulas y conductos de desagüe.

Se ha considerado que el hidrograma de la avenida máxima ( $T=1.000$  años) que entra en Compuerto es el mismo que sale de Camporredondo para ese período de retorno. El caudal punta es de  $605 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La laminación que provoca el embalse recrecido situará el máximo nivel extraordinario aproximadamente a la cota 1.226 msnm. El nivel al pie de la presa de Camporredondo alcanzará la cota 1.227,36 msnm (curva de remanso).

El recrecimiento de la presa ha sido proyectado sin que sea necesario modificar el paramento de aguas abajo por debajo de la cota 1.215,35 msnm. Sólo se necesita modificar la geometría del vertedero para dar continuidad a la carretera de la coronación y colocar las mismas compuertas de la presa actual, modificando únicamente su sistema de accionamiento. El resguardo en los cajeros permanece prácticamente inalterable. El trampolín de descarga se ha sobreelevado una altura igual a la del vertedero, y su geometría no se ha modificado, por lo que tampoco se modifica su funcionamiento hidráulico, aunque la distancia de lanzamiento será ligeramente mayor. En la situación más desfavorable, el máximo nivel en el embalse permite un resguardo de algo más de un metro. Con este nivel (1226) el aliviadero es capaz de desaguar un caudal de hasta 466 m<sup>3</sup>/s.

## **6. AFECCIONES**

### **6.1. INTRODUCCIÓN**

En primer lugar, se han revisado los anteproyectos de recrecimiento de los embalses de Camporredondo y Compuerto redactados por la empresa Compañía General de Sondeos S.A. en el año 1999. También se han consultado los proyectos del embalse de Vidrieros, redactados por INTECSA en el año 1987 y por FERROVIAL S.A. en el año 1991.

Durante el mes de mayo de 2.010 técnicos de ACCIONA Ingeniería se desplazaron a la ubicación de las obras proyectadas y revisaron las afecciones mencionadas en los anteproyectos existentes. En el citado mes de mayo tanto el embalse de Compuerto como el de Camporredondo estaban muy cerca de su máximo nivel normal, por lo que se pudo constatar las posibles afecciones de un recrecimiento de una forma muy fiable. De hecho se comprobó que existen afecciones no mencionadas en dichos estudios, y algunas afecciones citadas no eran tales.

A continuación se van a enumerar las afecciones de los recrecimientos de las presas de Compuerto y Camporredondo:

### **6.2. AFECCIONES PRODUCIDAS POR EL RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE CAMPORREDONDO**

#### **6.2.1. AFECCIONES POR INUNDACIÓN. SUPERFICIES DE INUNDACIÓN**

Las limitaciones de la altura de recrecimiento del embalse de Camporredondo vienen impuestas por las afecciones, fundamentalmente a las superficies inundables en el entorno de la localidad de Triollo.

En el anteproyecto de CGS se indicaba que una inundación de terrenos mayor que la ocasionada por el crecimiento de 4 metros alteraría gravemente el normal desarrollo de las actividades de esta población.

En el embalse actual, la superficie inundada por el máximo nivel normal (1290,7 m.s.n.m.) es de 372,7 hectáreas y el perímetro de costa es 23,5 km. En avenida extraordinaria (T=500 años), el máximo nivel se sitúa sólo 50 cm más alto (1291,2 m.s.n.m.) inundando 3 hectáreas más.

Con el crecimiento de 4 metros de altura, en situación de máximo nivel normal (1294,70 m.s.n.m.) se inunda una extensión de 437,2 hectáreas, obteniendo un perímetro de 28,2 km de costa. Por tanto, el incremento de la superficie inundada es de 64,5 ha. El máximo nivel durante la avenida de 500 años de periodo de retorno (1295,30 msnm) inunda una superficie de 406 ha, lo que supone un incremento de 26,9 hectáreas respecto a la superficie inundada con la presa actual en la misma avenida.

#### **6.2.2. INFRAESTRUCTURAS AFECTADAS**

Como se ha comentado anteriormente, en el mes de mayo de 2010 se ha realizado una visita al embalse de Camporredondo para verificar si las afecciones a infraestructuras que se indicaban en el anteproyecto de CGS siguen siendo las mismas.

En la visita se comprueba que la mayoría de las afecciones que se indicaban en el anteproyecto se mantienen, pero se detecta algunas nuevas que se detallan a continuación.

Para el estudio de afecciones se parte de la cartografía a escala 1:10.000 elaborada por la Junta de Castilla y León y tras la visita de campo se identifican las siguientes afecciones:

- Hay al menos dos viviendas que se encuentran justo en el límite de la lámina del embalse crecido, por lo que habría que estudiar con cartografía de detalle su posible afección.
- Línea eléctrica al este de Cardaño de Abajo. Se hace necesario rectificar el trazado de un tramo de línea eléctrica de media tensión en unos 1.400 metros de longitud, al quedar inundados o al borde de la inundación algunos apoyos. Tam-

bién se afecta parcialmente a una línea telefónica, pero esta parece estar en desuso.

- Línea eléctrica al este del arroyo Miranda. Esta línea viene desde la zona del embalse de Valderrianes y debido a que discurre paralela y muy cercana al embalse actual, se hace necesario alejarla del embalse en dos tramos; uno de unos 900 metros y otro de unos 600.
- Línea eléctrica y línea telefónica al suroeste de Triollo. Estas líneas cruzan el límite de la llanura de inundación del embalse recrecido, viéndose afectados algunos de sus apoyos. Habría por tanto que restituir ambas líneas en una longitud de unos 200 metros cada una.
- Caminos rurales. Es preciso retranquear o elevar la rasante de un tramo del camino que bordea el sureste del embalse (400 m) y sustituir el puente de Valderrianes que permite cruzar uno de los arroyos afluentes al embalse. La sustitución del puente es costosa ya que la orografía del terreno no permite ninguna alternativa sencilla.
- Se afectaría al menos parcialmente al cementerio de Alba de los Cardaños.
- Carretera P-210.
  - Se hace necesario rectificar el trazado de al menos dos tramos de la carretera que bordea el perímetro norte del embalse (600 y 250 m).
  - Es necesario elevar la rasante del paso sobre el arroyo que separa los Barrios del Campo y del Castro en el municipio de Alba de Cardaños.
  - Se requiere elevar la rasante de la carretera principal de acceso al Barrio del Campo en Alba de los Cardaños, que parte a su vez de la carretera P-210.

### 6.2.3. RECRECIMIENTO DEL AZUD DEL ARROYO MIRANDA

Según se indica en el anteproyecto de CGS, además de las afecciones indicadas en el apartado anterior, el recrecimiento de la presa de Camporredondo implica recrecer también el azud que cierra la desembocadura del arroyo Miranda, construido para aislar el embalse del último tramo de este cauce, donde se producen filtraciones de naturaleza kárstica.

La actual coronación de este azud se encuentra a la cota 1.291 m.s.n.m. El nivel máximo de embalse normal se situará tras el recrecimiento a la cota 1.294,70 m.s.n.m. y la cota de coronación del azud recrecido se establece a la cota 1.295 m.s.n.m., lo que supondrá unos 9 metros de altura sobre el cauce.

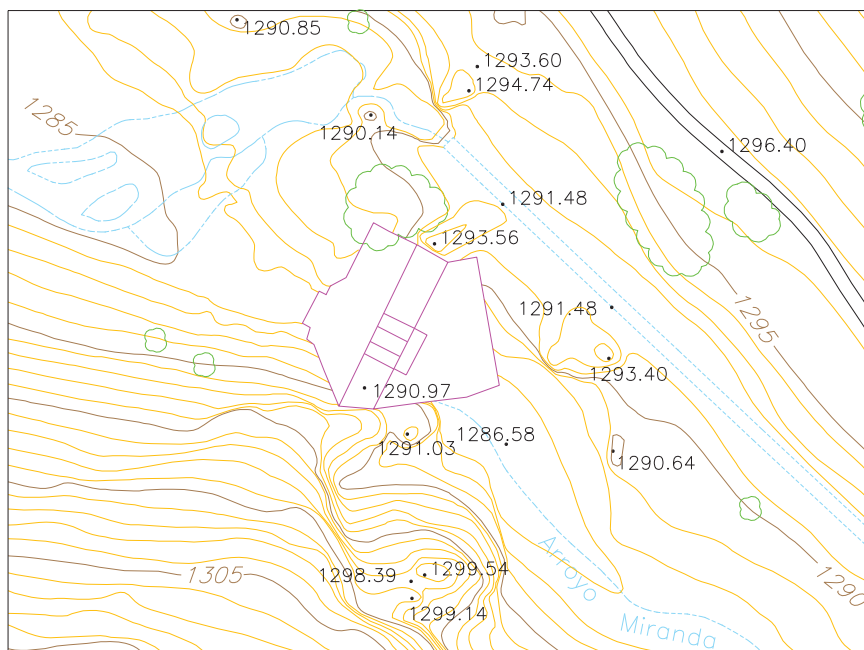
Las obras propuestas en el anteproyecto de CGS consisten en una excavación en los estribos y en la zona para ampliar la cimentación, la sustitución de un tramo del actual canal de derivación (by-pass) por una tubería de 600 mm de diámetro con válvula de control, el hormigonado sobre el azud actual (hormigón en masa con encofrado escalonado), y el desmontaje y posterior montaje de las actuales compuertas.

En las imágenes incluidas en la página siguiente se adjunta la propuesta de recrecimiento y retranqueo que propuso CGS en el azud del arroyo Miranda.

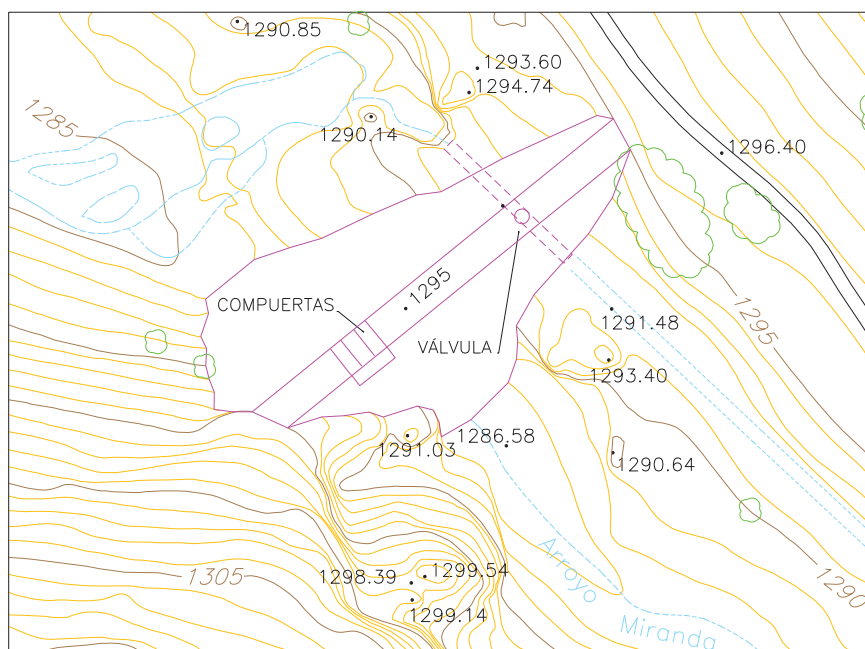
En la visita realizada se observó que para recrecer los 4 metros propuestos, es necesario desplazar el eje de la presa, lo cual implica prácticamente triplicar la longitud de coronación del azud. En el estribo izquierdo hay que evitar las infiltraciones a la zona kárstica, y en el estribo derecho la orografía del terreno es relativamente llana, por lo que se incrementa notablemente la longitud de coronación.

Por otro lado, unos 200 metros aguas arriba del azud hay construido un arenero que evita los excesos de aportaciones de sedimentos del arroyo Miranda al embalse. Este arenero cuenta con un canal lateral para el desagüe que también sería necesario restituirlo en su totalidad (unos 200 metros de longitud).

## AZUD ACTUAL



## AZUD RECRECIDO



## 6.2.4. AFECCIONES EN LA PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA

### 6.2.4.1. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CONSIDERADAS

Se ha analizado la documentación aportada en el anteproyecto de CGS acerca de las afecciones a la producción de la energía eléctrica. Del anteproyecto se extrae que el recrecimiento del embalse de Camporredondo produce una disminución de la producción hidroeléctrica de 0,9 GWh/año, y el recrecimiento del embalse de Compuerto provoca un incremento de la producción hidroeléctrica de 0,3 GWh/año, con lo que ambos recrecimientos se compensan resultando un déficit de producción de energía eléctrica de 0,6 GWh/año.

A falta de un análisis más exhaustivo parece lógico pensar que con los recrecimientos, la producción de energía como mínimo se mantendrá y lo más probable es que aumente, ya que se incrementa el volumen de agua almacenado y por tanto aumenta la energía potencial disponible. Este incremento de energía acumulada repercutirá en un mayor número de horas de funcionamiento de las centrales hidroeléctricas.

Por otro lado, aunque con el recrecimiento de Compuerto se reduzca algo el salto neto de Camporredondo, el salto neto de Compuerto si se verá incrementado. Debido a que la capacidad de producción de energía de Compuerto es bastante superior a la de Camporredondo, el efecto global del recrecimiento de ambas presas producirá un incremento de la producción de la energía eléctrica.

Las características básicas de todos los aprovechamientos hidroeléctricos que se han analizado en el anteproyecto de CGS y que se verían afectados por los recrecimientos de los embalses de Camporredondo y de Compuerto son las siguientes:

CENTRAL	TIPO	PROPIETARIO	SALTO (m)	COTA DE TURBINAS	CAUDAL TURBINBLE MÁX. (m <sup>3</sup> /s)	POTENCIA INSTALADA (kW)	POTENCIA PRODUCI- BLE (GWh)
Camporre- dondo	Pie de presa	MINICENTRA- LES DOS		1224,7	22,0	11600	24,5
Compuerto	Pie de presa	IBERDROLA S.A.		1114,1	24,0	20000	52

Acera de la Vega	Fluyente	IBERDROLA S.A.	54,2		18,0		
Villalba	Fluyente	IBERDROLA S.A.	79,6		18,0		

### **6.3. AFECCIONES PRODUCIDAS POR EL RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE COMPUERTO**

#### **6.3.1. AFECCIONES POR INUNDACIÓN DEL RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE COMPUERTO A LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CAMPORREDONDO**

Para el recrecimiento del embalse de Compuerto, la limitación de la altura de recrecimiento vendrá impuesta fundamentalmente por la afección a la central hidroeléctrica de pie de presa de Camporredondo, situada en la cola del embalse de Compuerto, y cuya cota de turbinas es la 1224,7 m.s.n.m.

El recrecimiento de 4 m sitúa el máximo nivel de embalse normal a la cota 1225,5 m.s.n.m. lo que implicaría realizar ciertas obras de protección de esta central, y que consistirían básicamente en el reforzamiento y aumento de los actuales muros perimetrales de protección para impedir la inundación de la central, y probablemente la modificación del emplazamiento de las turbinas y los cuadros eléctricos.

En base a la información aportada en el anteproyecto de CGS, para este recrecimiento y en situación extraordinaria, el máximo nivel en el vaso estaría situado aproximadamente a la cota 1226,5 m.s.n.m. El nivel de la cola del embalse al pie de la presa de Camporredondo, calculado a través de la curva de remanso (caudal máximo de 605 m<sup>3</sup>/s), alcanzaría la cota 1227,36 m.s.n.m.

Un recrecimiento superior a 4 metros requeriría desmontar la actual central y plantear una nueva ubicación de sus instalaciones, a salvo del nivel de inundación (MEN a la cota 1227,5 m.s.n.m.) lo que encarecería gravemente el coste del recrecimiento, por lo que no parece viable plantear un recrecimiento mayor.

### **6.3.2. SUPERFICIES DE INUNDACIÓN.**

La superficie del embalse actual correspondiente al máximo nivel normal (1221,5 m.s.n.m.) es de 380,1 ha, con un perímetro de costa de 21,5 km. En situación extraordinaria, el máximo nivel (1222,5 m.s.n.m.) ocuparía una extensión de 386 ha con un perímetro de 26,5 km.

El recrecimiento de 4 metros de altura significaría un incremento de la superficie inundada de 24,4 ha en situación de máximo nivel normal (1225,5 m.s.n.m.), ocupando una extensión de 404,5 ha con un perímetro de 26,4 km. En situación extraordinaria la superficie inundada es de 411,7 ha. En las cercanías de Camporredondo de Alba esta inundación afectaría a algunas parcelas de terreno, y al menos a una vivienda.

### **6.3.3. INFRAESTRUCTURAS.**

Se ha verificado que las afecciones a infraestructuras que se indicaban en el estudio de CGS siguen siendo prácticamente las mismas. En base a los planos a escala 1:10.000 de la Junta de Castilla y León, no parece probable que se produzcan nuevas afecciones. Se han detectado las siguientes afecciones:

- Central hidroeléctrica. Aunque gran parte de la central se encuentra por encima de la cota de recrecimiento de 4 metros, es necesario realizar obras de protección de la misma. Sería necesario recrecer y reforzar los muros perimetrales, y probablemente modificar la ubicación de las turbinas y de algunos cuadros eléctricos.
- Línea eléctrica en las inmediaciones de Otero de Guardo. Esta línea parece estar en desuso, pero en caso de que siga en servicio, sería necesario rectificar el trazado de una línea eléctrica de media tensión, al quedar inundados algunos apoyos.
- Caminos rurales. Es preciso retranquear y/o elevar la rasante de algunos tramos que serán invadidos por el embalse, en ambas márgenes. En total supone una longitud de unos 600 m de nuevos caminos. El camino que parte de Camporredondo de Alba y que da acceso a Valsurbio parte en la actualidad de un puente que sería necesario modificar, ya que no dispone de cota suficiente.

- Carretera P-210. Al igual que ocurre con los caminos, se hace necesario rectificar el trazado de algunos tramos de la carretera que bordea la margen derecha, e incluso sustituir un puente existente (ahora a la cota 1224,6 m.s.n.m. sobre tablero) y además construir otro puente nuevo. La longitud estimada de nueva carretera es de unos 1.500 metros.
- Camino forestal de acceso al municipio de Valcovero. El único acceso en la actualidad a este municipio se realiza mediante un camino forestal asfaltado recientemente. Este camino salva dos arroyos mediante sendos puentes, que sería necesario construirlos de nuevo, ya que la complicada orografía del terreno en esta zona no permite otras alternativas. Además, unos 500 metros del trazado actual del camino asfaltado tienen su cota por debajo de la del recrecimiento por lo que sería necesario modificar el trazado. Adicionalmente sería necesario modificar la línea eléctrica que abastece a Valcovero en unos 200 metros de longitud.
- Afecciones a viviendas. Al sur del municipio de Camporredondo de Alba hay al menos una vivienda de carácter estacional que se vería claramente afectada por el recrecimiento. Hay otras edificaciones cercanas cuyas parcelas pudieran verse ligeramente afectadas.

Un recrecimiento superior a 4 metros de altura provocaría unas afecciones sensiblemente mayores, lo que hace descartar la posibilidad de estudiar un recrecimiento mayor.

#### **6.3.4. TRASVASE DE BESANDE**

El trasvase desde el embalse de Besande (en el río Grande) al embalse de Compuerto se desarrolla en túnel (unos 3 km de desarrollo). La entrega se realiza unos 250 m aguas arriba de la presa de Compuerto, en su margen derecha. La cota inicial del túnel es la 1224,50 y al llegar al embalse de Compuerto la rasante tiene la cota 1221,65 (pendiente 0,10%). La obra de entrega termina con un aliviadero de vertido libre. La coronación del labio tiene una altura linealmente variable entre sus extremos, a las cotas 1225,8 y 1226,5. Con esta disposición, el vertido se realiza provocando la puesta en carga del túnel.

El recrecimiento de 4 m de altura situaría el máximo nivel de embalse normal (1225,5) 30 cm más abajo de la cota mínima del labio. Por tanto este recrecimiento no afectaría al trasvase. En situación extraordinaria (1226,50) el nivel del embalse desbordaría ligeramente este labio (60 cm. de altura media), pero su única trascendencia es la inundación progresiva del túnel.

Un recrecimiento superior a los 4 metros de altura precisaría reformar la obra de entrega, y cambiar la explotación del trasvase, por lo que se ha fijado como la altura máxima del recrecimiento los citados 4 metros que no afectan al túnel de trasvase.

### **6.3.5. AFECCIONES EN LA PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA**

#### **6.3.5.1. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CONSIDERADAS**

En el anteproyecto de CGS se analizaron los cambios en la producción hidroeléctrica que produciría el recrecimiento del embalse de Compuerto a su propia central de pie de presa, a la de Camporredondo, a la de Acera de la Vega y a la de Villalba de Guardo. Como ya se ha indicado con anterioridad, en base a la información aportada en el anteproyecto, el recrecimiento de 4 metros del embalse de Compuerto, produciría un efecto global de un incremento en la producción de energía eléctrica de 0,3 Gwh/año.

Según los cálculos de los anteproyectos de CGS, el recrecimiento de 4 metros del embalse de Camporredondo produciría una reducción de la producción de la energía eléctrica de 0,9 Gwh/año, con lo que con efecto global de ambos recrecimientos resulta un déficit de la producción de energía eléctrica de 0,6 Gwh/año. Estas reducciones sólo tienen que ver con la modificación del salto neto disponible, no sobre el potencial de caudales turbinables.

En cualquier caso debemos de señalar que la producción conjunta de las centrales de pie de presa de las presas de Compuerto y Camporredondo es de unos 76,5 Gwh/año, por lo que una disminución de producción de 0,6 Gwh/año, representa un descenso de la producción del 0,78 % que es, evidentemente, muy inferior a cualquier otra incertidumbre en la producción.

Además, tal y como comentamos anteriormente, y a falta de un análisis más exhaustivo, estimamos que la producción de la energía hidroeléctrica, a nuestro juicio, como mínimo se mantendrá y muy probablemente se vea incrementada al recrecer ambos embalses en 4 metros, ya que, se va a aumentar la cantidad de agua almacenada, y por tanto la energía potencial disponible, por lo que las horas de producción de energía eléctrica se incrementarán, siendo por tanto esperable que se aumenten los Gwh/año producidos.

Se recogen en los planos del presente Anejo, los planos de las afecciones descritas en los apartados anteriores y que producirían los recrecimientos de los embalses de Camporredondo y Compuerto y la construcción del embalse de Vidrieros.

## **7. VALORACION ECONÓMICA DE LAS OBRAS**

Para la estimación de los precios de las obras de cada una de las alternativas estudiadas, se ha partido de los presupuestos que figuran en los proyectos existentes. A estos precios se les han añadido o eliminado aquellas afecciones que pudieran diferir de las que existían en el momento de la elaboración de cada proyecto, y posteriormente se les ha actualizado el precio en base al IPC.

Para el valor del IPC en todos los casos se ha adoptado el que figura en el Instituto Nacional de Estadística para el mes de noviembre de 2.012, que es el último dato disponible en la fecha de elaboración del presente anejo y se corresponde con un valor del 43,8%.

Se adjunta a continuación, el resumen de los presupuestos tomados de base de los Anteproyectos de Recrecimiento de los embalses de Camporredondo y Compuerto redactados por la empresa CGS) en el año 1.999.

**RECRECIMIENTO CAMPORREDONDO**  
**Presupuesto Estimado de Ejecución Material (ptas.)**

<i>Concepto</i>	<i>Parciales</i>	<i>Totales</i>
<b>1.- RECRECIMIENTO DEL CUERPO DE PRESA</b>	282 540 000	
<b>2.- RECRECIMIENTO DEL ALIVIADERO EN MARGEN DE-RECHA</b>	96 204 880	
<b>3.- RECRECIMIENTO DEL ALIVIADERO EN MARGEN IZ-QUIERDA</b>	64 596 936	
<b>4.- VARIANTE DE LA CARRETERA P-210</b>	9 086 163	
<b>5.- RECRECIMIENTO DEL AZUD DEL ARROYO MIRANDA</b>	34 688 018	
<b>6.- INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN</b>	6 452 500	<b>493 568 497</b>
IMPREVISTOS Y VARIOS (15 %)	74 035 275	<b>74 035 275</b>
SUMA:		<b>567 603 772</b>
SEGURIDAD Y SALUD (2,5 %)	14 190 094	<b>14 190 094</b>
<b>PRESUPUESTO ESTIMADO DE EJECUCION MATERIAL (ptas)</b>		<b>581 793 866</b>

**Presupuesto Estimado de Ejecución por Contrata (ptas.)**

<i>Conceptos</i>		<i>Importes</i>
<b>PRESUPUESTO ESTIMADO DE EJECUCION MATERIAL (ptas.)</b>		581 793 866
GASTOS GENERALES (17 %)	17%	98 904 957
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	6%	34 907 632
	<b>SUMA</b>	<b>715 606 455</b>
IMPUESTO VALOR AÑADIDO	16%	114 497 033
<b>PRESUPUESTO ESTIMADO DE EJECUCION POR CONTRATA (ptas.)</b>		<b>830 103 488</b>

### **RECRECIMIENTO COMPUERTO**

#### **Presupuesto Estimado de Ejecución Material (ptas.)**

<i>Concepto</i>	<i>Parciales</i>	<i>Totales</i>
<b>1.- EXCAVACIÓN Y DEMOLICIÓN</b>	9 293 075	
<b>2.- HORMIGONADO</b>	317 205 996	
<b>3.- ANCLAJES ACTIVOS</b>	232 868 688	
<b>4.- EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS Y OBRAS ASOCIADAS</b>	145 000 000	
<b>5.- INYECCIONES</b>	2 085 000	
<b>6.- UNIDADES DIVERSAS</b>	66 000 000	<b>772 452 759</b>
IMPREVISTOS Y VARIOS (10 %)	77 245 276	<b>77 245 276</b>
SUMA:		<b>849 698 035</b>
SEGURIDAD Y SALUD (2,5 %)	21 242 451	<b>21 242 451</b>
<b>PRESUPUESTO ESTIMADO DE EJECUCION MATERIAL</b>		<b>870 940 486</b>

#### **Presupuesto Estimado de Ejecución por Contrata (ptas.)**

<i>Conceptos</i>	<i>Importes</i>
<b>PRESUPUESTO ESTIMADO DE EJECUCION MATERIAL</b>	870 940 486
GASTOS GENERALES (17 %)	148 059 883
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	52 256 429
<b>SUMA</b>	<b>1 071 256 798</b>
IMPUESTO VALOR AÑADIDO (16 %)	171 401 088
<b>PRESUPUESTO ESTIMADO DE EJECUCION POR CONTRATA</b>	<b>1 242 657 886</b>

Partiendo de estos presupuestos, se ha realizado una nueva valoración económica para actualizar el valor de las expropiaciones y servicios afectados y para adoptar el último IVA vigente (21 %).

- **Embalse de Camporredondo:** En el “Estudio de regulación adicional de la cuenca del Carrión y afluentes” redactado por CGS en Febrero del año 1.999, el coste de las obras de recrecimiento del embalse de Camporredondo se estimaron en un Presupuesto de Ejecución Material de 3.496.651,56 €. Debido a que se ha realizado una nueva valoración de los servicios afectados, se descuenta 64.370,29 € que es el valor que figura en ese estudio y se añaden 2.100.000,00 € que es el valor actualizado estimado en el presente estudio. Actualizando el precio en base al IPC de noviembre de 2.012 (43,8 %), y aplicando gastos generales, beneficio industrial e IVA del 21 %, resulta un Presupuesto Base de Licitación de 9.445.683,94 €.
- **Embalse de Compuerto:** En el “Estudio de regulación adicional de la cuenca del Carrión y afluentes” redactado por CGS en Febrero del año 2.000, el coste de las obras de recrecimiento del embalse de Camporredondo se estimaron en un Presupuesto de Ejecución Material de 5.234.457,74 €. Debido a que se ha realizado una nueva valoración de los servicios afectados, se descuenta 60.101,21 € que es el valor que figura en ese estudio y se añaden 2.338.000,00 € que es el valor actualizado estimado en el presente estudio. Actualizando el precio en base al IPC de noviembre de 2012 (43,8 %), y aplicando gastos generales, beneficio industrial e IVA del 21 %, resulta un Presupuesto Base de Licitación de 13.412.030,56 €.

El valor estimado de los recrecimientos de Camporredondo y Compuerto actualizado a noviembre de 2012, resulta ser de 22.857.714,50 €. El recrecimiento del embalse de Camporredondo logra pasar de los 70 hm<sup>3</sup> de capacidad actual de embalse a 85,4 hm<sup>3</sup>. El recrecimiento del embalse de Compuerto pasa de una capacidad actual de 95,0 hm<sup>3</sup> a una capacidad de 110,7 hm<sup>3</sup>, por lo que el volumen de almacenamiento que se incrementa con el conjunto de los dos recrecimientos es de 31,1 hm<sup>3</sup>, resultando un precio por incremento de hm<sup>3</sup> almacenado de 0,7373 €/hm<sup>3</sup>.

## **8. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANEJO 8. RECRECIMIENTO DE CAMPORREDONDO Y COMPUERTO.**

- **MEMORIA**
- **ANEJOS A LA MEMORIA**
  - ANEJO 8.1. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.
  - ANEJO 8.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.
  - ANEJO 8.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO.
  - ANEJO 8.4. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD.
  - ANEJO 8.5. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.
  - ANEJO 8.6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.
- **PLANOS**
  - 8.1 PRESA DE CAMPORREDONDO
    - 8.1.1 GEOLOGIA Y GEOTECNIA. PRESA DE CAMPORREDONDO
    - 8.1.2 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. PLANTA DE LA PRESA. SITUACIÓN ACTUAL.
    - 8.1.3 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. PLANTA DE LA PRESA. SITUACIÓN RECRECIDA.
    - 8.1.4 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. SECCIÓN DE LA PRESA. SECCIONES TIPO.
    - 8.1.5 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. ALIVADERO DE LA MARGEN DERECHA. SITUACIÓN ACTUAL.
    - 8.1.6 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. ALIVADERO DE LA MARGEN DERECHA. SITUACIÓN RECRECIDA.
    - 8.1.7 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. ALIVADERO DE LA MARGEN IZQUIERDA. SITUACIÓN ACTUAL.
    - 8.1.8 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. ALIVADERO DE LA MARGEN IZQUIERDA. SITUACIÓN RECRECIDA.
    - 8.1.9 AFECCIONES RECRECIMIENTO EMBALSE DE CAMPORREDONDO.
  - 8.2 PRESA DE COMPUERTO

- 8.2.1 GEOLOGIA Y GEOTECNIA. PRESA DE COMPUERTO
- 8.2.2 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. SITUACIÓN ACTUAL. PLANTA DE LA PRESA.
- 8.2.3 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. SITUACIÓN ACTUAL. SECCIONES TIPO.
- 8.2.4 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. RECRECIMIENTO DE COMPUERTO. SECCIONES TIPO.
- 8.2.5 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. RECRECIMIENTO DE COMPUERTO. ESTRIBOS.
- 8.2.6 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. RECRECIMIENTO DE COMPUERTO. DEFINICIÓN DE ANCLAJES.
- 8.2.7 AFECCIONES RECRECIMIENTO EMBALSE DE COMPUERTO.

## **ANEJO 8. ALTERNATIVA RECRECIMIENTO DE CAMPORREDONDO Y COMPUERTO.**

### **ÍNDICE DE PLANOS**

#### **8.1 PRESA DE CAMPORREDONDO**

8.1.1 GEOLOGIA Y GEOTECNIA. PRESA DE CAMPORREDONDO

8.1.2 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. PLANTA DE  
LA PRESA. SITUACIÓN ACTUAL.

8.1.3 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. PLANTA DE  
LA PRESA. SITUACIÓN RECRECIDA.

8.1.4 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. SECCIÓN DE  
LA PRESA. SECCIONES TIPO.

8.1.5 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. ALIVIADERO  
DE LA MARGEN DERECHA. SITUACIÓN ACTUAL.

8.1.6 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. ALIVIADERO  
DE LA MARGEN DERECHA. SITUACIÓN RECRECIDA.

8.1.7 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. ALIVIADERO  
DE LA MARGEN IZQUIERDA. SITUACIÓN ACTUAL.

8.1.8 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPORREDONDO. ALIVIADERO  
DE LA MARGEN IZQUIERDA. SITUACIÓN RECRECIDA.

8.1.9 AFECCIONES RECRECIMIENTO EMBALSE DE CAMPORREDONDO.

#### **8.2 PRESA DE COMPUERTO**

8.2.1 GEOLOGIA Y GEOTECNIA. PRESA DE COMPUERTO

8.2.2 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. SITUACIÓN AC-  
TUAL. PLANTA DE LA PRESA.

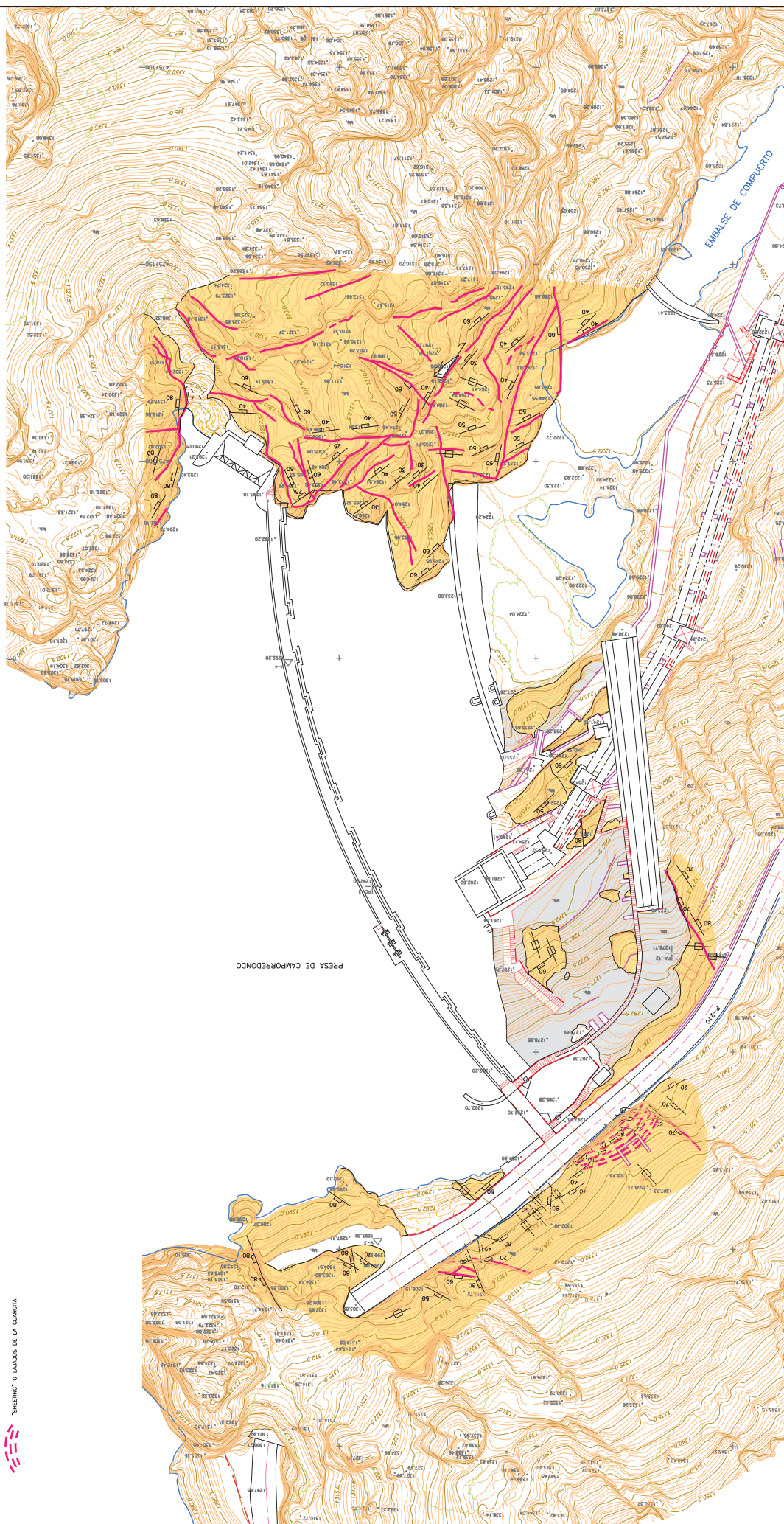
8.2.3 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. SITUACIÓN ACTUAL. SECCIONES TIPO.

8.2.4 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. RECRECIMIENTO DE COMPUERTO. SECCIONES TIPO.

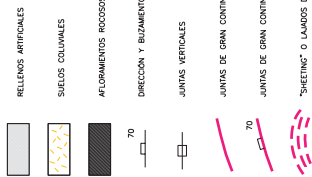
8.2.5 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. RECRECIMIENTO DE COMPUERTO. ESTRIBOS.

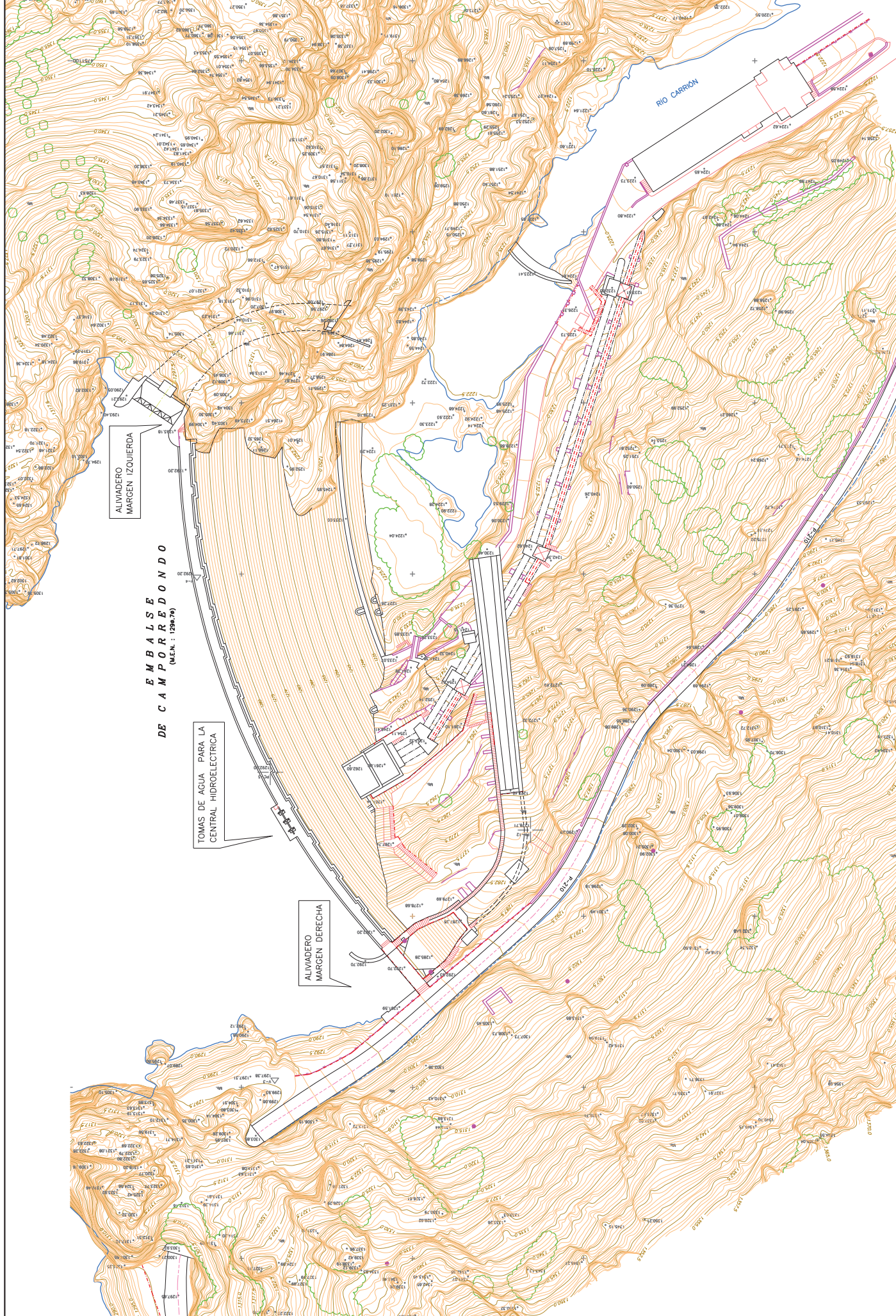
8.2.6 RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO. RECRECIMIENTO DE COMPUERTO. DEFINICIÓN DE ANCLAJES.



8.2.7 AFECCIONES RECRECIMIENTO EMBALSE DE COMPUERTO.



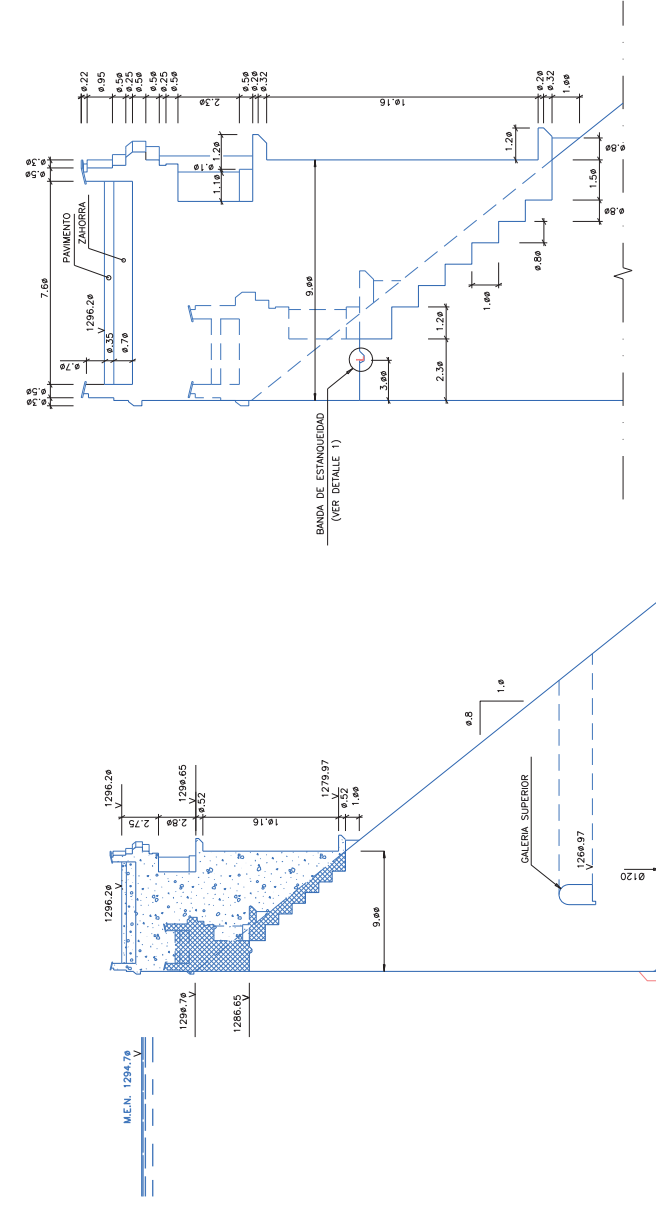
## LEYENDA





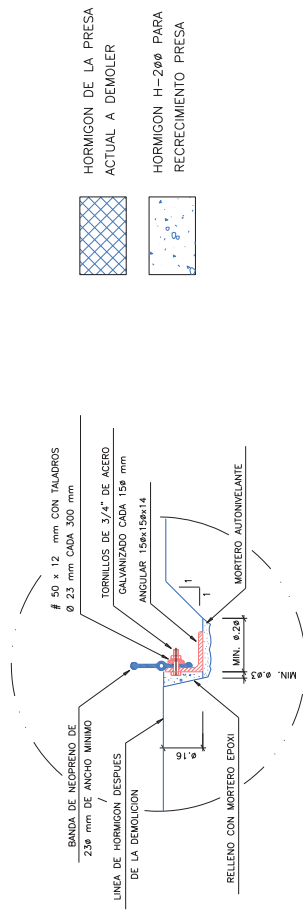
 GOBIERNO DE ESPAÑA	 MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA CONFERENCIACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CUENCA		TÍTULO DEL PROYECTO: REGULACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL CARRIÓN EMBALSE DE LAS CUÉZAS CLAVE: 02.803.229	 acciona ingeniería	EMPRESA CONSULTORA: acciona ingeniería		ESCALA ORIGINAL: 1:500 NÚMÉRICA ORIGINAL A1	FECHA: NOVIEMBRE 2012	TÍTULO DEL PLANO: RECREIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPOREDONDO PLANTA DE LA PRESA SITUACIÓN ACTUAL	PLANO Nº A8.1.2 HOJA 1 DE 1
						Escala original: 1:500 Escala gráfica: 0 10 20m					





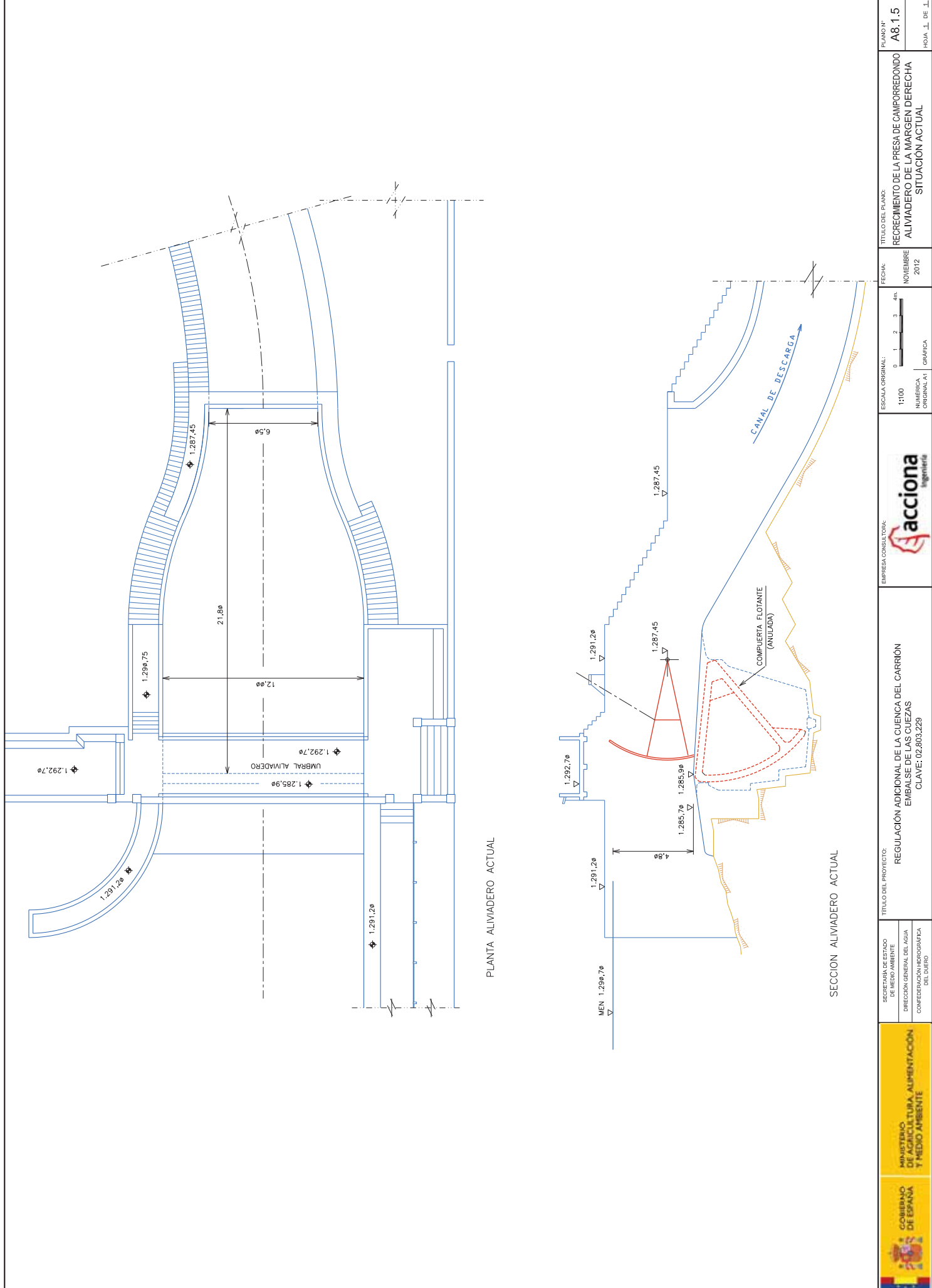
DETALLE CORONACION  
ESCALA 1:100

- m2 PICADO Y TRATAMIENTO DE SUPERFICIES DE HORMIGON	17.0
- m3 DEMOLICION DE HORMIGONES	26.6
- m3 HORMIGON H20# EN RECRECIMIENTO PRESA	106.0
- m2 ENCOFRADO EN PARAMENTOS PRESA	41.9
- m3 HORMIGON H-15# EN PAVIMENTO	2.7
- m3 ZAHORRAS	5.3
- kg DE ACERO EN ARMADURAS AEH 5# N	65



DETALLE 1  
ESCALA 1:20

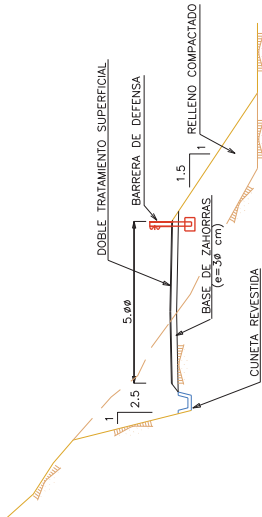
 <b>GOBIERNO DE ESPAÑA</b>	<b>MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE</b>	<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b>  REGULACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL CARRIÓN EMBALSE DE LAS CUÉZAS CLAVE: 02.803.229	<b>EMPRESA CONSULTORA:</b> 	<b>ESCALA ORIGINAL:</b> 12200  NÚMERO ORIGINAL: 1 GRÁFICA	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2012	<b>TÍTULO DEL PLANO:</b> RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPOREDONDO SECCIÓN DE LA PRESA SECCIONES TIPO	<b>PLANO N.º</b> A8: 1.4	HOJA 1 DE 1
<b>SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE</b> DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO								



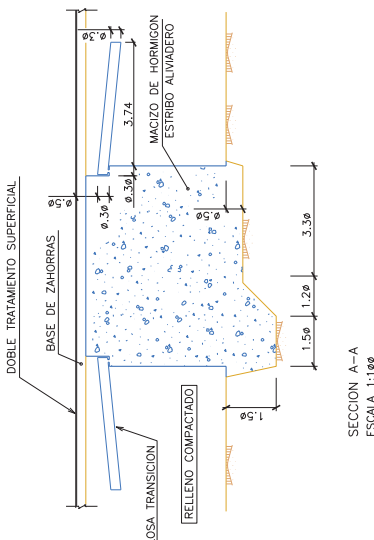


DEFINICION DEL PERFIL DEL VERTEDERO  
(ORIGEN DE COORDENADAS EN LA CRESTA)

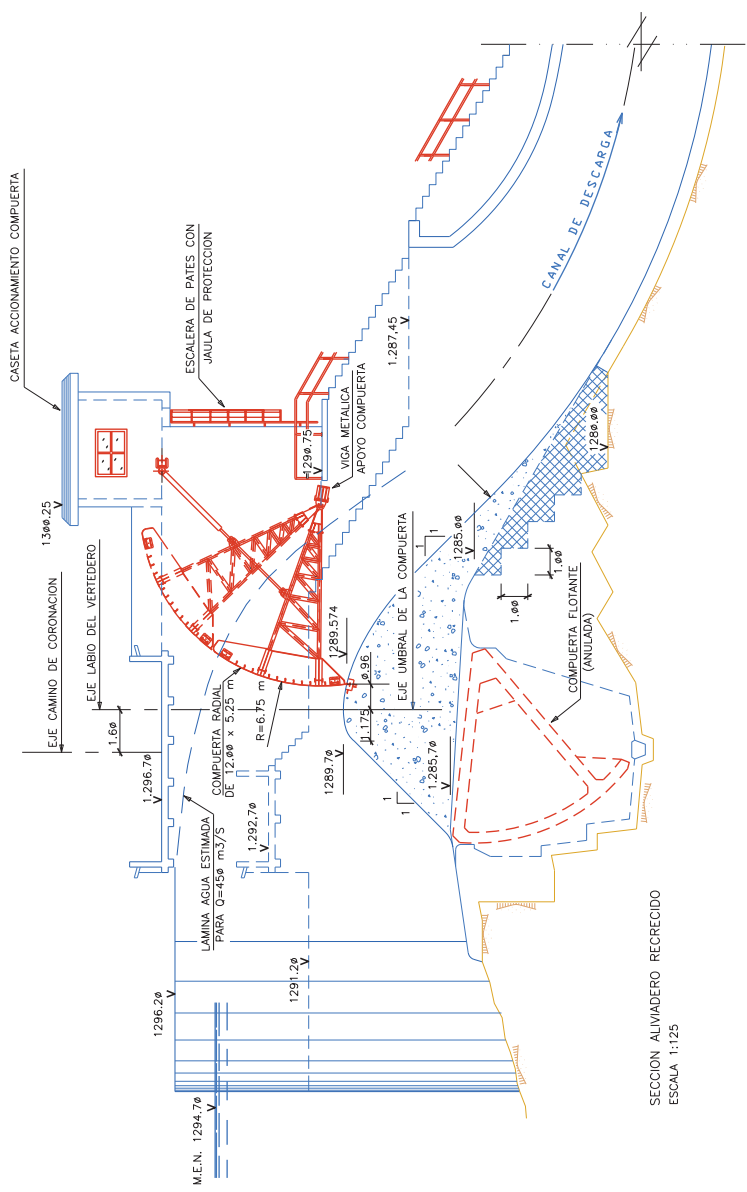
PUNTO	CUADRANTE		CUADRANTE	
	AGUAS ARRIBA	Y(m)	AGUAS ABAJO	Y(m)
Nº	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	- 0.114	0.002	0.204	0.007
3	- 0.228	0.009	0.460	0.033
4	- 0.341	0.021	0.779	0.086
5	- 0.454	0.037	1.178	0.183
6	- 0.566	0.058	1.677	0.348
7	- 0.677	0.083	2.381	0.628
8	- 0.820	0.132	3.080	1.056
9	- 0.953	0.204	4.055	1.744
10	- 1.073	0.297	5.273	2.816
11	- 1.175	0.409	5.436	2.978



SECCION TIPO VARIANTE CARRETERA  
ESCALA 1:100



SECCION A-A  
ESCALA 1:100



SECCION ALIVIADERO RECRECIDO  
ESCALA 1:125



GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CUENCA

TÍTULO DEL PROYECTO:

REGULACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL CARRIÓN

EMBASE DE LAS CUEZAS

CLAVE: 02.803.229

EMPRESA CONSULTORA:



ESCALA ORIGINAL:

1:100

NUMÉRICA ORIGINAL A1

GRÁFICA

FECHA:

NOVIEMBRE 2012

TÍTULO DEL PLANO:

RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE CAMPOREDONDO

ALIVIADERO DE LA MARGEN DERECHA

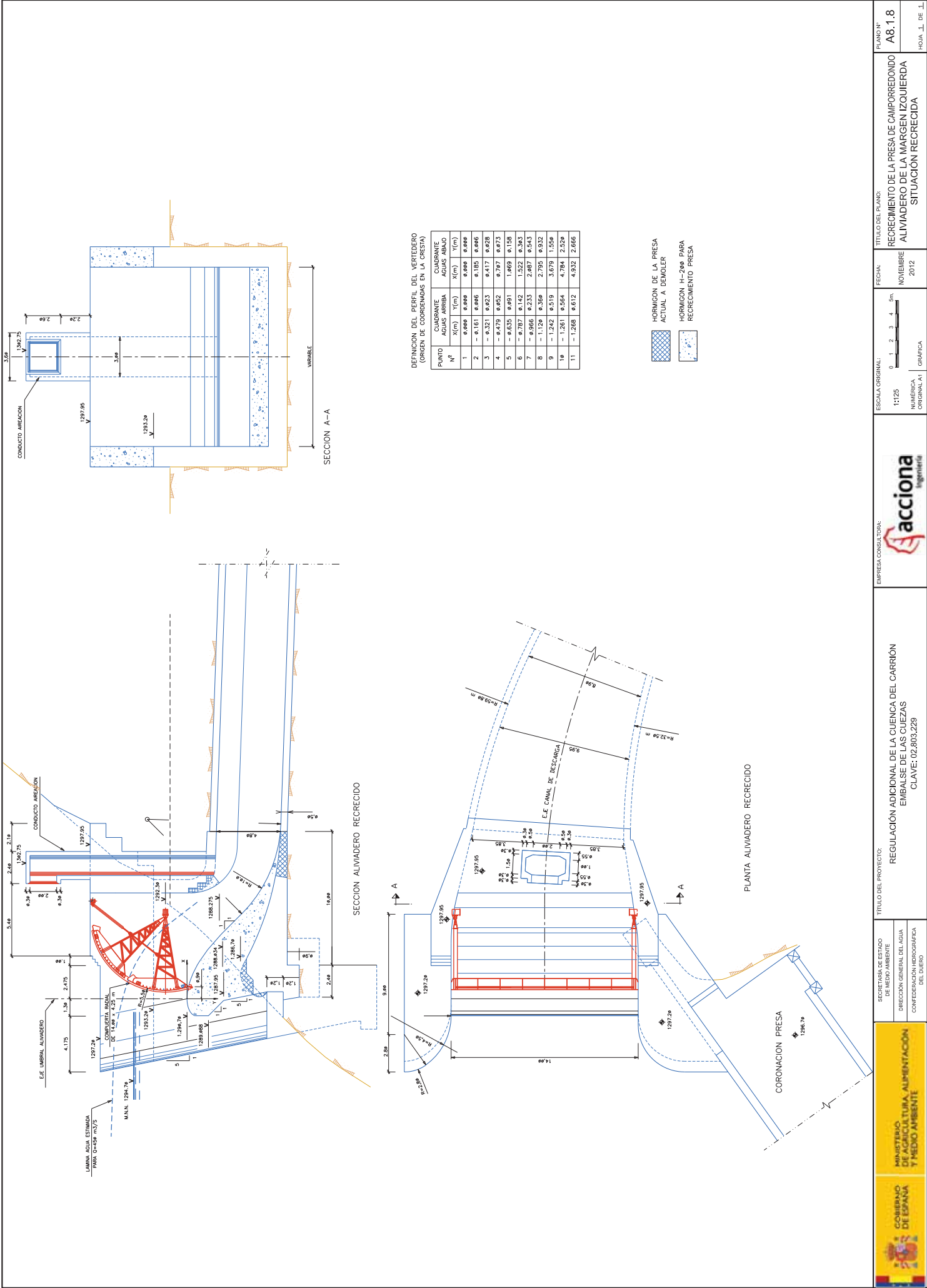
SITUACIÓN RECRECIDA

PLANO Nº

A8.1.6

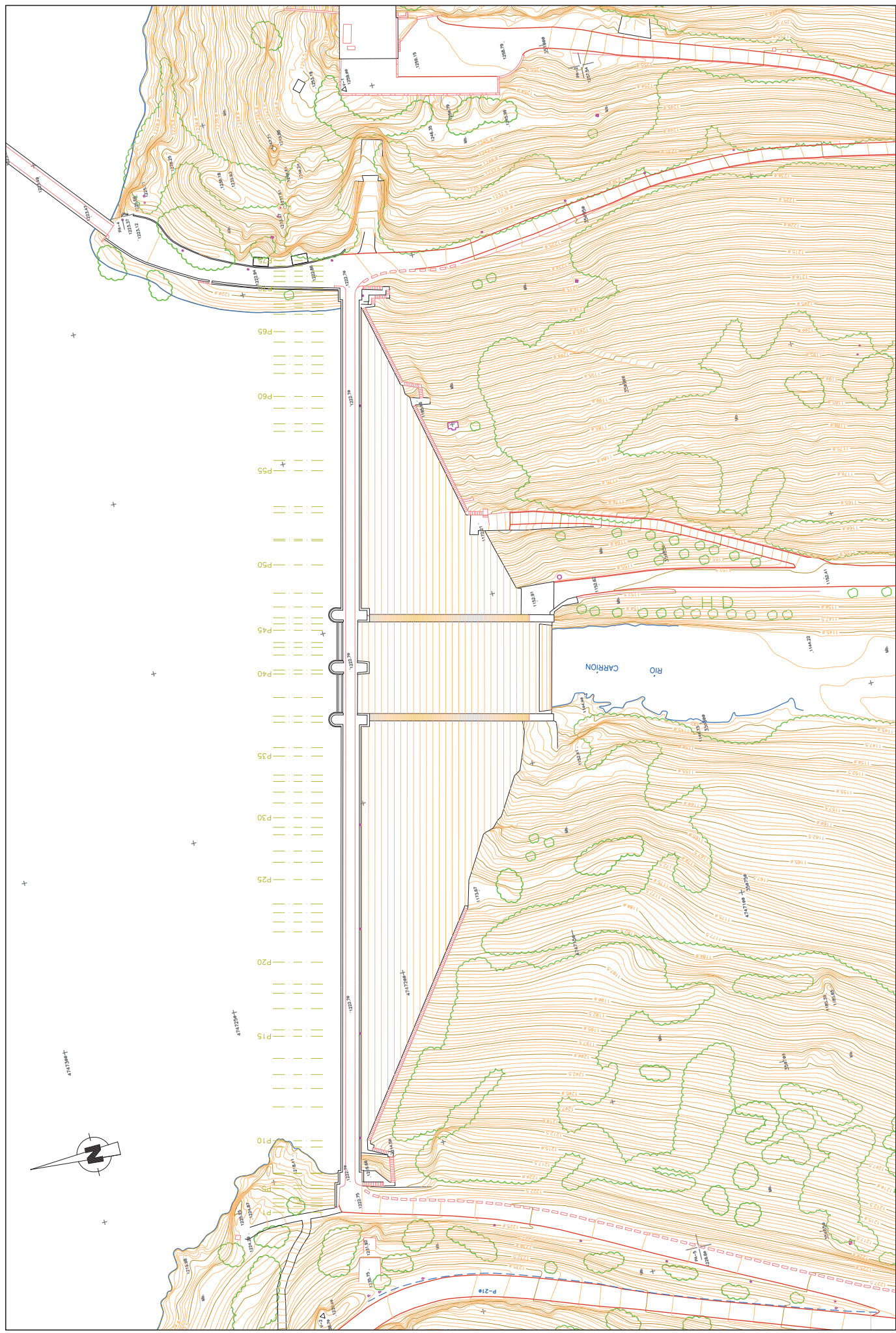
Hoja 2 de 2









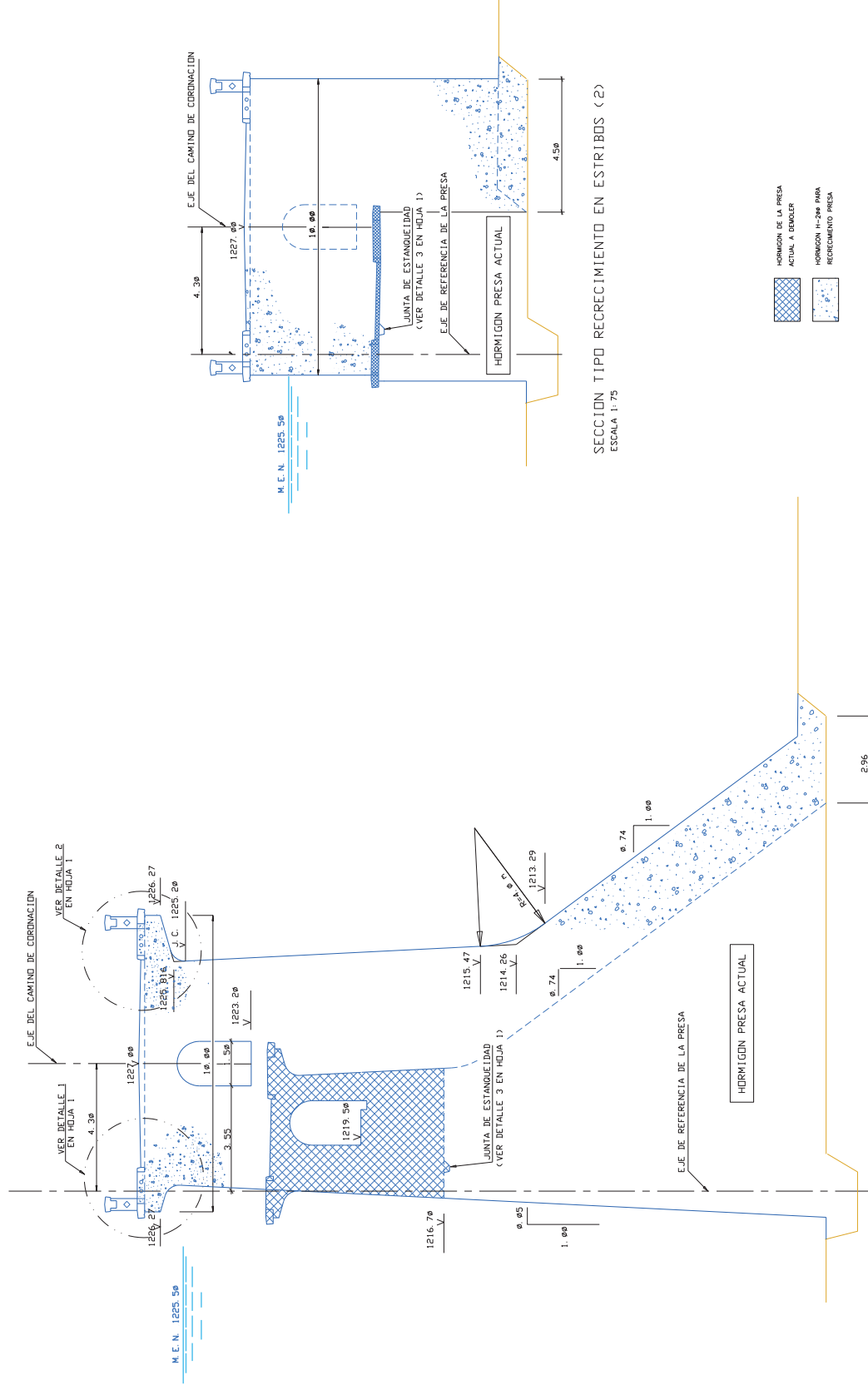


GOBIERNO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE		SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SUROESTE		TÍTULO DEL PROYECTO: REGULACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL CARRIÓN EMBALSE DE LAS CUEZAS CLAVE: 02.803.229		EMPRESA CONSULTORA: acciona Ingeniería		ESCALA ORIGINAL: 1:500 NUMÉRICA ORIGINAL A1		FECHA: NOVIEMBRE 2012		TÍTULO DEL PLANO: RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COMPUERTO SITUACIÓN ACTUAL PLANTA DE LA PRESA		PLANO Nº A8.2.2 HOJA 1 DE 1	
--------------------	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	-----------------------	--	--	--	-----------------------------	--

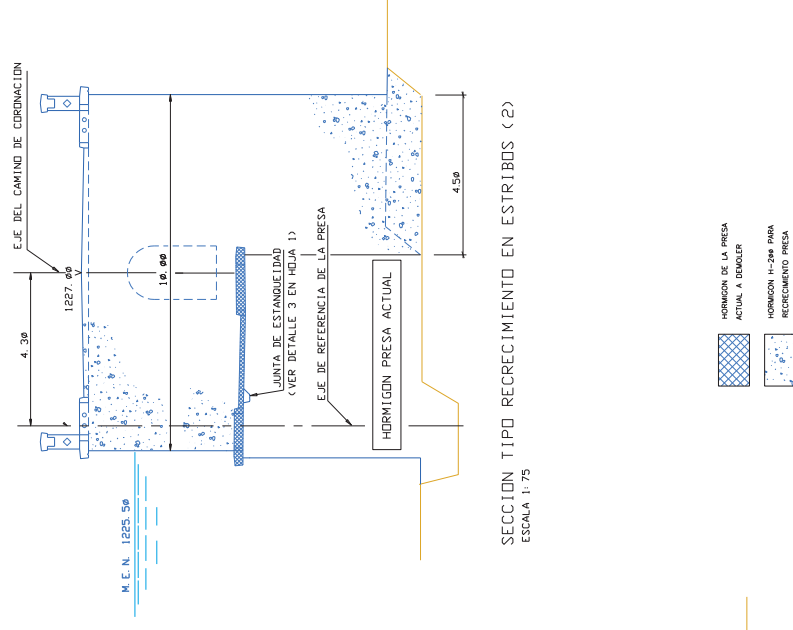








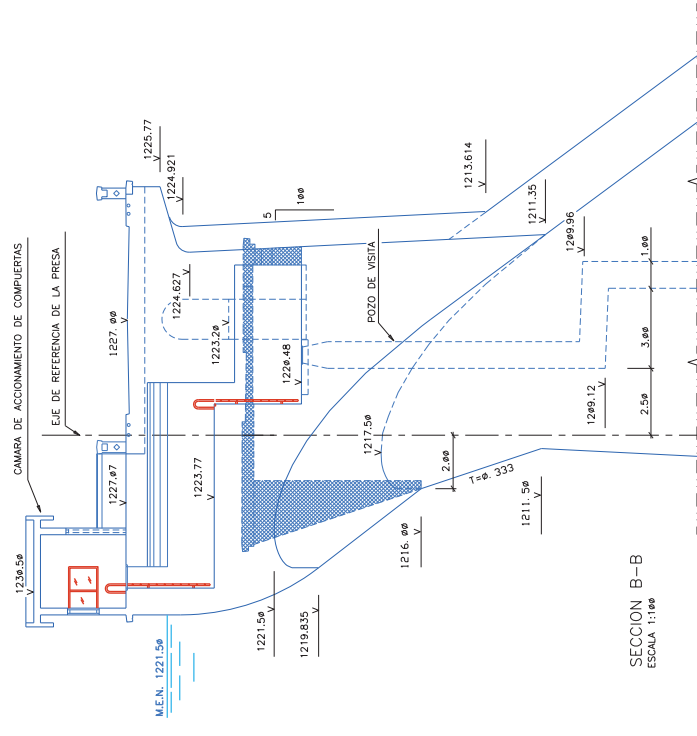
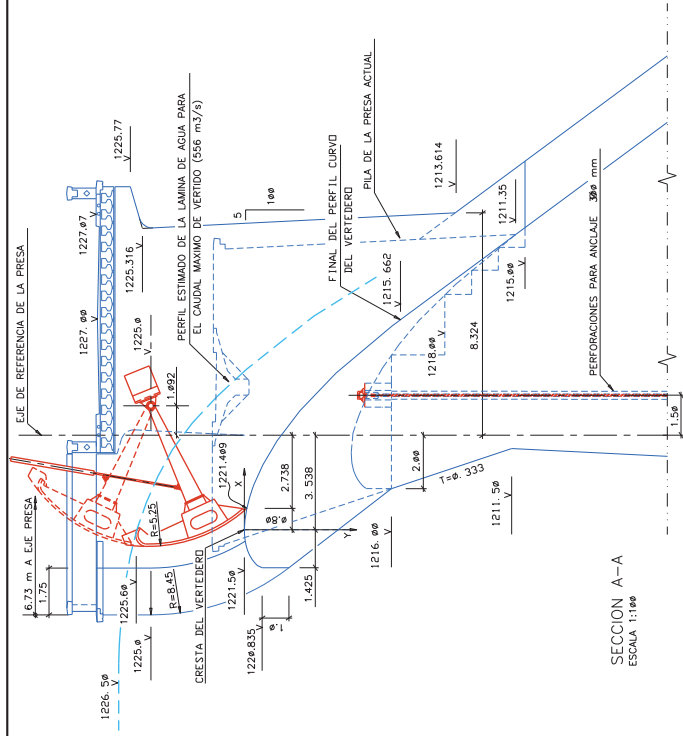
SECCION TIPO RECRECIMIENTO EN ESTRIBOS (1)



SECCION TIPO RECRECIMIENTO EN ESTRIBOS (2)  
ESCALA 1:75

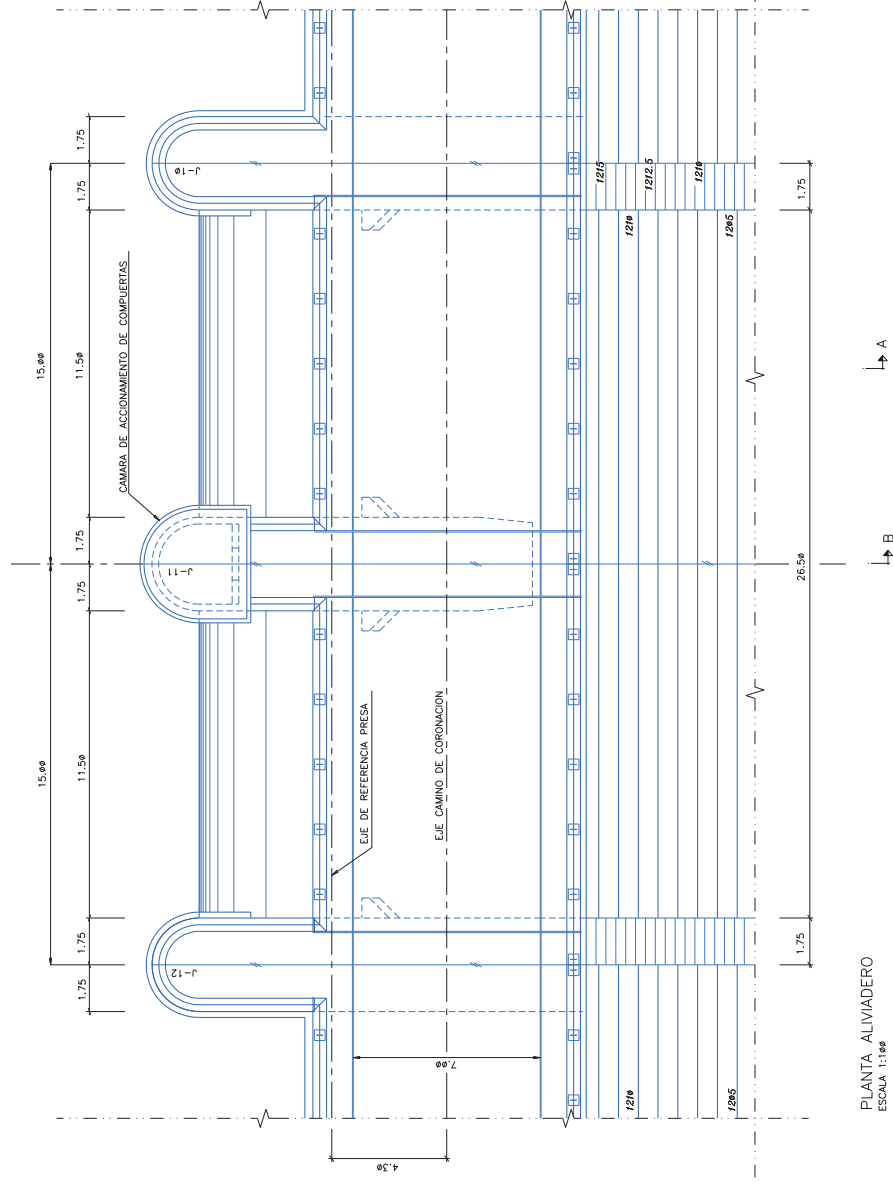
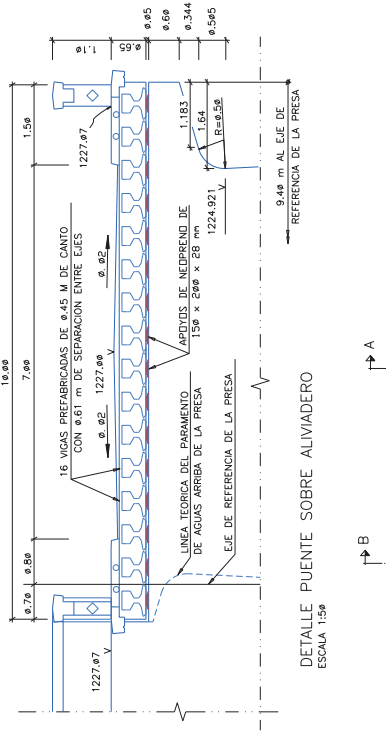
 <b>GOBIERNO DE ESPAÑA</b> <b>MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE</b>	<b>SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE</b>		<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b> <b>REGULACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL CARRIÓN</b> <b>EMBALSE DE LAS CUENZAS</b> <b>CLAVE: 02.803.229</b>	<b>EMPRESA CONSULTORA:</b> 	<b>ESCALA ORIGINAL:</b> <div><div>012</div><div>m.</div><div></div></div> <b>1:75</b> <b>NUMERICA ORIGINAL A1</b> <div>GRAFICA</div>	<b>FECHA:</b> <b>NOVIEMBRE 2012</b>	<b>TÍTULO DEL PLANO:</b> <b>RECIMIENTO DE LA PRESA DE CUIPUERTO</b> <b>RECIMIENTO DE CUIPUERTO</b> <b>SECCIONES TIPO</b>	<b>PLANO N.º</b> <b>A8.2.4</b>	<b>Hoja 2 de 4</b>
	<b>DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA</b> <b>CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO</b>								



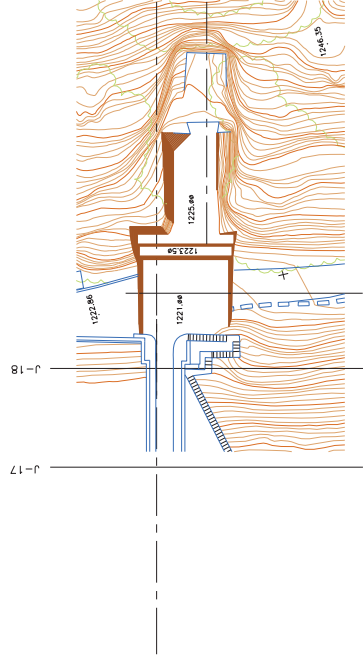


DEFINICION DEL PERFIL DEL VERTEDERO  
(ORIGEN DE COORDENADAS EN LA CRESTA)

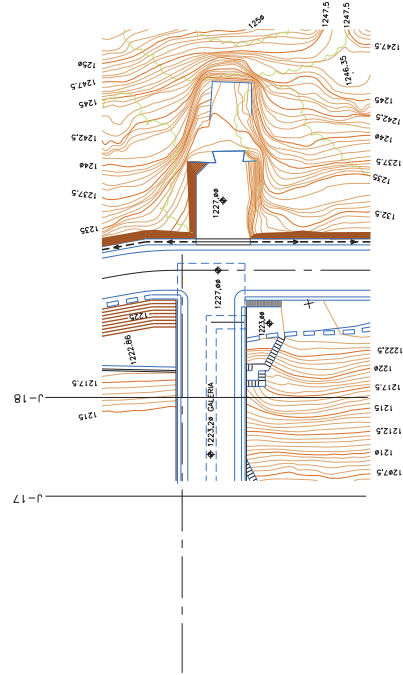
PUNTO	N°	CUADRANTE AGUAS ARRIBA		CUADRANTE AGUAS ABAJO	
		X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
1	1	-0.142	0.989	0.295	0.815
2	2	-0.142	0.989	0.295	0.815
3	3	-0.285	0.921	0.605	0.865
4	4	-0.328	0.367	1.126	0.178
5	5	-0.378	0.519	1.763	0.362
6	6	-0.712	0.515	2.424	0.687
7	7	-0.855	0.565	3.326	1.222
8	8	-0.937	0.963	4.561	2.877
9	9	-1.146	0.631	5.861	3.425
10	10	-1.283	0.658	7.522	5.828
11	11	-1.425	0.665	7.858	8.538



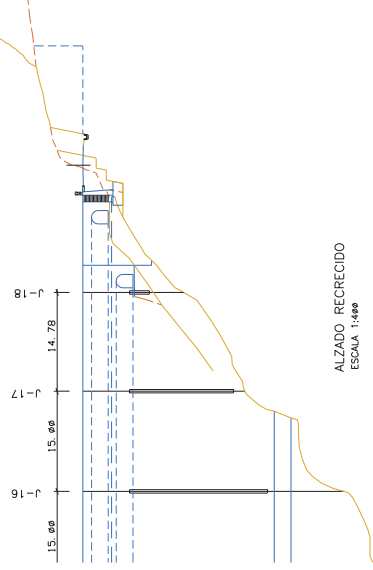
## ESTRIBO IZQUIERDO



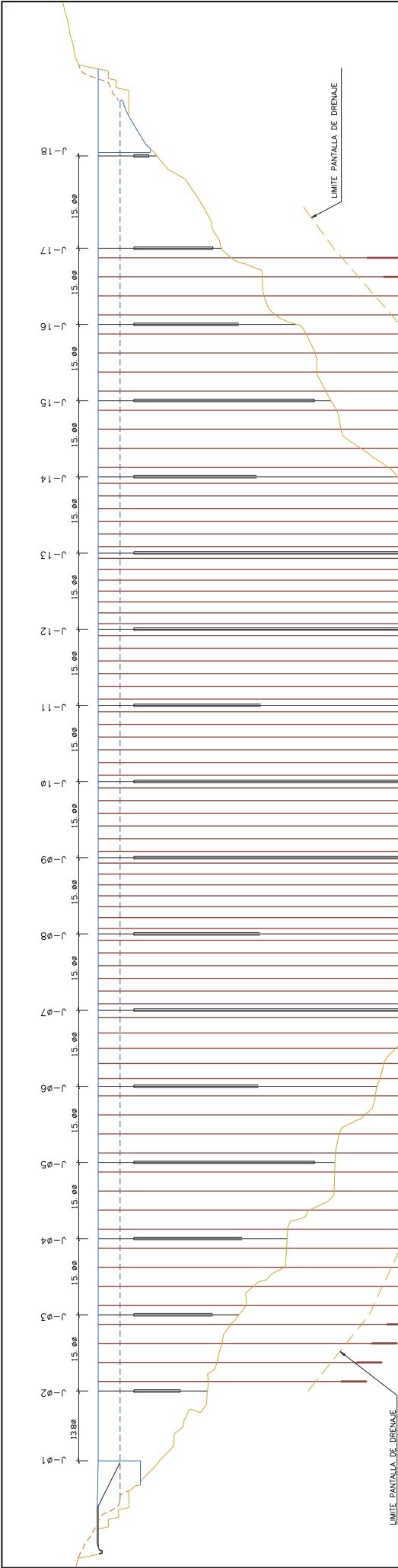
PLANTA DE EXCAVACION  
ESCALA 1:400



PLANTA RECREIDA  
ESCALA 1:400



ALZADO RECRECIDO  
ESCALA 1:400



BLOQUES MARGEN DERECHA

BLOQUE ENTRE JUNTAS	ANCLAJE N°	CABLES	ANCLAJE	LONGITUDES (m)	TESADO	TOTAL	PESOS (kg)
							TENDON BLOQUE
e2 e3	1	5	5.00	47.89	312	52.89	7189
	2	5	5.00	46.89	321	51.89	7189
	3	5	5.00	53.89	58.89	347	1533
	4	5	5.00	56.89	61.89	365	1533
	5	5.00	59.89	69.29	163.3		
e3 e4	1	29	19.00	69.29	163.3		
	2	29	19.00	69.29	163.3		
	3	29	19.00	62.79	171.6		
	4	29	19.00	64.49	175.6		
e4 e5	1	37	13.59	66.19	79.69	347.5	
	2	37	13.59	67.25	89.75	352.6	
	3	37	13.59	69.49	82.99	369.9	
	4	37	13.59	71.49	84.29	369.9	
	5	37	13.59	71.49	84.29	369.9	
e5 e6	1	44	13.59	71.49	84.29	377.7	
	2	44	13.59	71.49	84.29	377.7	
	3	44	13.59	77.19	99.69	395.6	
	4	44	13.59	79.39	92.89	465.2	
e6 e7	1	48	13.59	89.99	94.49	534.7	
	2	48	13.59	82.19	95.69	541.5	
	3	48	13.59	83.39	96.69	548.3	
	4	48	13.59	84.59	98.49	555.1	
	5	48	13.59	85.79	99.29	561.9	
e7 e8	1	49	13.59	87.19	100.69	581.7	
	2	49	13.59	88.59	102.39	591.3	
	3	49	13.59	89.99	104.09	601.3	
	4	49	13.59	92.19	105.69	619.6	
	5	49	13.59	93.89	107.39	629.4	
e8 e9	1	49	13.59	95.59	109.89	639.2	
	2	49	13.59	97.09	111.59	639.9	
	3	49	13.59	99.99	112.49	647.6	
	4	49	13.59	101.39	113.49	655.7	
e9 e10	1	49	13.59	101.39	113.49	655.7	
	2	49	13.59	101.39	113.49	655.7	
	3	49	13.59	101.39	113.49	655.7	
	4	49	13.59	101.39	113.49	655.7	
	5	49	13.59	101.39	113.49	655.7	
TOTAL MARGEN DERECHA							148334

BLOQUES MARGEN IZQUIERDA

BLOQUE ENTRE JUNTAS	ANCLAJE N°	CABLES	ANCLAJE	LONGITUDES (m)	TESADO	TOTAL	PESOS (kg)
							TENDON BLOQUE
17 16	1	17	5.00	53.00	58.00	1163	
	2	17	5.00	56.00	61.00	1224	
	3	17	5.00	59.50	64.50	1294	
	4	17	5.00	62.79	67.79	1359	
16 15	1	34	18.00	65.50	75.50	3629	
	2	34	18.00	68.00	78.00	3719	
	3	34	18.00	71.50	81.50	3829	
	4	34	18.00	73.00	83.00	3839	
15 14	1	44	13.59	75.50	89.00	4621	
	2	44	13.59	77.79	91.29	4735	
	3	44	13.59	86.00	93.59	4855	
	4	44	13.59	82.29	95.79	4699	
14 13	1	47	13.59	84.39	97.89	5424	
	2	47	13.59	86.39	99.89	5535	
	3	47	13.59	88.39	101.89	5646	
	4	47	13.59	90.39	103.89	5757	
13 12	1	49	13.59	92.39	105.89	5868	
	2	49	13.59	94.39	107.89	5979	
	3	49	13.59	96.39	109.89	6090	
	4	49	13.59	98.39	111.89	6201	
TOTAL MARGEN IZQDA.							115859

BLOQUES CENTRALES (AGUAS ABAJO)

BLOQUE ENTRE JUNTAS	ANCLAJE N°	CABLES	ANCLAJE	LONGITUDES (m)	TESADO	TOTAL	PESOS (kg)
							TENDON BLOQUE
e9 1e	1	18	7.59	25.49	32.59	699	
	2	18	7.59	25.49	32.59	699	
	3	18	7.59	25.49	32.59	699	
	4	18	7.59	25.49	32.59	699	
	5	18	7.59	25.49	32.59	699	
	6	18	7.59	25.49	32.59	699	
1e 11	1	29	7.59	25.49	32.59	767	
	2	29	7.59	25.49	32.59	767	
	3	29	7.59	25.49	32.59	767	
	4	29	7.59	25.49	32.59	767	
	5	29	7.59	25.49	32.59	767	
	6	29	7.59	25.49	32.59	767	
11 12	1	15	7.59	25.49	32.59	575	
	2	15	7.59	25.49	32.59	575	
	3	15	7.59	25.49	32.59	575	
	4	15	7.59	25.49	32.59	575	
	5	15	7.59	25.49	32.59	575	
	6	15	7.59	25.49	32.59	575	
TOTAL BLOQUES CENTRALES (AGUAS ABAJO)							12192

BLOQUES CENTRALES (AGUAS ARRIBA)

BLOQUE ENTRE JUNTAS	ANCLAJE N°	CABLES	ANCLAJE	LONGITUDES (m)	TESADO	TOTAL	PESOS (kg)
							TENDON BLOQUE
e9 1e	1	49	13.59	109.39	122.89	7189	
	2	49	13.59	114.39	127.89	7389	
	3	49	13.59	109.39	122.89	7189	
	4	49	13.59	114.39	127.89	7389	
1e 11	1	49	13.59	109.39	122.89	7189	
	2	49	13.59	114.39	127.89	7389	
	3	49	13.59	109.39	122.89	7189	
	4	49	13.59	114.39	127.89	7389	
11 12	1	49	13.59	109.39	122.89	7189	
	2	49	13.59	109.39	122.89	7189	
	3	49	13.59	109.39	122.89	7189	
	4	49	13.59	109.39	122.89	7189	
TOTAL BLOQUES CENTRALES (AGUAS ARRIBA)							128917

MEDICIONES ESTIMADAS

- UD INSTALACION EQUIPOS PERFORACION .... 95
- m PERFORACION ø200 mm ..... 1352.6
- m PERFORACION ø300 mm ..... 6415.4
- kg ACERO ARMADURAS ACTIVAS ..... 444442
- UD PUESTA EN TENSION DE LOS ANCLAJES : 95
- m INYECCION PRIMARIA ..... 1878.5
- m INYECCION SECUNDARIA ..... 6889.5

