



Gipuzkoako Ur Kontsortzioa  
Gipuzkoako Urak

## **OBRA**

---

**“1ª FASE CONTROL PIEZOMETRICO DE  
CIMENTACIÓN y AUTOMATIZACIÓN de  
ALINEACIÓN de PENDULOS (INV+DIRECT) en la  
PRESA de ARRIARAN “**



BEASAIN

---

Marzo- 2020 - Martxo



## INDICE

	Página
1. MEMORIA .....	3
1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	4
1.2 DESCRIPCION DE LAS OBRAS.....	11
1.3 DISPONIBILIDAD DE TERRENOS .....	13
1.4 ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
1.5 PLAN DE TRABAJOS .....	13
1.6 PRESUPUESTOS.....	16
1.7 ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	16
1.8 ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS .....	16
1.9 DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO.....	17



# 1. MEMORIA



## 1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

### A.- CONTROL PIEZOMETRICO

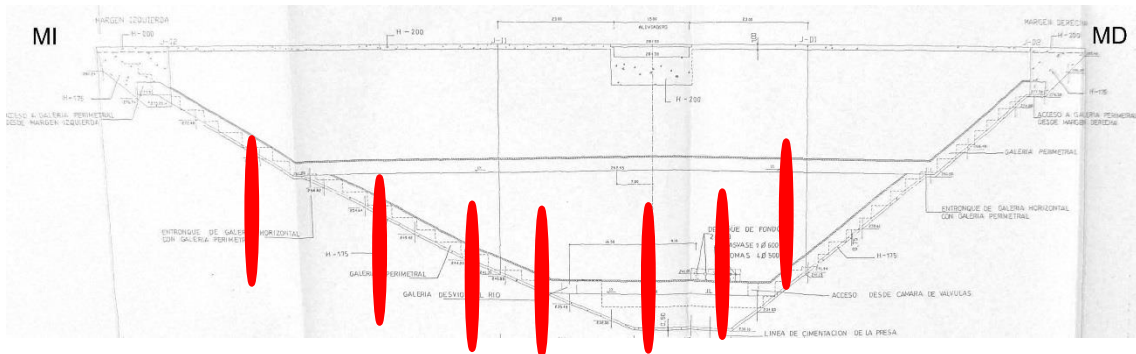
La presa de Arriarán corresponde a la tipología de gravedad planta recta, construida con hormigón compactado con rodillo (HCR); su longitud de coronación alcanza los 287 m, con una altura máxima de 57,50 m sobre cimiento, situándose la cota de la coronación en la 287,00. Dispone de dos galerías, una perimetral y otra horizontal a cota 262,50, al margen de la transversal de acceso por aguas abajo. La geología del vaso y la cerrada está formada por argilitas calcáreas, con intercalaciones de limonitas y areniscas.

La red de drenaje original se constituyó con taladros identificados del D1-I a D17-I por margen izquierda, comenzando por el más próximo al estribo; por margen derecha se inicia en D2-D a D14-D con el mismo criterio. En 2019 se ha reforzado mediante la ejecución de 20 nuevos drenes, por debajo de la cota 255.

La toma de presión en el cimiento se obtiene mediante metodología clásica (en consonancia con *“lo que se hizo siempre”*), cerrando en boca los taladros de drenaje originales y esperando un tiempo para tomar la lectura en boca con ayuda de un manómetro. Con este procedimiento de forma artificial se está imponiendo en la presa una situación menos segura, dejándola parcialmente sin drenaje y sometiendo al cimiento a un gradiente hidráulico mayor del que en realidad se tiene en las condiciones habituales de explotación; por otro lado, tampoco se puede estar seguro de haber movilizadado toda la presión en el manómetro o si resulta necesario esperar más tiempo para ello. Se dejó para más adelante complementar el sistema de auscultación mediante secciones de control piezométrico, del que actualmente carece la presa.



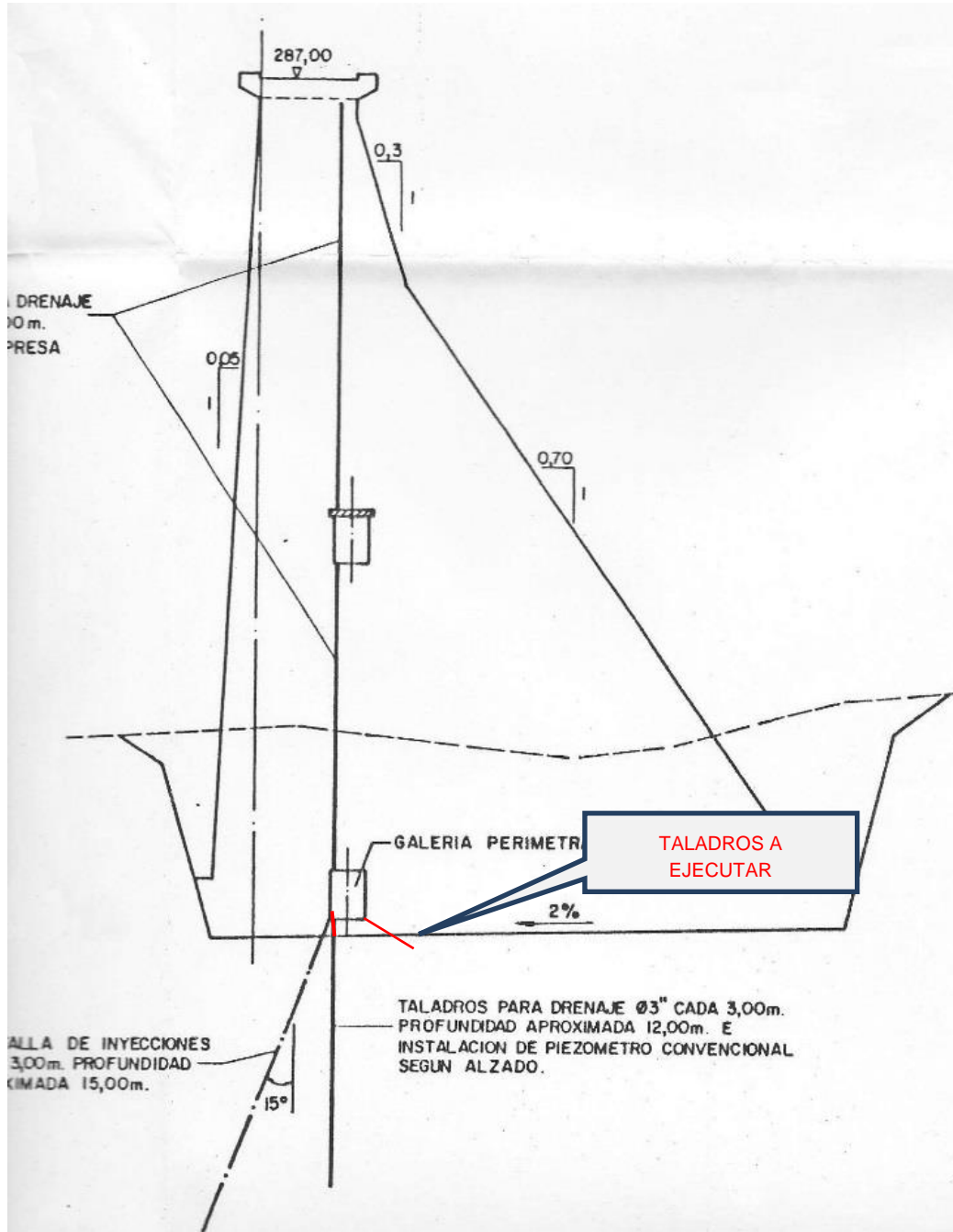
## ALZADO DE PRESA – SECCIONES DE CONTROL PIEZOMÉTRICO



Conviene por lo tanto disponer de los elementos necesarios para obtener datos reales de subpresión bajo el muro de cierre, principalmente allí donde es más de temer (contacto hormigón – roca); estas medidas deben hacerse de forma independiente a la red de drenaje actual, complementada el pasado año, obteniendo de este modo datos reales de funcionamiento de la estructura de cierre, así como potenciales gradientes hidráulicos asociados. De su seguimiento y se podrá evaluar la necesidad de efectuar actuaciones correctoras en la red de drenaje, de vital importancia para la seguridad de una presa de gravedad como Arriarán.



### SECCIÓN TIPO DE PRESA, PANTALLAS DE IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE





## GALERÍA PERIMETRAL, MARGEN DERECHA



Se pretende para ello disponer un total de 7 secciones de control piezométrico, instando para ello piezómetros de cuerda vibrante repartidos por parejas, con la excepción de la sección coincidente con la galería transversal de acceso desde aguas abajo, en la que se colocarán cuatro piezómetros.

Estos equipos, total 16, deben instalarse en taladros ejecutados desde la galería perimetral con diámetro 56 mm, a rotación con extracción de testigos, quedando alojados inmediatamente bajo el contacto hormigón – roca, sobre cama y recubrimiento de arena, así como sellado posterior mediante lechada de cemento.



## DRENES D-16-I, D16-I-N1 Y D-16-I-N2



### B.- AUTOMATIZACION DE LECTURAS PENDULO INVERSO-DIRECTO

Sólo existe una única alineación de péndulos disponible, y merece recordar aquí el giro que ha venido registrando el bloque central de presa, superior al centímetro a nivel de coronación. Esta anomalía en el funcionamiento del cierre, de primer orden de importancia y que podría poner en riesgo la seguridad de la obra caso de reanudarse, merece ser convenientemente controlada.

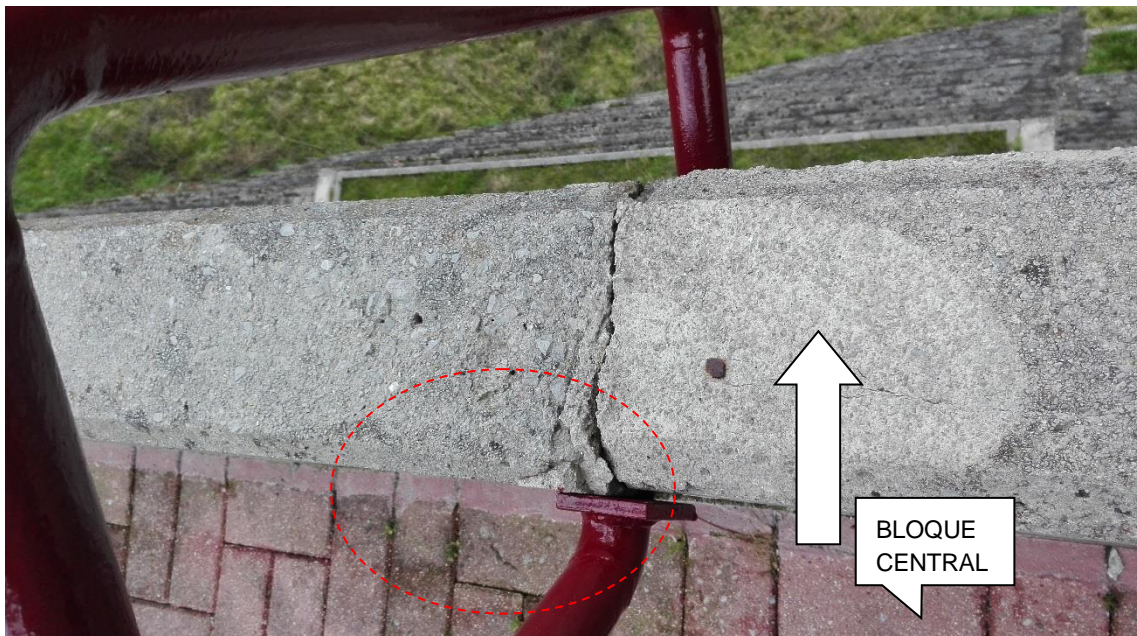




JUNTA EN CORONACIÓN, BLOQUE CENTRAL – MI, AGUAS ARRIBA



JUNTA EN CORONACIÓN, BLOQUE CENTRAL – MI, AGUAS ABAJO





Ya en 2017 se procedió a sustituir el equipamiento original de los péndulos (principal dispositivo para registrar movimientos horizontales del muro), principalmente debido al avanzado deterioro que presentaban, que impedía obtener lecturas suficientemente fiables. También se instalaron ternas de bases para elongómetro en coronación, protegidas en el interior de arquetas, para complementar la información aportada por la alineación de péndulos.

Por último y para mejorar el control deformacional del bloque central de presa, se pretende también automatizar los movimientos captados por la única alineación de péndulos, inverso + directo, mediante **dispositivos ópticos** CCD's, tanto en galería perimetral como en horizontal.

#### NICHO DE PÉNDULOS EN GALERÍA PERIMETRAL (2017)



Los equipos de lectura automática de péndulos se dispondrían en los elementos de fijación ya existentes en los coordinómetros para lecturas manuales,



obteniéndose los desplazamientos en las dos direcciones, longitudinal y transversal, en los tres puntos de lectura: cruce de péndulo inverso y directo en galería perimetral, así como péndulo directo en galería horizontal. Total 6 CCD's y 2 armarios de lectura, uno por nicho.

## 1.2 DESCRIPCION DE LAS OBRAS

Tal y como se ha relatado anteriormente, las obras a realizar las podemos separar en dos:

- 1. Por un lado las que consistirían en la instalación de, *“...un total de 7 **secciones** de control piezométrico, instando para ello **piezómetros de cuerda vibrante** repartidos por parejas, con la excepción de la sección coincidente con la galería transversal de acceso desde aguas abajo, en la que se colocarán cuatro piezómetros.*

*Estos equipos, en total 16, deben instalarse **en taladros** ejecutados desde la galería perimetral con **diámetro 56 mm**, a rotación con extracción de testigos, quedando alojados inmediatamente bajo el contacto hormigón – roca, sobre cama y recubrimiento de arena, así como sellado posterior mediante lechada de cemento”. y*

- 2. Por otro lado, *“...Para mejorar el control deformacional del bloque central de presa, se pretende también automatizar los movimientos captados por la única alineación de péndulos, inverso + directo, mediante **dispositivos ópticos CCD's**, tanto en galería perimetral como en horizontal.*



Los trabajos consistirán principalmente en:

- Perforación de taladros de 55 mm en hormigón hasta unos 20 m. de profundidad
- Inyección del taladro con lechada de cemento
- Instalación de piezómetros de cuerda vibrante
- Conexión con cables de cuatro conductores y malla bajo tubo de pvc 25 mm.
- Instalación de sistema óptico CCD de 2 y 4 sensores y cableado d alimentación.
- Desmontaje de equipos, conexión y pruebas.

Según se vayan finalizando los tramos se procederá a la limpieza, eliminación de restos y pruebas de equipos previa su puesta en marcha consensuada con la dirección facultativa de las obras.

## Afecciones

En esta obra NO se prevén afecciones:

- Afecciones al tráfico rodado: La ubicación de la obra es en el interior de la galería de la presa de Arriaran y no existe tráfico rodado
- Afecciones al tráfico peatonal: Todas las actuaciones se realizan en el interior de la presa y el único personal que existe es el de mantenimiento de la propia presa
- Afecciones a otros servicios:  
No existe afección a otros servicios.



## ***Trabajos especiales***

No se contemplan en esta obra trabajos especiales o sistemas de ejecución singulares.

### **1.3 DISPONIBILIDAD DE TERRENOS**

En el caso que nos ocupa no es necesario tramitar permisos ya que las instalaciones son propiedad de GUK-GUSA

### **1.4 ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS**

#### **PIEZÓMETROS DE CUERDA VIBRANTE**

Cada sensor será suministrado con su longitud de cable total para conexión a equipo de lectura sin necesidad de efectuar empalmes.

Los piezómetros de cuerda vibrante deben captar la presión por deformación de su cilindro frente a hacerlo por deformación única de su diafragma.

Debe conectarse y centralizarse la señal de termorresistencia que incorpora cada dispositivo de cuerda vibrante.

#### **Cableado de sensores eléctricos**

- Cuatro conductores aislados de sección mínima 0.75 mm<sup>2</sup>.
- Doble funda de protección de los conductores de PVC y polietileno.
- Pantalla de drenaje de cobre estañado de sección 0.75 mm<sup>2</sup>.
- Pantalla de aislamiento de aluminio-poliéster del 100% de recubrimiento.



### **Automatización de lecturas en péndulos**

- Basado en medida de posición de hilo sin contacto físico con éste.
- Sensores de medida CCD.
- Almacenamiento de lecturas en la propia unidad.
- Rango 70 mm.
- Resolución 0,01 mm.

### **Sistema automático de medida**

- Unidades de lectura con capacidad de lectura de sensores de cuerda vibrante, termómetros, señales analógicas en voltaje y corriente, manejo de entradas y salidas digitales, sensores con salida digital.
- Comunicación y obtención de lecturas mediante protocolos abiertos, p.ej. Modbus RTU/ASCII.
- Almacenamiento local de lecturas.
- Capacidad para hasta 63 sensores.
- Multiplexores de ampliación de canales basados en relés sellados de larga vida útil.
- Interfaz de comunicación serie RS-232/485.
- Elaboración de base de datos SQL local y remota.
- Puesta a disposición de los datos para sistemas y equipos a través de protocolos abiertos.
- Software desarrollado bajo licencias open source.
- Capacidad de envío y recuperación de datos en la nube.

### **Servidor de datos de auscultación**

- Interfaz entre la ULM y el software de PC sobre el que se presentan los datos automáticos de los sensores.
- Servidor montado en un procesador bajo Linux de código abierto, basado en un hardware comercial. Encargado de pedir la última lectura disponible a cada unidad de lectura automática y actualizar una base de datos SQL (Structured Query Language: lenguaje de



consulta estructurada) con un nuevo registro cada 15 minutos / 30 minutos (período de cuerda y ohmios termorresistencia).

- Archivos almacenados en memoria USB en el propio servidor y posibilidad de efectuar una copia automática en cualquier ordenador que disponga de conexión a nivel LAN con el propio servidor. Esta sincronización se haría de forma automática y periódica cada hora mediante servicio rsync de Linux.

## Comunicaciones

La comunicación entre el servidor de auscultación y unidades de lectura automática se realizará mediante línea de fibra óptica, con los siguientes parámetros:

- Tipo de comunicación: RS-232.
- Protocolo de comunicación. Modbus RTU.
- Velocidad de transmisión: 9600 baudios.
- 8 bits de datos.
- 1 bit de stop.
- Sin paridad.
- Sin control de flujo.

## 1.5 PLAN DE TRABAJOS

Se estima un plazo de 12 semanas para la ejecución de esta obra.

	SEMANA											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRASLADO DE EQUIPOS Y REPLANTEO	■	■										
PERFORACION		■	■	■								
INYECCIONES				■	■	■						
INSTALAC DE PIEZOMETROS					■	■	■					
AUTOMATIZACION PENDULOS							■	■	■			
CABLEADO Y CONEXIONES								■	■	■	■	
REPOSICIONES									■	■	■	
PUESTA EN SERVICIO											■	■



## **1.6 PRESUPUESTOS**

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de CUARENTA Y OCHO MIL, CUARENTA Y UNO CON VEINTE CENTIMOS (48.041,20 €).

Asciende el Presupuesto de Ejecución por Contrata a la cantidad de CINCUENTA Y OCHO MIL, CIENTO VEITINUEVE CON OCHENTA Y CINCO CENTIMOS (58.129,85 €) I.V.A. incluido.

## **1.7 ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El “Estudio Básico de Seguridad y Salud” se encuentra en el Anejo Nº 1 de esta Memoria.

El Estudio Básico se ha redactado en aplicación del real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre.

## **1.8 ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS**

El “Estudio de Gestión de Residuos” se encuentra en el Anejo Nº 3 de esta Memoria.

El Estudio de Gestión de Residuos se ha redactado en aplicación al DECRETO 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.





## 1.9 DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

El presente estudio consta de los siguientes documentos:

### Documento nº 1 MEMORIA

*Memoria*

*Anejo nº 1.- Estudio Básico de Seguridad y Salud*

*Anejo nº 2.- Servicios Afectados*

*Anejo nº 3.- Estudio de gestión de residuos.*

### Documento nº 2 PLANOS

1. *Plano de Situación.*
2. *Plano de la Presa, Sección y Detalles.*
3. *Plano de Auscultación y drenaje.*
4. *Plano de la Presa, Alzado y Galerías.*
5. *Plano de Sección. Instalación del Péndulo.*

Documento nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Documento nº 4.- PRESUPUESTO

Donostia, marzo de 2.020