



# AUSCULTACIÓN

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MAGNITUDES A CONTROLAR Y MEDIDAS A REALIZAR.....</b>	<b>2</b>
2.1	EN LOS DIQUES.....	2
2.2	EN CIMENTACIÓN Y CONTACTO CON LA PRESA.....	2
2.3	EN EL EMBALSE.....	3
2.4	EN EL MEDIO AMBIENTE.....	3
2.5	TRABAJOS DE MONTAJE.....	3
2.6	ADQUISICIÓN Y PROCESO DE DATOS.....	4
<b>3</b>	<b>EQUIPO DE AUSCULTACIÓN.....</b>	<b>5</b>
3.1	CONTROL HIDRÁULICO.....	5
3.2	CONTROL MICROGEODÉSICO.....	7
3.3	NIVEL DEL EMBALSE.....	8
3.4	ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....	8
<b>4</b>	<b>PLAN DE AUSCULTACIÓN.....</b>	<b>10</b>
4.1	PLAN DE PUESTA EN CARGA.....	10
4.2	PLAN DE AUSCULTACIÓN ORDINARIA.....	10
4.3	PLAN DE AUSCULTACIÓN TRAS SITUACIONES EXTRAORDINARIAS.....	11

# 1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se describe y justifica el equipo de auscultación propuesto en la presa de Taypichaca.

## 2 MAGNITUDES A CONTROLAR Y MEDIDAS A REALIZAR

Se describen, a continuación, los parámetros a controlar en los dos diques de cierre de embalse, en el embalse y en el medio ambiente.

### 2.1 EN LOS DIQUES

#### 2.1.1 DESPLAZAMIENTOS

Uno de los aspectos importantes en cuanto a la seguridad de la presa es el control de los desplazamientos experimentados ante las diversas acciones a que está sometida. Se controlarán los desplazamientos en un plano vertical mediante nivelación en coronación, y los movimientos en planos horizontales mediante triangulación geodésica.

#### 2.1.2 EVENTUALES FILTRACIONES

Se medirán, con regularidad, todas las filtraciones que eventualmente se produzcan a través del manto drenante de pie, independizando su procedencia para cada uno de los márgenes de los diques.

### 2.2 EN CIMENTACIÓN Y CONTACTO CON LA PRESA

Si la auscultación de una presa debe ser un trabajo totalmente adaptado a cada solución, la concepción del control de la cimentación y su contacto con la presa está más necesitada, si cabe, de tal adaptación a las circunstancias particulares. Desde tal punto de vista, el control que se propone en este apartado, deberá ser revisado cuando, realizada la excavación, se conozcan más pormenores sobre la zona del contacto.

#### 2.2.1 PRESIONES INTERSTICIALES

El control de presiones intersticiales en los diques de las presas constituye, junto con el de caudales drenados y movimientos los tres puntos de apoyo principales de una auscultación de presas básica.

En general se controlará, mediante obtención de valores de las presiones intersticiales en suficiente número de puntos la caída de las líneas de filtración a lo largo de la sección del terraplén, y su alejamiento del espaldón de aguas abajo.

La ubicación que se propone en este plan es la que se considera más adecuada pero, una vez abierta la excavación, podría establecerse una situación definitiva de los correspondientes piezómetros.

### 2.2.2 CAUDALES DRENADOS

Como ya se ha dicho, es de primordial importancia el controlar, de forma regular, la evolución de los caudales drenados. Para ello se colocarán, en ambos diques, aforadores de vertedero en sendas cunetas perimetrales a la salida del pie drenante, y se dispondrá de un conjunto de recipientes calibrados y un cronómetro para medir los caudales aportados por los drenes.

## 2.3 EN EL EMBALSE

Siendo la carga hidrostática y las ondas térmicas los factores que influyen en el comportamiento de las estructuras, se controlarán ambas variables mediante la colocación de una regla graduada en la torre de accionamiento de la toma, y destinando termómetros a la medida regular de la temperatura.

## 2.4 EN EL MEDIO AMBIENTE

Como complemento de lo anteriormente indicado, y para que en la interpretación de los datos recogidos se pueda señalar la influencia de las solicitaciones medio-ambientales que actúan sobre la presa, se considera también necesaria la colocación de aparatos para el registro de temperaturas en el aire, temperatura máxima y mínima diaria, precipitaciones atmosféricas y otras variables meteorológicas.

## 2.5 TRABAJOS DE MONTAJE

Se considera, de forma generalizada, que los trabajos de montaje deben realizarse y dirigirse por personal especializado y, sólo en el caso de que sean simples y repetitivos, podrán llevarse a cabo por personal dedicado a ello<sup>1</sup>, perteneciente al Equipo de Obra.

---

<sup>1</sup> Convenientemente adiestrado por los técnicos de la empresa responsable del suministro, montaje y seguimiento del sistema de auscultación.

## 2.6 ADQUISICIÓN Y PROCESO DE DATOS

Se describe, también de forma sucinta, las necesidades de tiempos dedicados a toma de lecturas y tratamiento de las mismas. La periodicidad de las lecturas será precisada, en su caso, en una Revisión del Plan de Auscultación y alterada, según las directrices del técnico superior responsable de la construcción, a la vista de las necesidades de la obra. Los datos obtenidos serán convenientemente estudiados.

## 3 EQUIPO DE AUSCULTACIÓN

### 3.1 CONTROL HIDRÁULICO

#### 3.1.1 AFORADORES DE FILTRACIÓN

Para la medición de los caudales drenados se instalarán dos aforadores de vertedero con perfil triangular tipo Thompson en las cunetas a pie de presa, convenientemente dotados de su regleta milimetrada.

Por lo tanto, el control se compondrá de:

##### Dique de collado

- ✓ Dos (2) aforadores de vertedero triangular a 90°.

##### Dique principal

- ✓ Dos (2) aforadores de vertedero triangular a 90°.

#### 3.1.1.1 *Trabajos de montaje*

Los de colocación de las láminas vertedero correspondientes podrá realizarse por personal no especialista.

#### 3.1.1.2 *Obra civil complementaria*

Construcción de alojamiento de cada vertedero y recibido de la lámina.

#### 3.1.1.3 *Adquisición y proceso de datos*

Es recomendable realizar lecturas de filtraciones una vez a la semana.

### 3.1.2 PIEZÓMETROS

El control general de presiones intersticiales en la cimentación y en los terraplenes se realizará mediante piezómetros de cuerda vibrante y piezómetros hidráulicos. La ubicación que ahora se propone es indicativa y deberá ser revisada a la vista de los resultados de la excavación.

Las presiones intersticiales se controlan en dos secciones de la cada uno de los diques mediante la instalación de varios piezómetros a diferentes cotas.

Por lo tanto, el control se compondrá de:

### Dique de collado

- ✓ Doce (12) piezómetros de cuerda vibrante en dos secciones de control.

### Dique principal

- ✓ Veintisiete (27) piezómetros de cuerda vibrante en cuatro secciones de control, y ocho (8) piezómetros hidráulicos en dos de estas secciones.

#### **3.1.2.1 Trabajos de montaje**

En ambas presas los piezómetros de cemento se instalarán en perforaciones realizadas al efecto desde el contacto hacia el terreno, con el diámetro y la profundidad adecuados a cada caso. De los piezómetros eléctricos se llevará conectado el cable de señal hasta la superficie. Los piezómetros del cuerpo de presa se colocarán en zanjas preparadas al efecto, por las que se llevarán los cables de señal hasta el punto de centralización.

En los piezómetros hidráulicos situados por debajo del nivel de cemento se perforará una cámara de captación. Sobre el tapón bentonítico y hasta alcanzar la cota de cemento se sellará la perforación con lechada cementicia. Si el piezómetro se sitúa a nivel del cemento se perforará hasta la longitud requerida y se situará una cámara de captación.

El conducto se llevará hasta una caseta de centralización de lecturas situada a pie de presa.

#### **3.1.2.2 Obra civil complementaria**

Para la lectura manual de los sensores del tipo cuerda vibrante se utilizará una unidad portátil, con display digital y baterías recargables y para los piezómetros hidráulicos manómetros de lectura.

La centralización de lectura de los piezómetros está previsto realizarla en una caseta situada al pie del paramento de aguas abajo de la presa.

Los cables de los piezómetros eléctricos de cada sección se tenderán por zanjas horizontales hasta la caseta de centralización, donde se encontrará el armario de centralización, en la que se podrán efectuar las lecturas manuales con equipos portátiles.

Las cajas de centralización irán alojadas en armarios estancos, con puerta con llave, frontal serigrafiado con identificación de cada sensor y protección IP-65. Dispondrán de bornas para conectar los cables de las unidades portátiles de lectura y de interruptores de seccionamiento para seleccionar el sensor a leer.



Los conductos de los piezómetros hidráulicos se alojarán en canaletas selladas con arcilla compactada. Al llegar a la caseta de centralización los conductos se prolongan hasta un nicho que alberga el manómetros de lectura, válvula de cierre y purgador.

### **3.1.2.3 Adquisición y proceso de datos**

Se realizarán lecturas de los piezómetros en períodos más cortos cuanto mayor sea la variación del embalse. Normalmente entre una semana y un mes.

## **3.2 CONTROL MICROGEODÉSICO**

Al objeto de controlar los movimientos absolutos de la presa se han previsto los siguientes controles topográficos de movimientos:

- Control de movimientos verticales en coronación mediante nivelación topográfica de precisión.
- Control de movimientos absolutos en coronación de la presa mediante triangulación geodésica (polisección).

### **3.2.1 Nivelación topográfica de precisión**

Mediante la nivelación de precisión se determinarán los desplazamientos verticales (asientos) de la presa, en los puntos elegidos para colocar las bases.

Está prevista la colocación de hitos de nivelación en la coronación de la presa principal y el dique de collado. Los hitos se dispondrán en el interior de arquetas metálicas con tapa, enrasadas con el suelo.

En la prolongación de coronación de las presas por los dos estribos, se sitúan las bases fijas de nivelación, fuera del campo de influencia de los movimientos de la presa, en el interior de arquetas protegidas por tapa metálica (bases de referencia).

La ubicación aproximada de estas bases puede observarse en los planos de auscultación, aunque su situación definitiva debe replantearse y decidirse al finalizar los trabajos de construcción y en función de como quede la coronación de la presa y el terreno en su entorno.

### **3.2.2 Triangulación geodésica (polisección)**

Mediante este método se podrán obtener los movimientos de los puntos observados sobre la presa (dianas de puntería) situados cerca de la coronación en el borde del espaldón de aguas abajo, calculando la diferencia de coordenadas entre la última observación realizada y la considerada como inicial.

Por lo tanto, el control geodésico se compondrá de:

#### Dique de collado

- ✓ 4 Bases fijas para nivelación
- ✓ 10 Hitos topográfico de nivelación
- ✓ 5 Bases fijas para triangulación
- ✓ 10 Dianas para triangulación geodésica

#### Dique principal

- ✓ 4 Bases fijas para nivelación
- ✓ 8 Hitos topográfico de nivelación
- ✓ 5 Bases fijas para triangulación
- ✓ 8 Dianas para triangulación geodésica

#### **3.2.2.1 Trabajos de montaje**

Los de recibido, normalmente con mortero, de las correspondientes bases de nivelación. Podrán ser instaladas por personal no especializado.

#### **3.2.2.2 Obra civil complementaria**

La correspondiente al picado de hormigón de coronación o terreno de las proximidades para ubicar las correspondientes bases.

#### **3.2.2.3 Adquisición y proceso de datos**

Se recomienda la realización, una vez terminada la obra, de dos campañas de nivelación al año, en dos épocas climáticamente opuestas.

### **3.3 NIVEL DEL EMBALSE**

El nivel del embalse se controlara mediante escala graduada en cm, en colores que destaquen, colocada en la torre para accionamiento de la compuerta de la toma, y que sea visible desde la coronación y la pasarela de acceso.

### **3.4 ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

Se instalará una estación meteorológica en la que se tomen las siguientes medidas diarias de la pluviometría, viento, presión atmosférica, temperatura y evaporación. La instrumentación prevista es la siguiente.

- ✓ Pluviómetro.
- ✓ Termógrafo.

- ✓ Barómetro.
- ✓ Evaporímetro.
- ✓ Anemómetro

El conjunto de los equipos de la estación meteorológica se situará en un recinto convenientemente cercado y protegido, situado en el estribo izquierdo de la presa principal, sobre soportes adecuados a cada equipo.

## 4 PLAN DE AUSCULTACIÓN

Durante la fase de explotación de la presa se deberá realizar un control del sistema de auscultación de la presa. El plan de auscultación deberá incluir las siguientes situaciones:

### 4.1 Plan de puesta en carga

El comportamiento de la presa en los distintos escalones de puesta en carga se analizará haciendo uso de la información facilitada por los elementos de auscultación, que deben estar operativos.

Tras alcanzar el escalón correspondiente se parará el llenado para realizar un detenido examen de los resultados de las distintas lecturas de los aparatos. Se continuará con el siguiente escalón sólo si los resultados del análisis son positivos.

Se tomarán las siguientes lecturas a lo largo de la puesta en carga:

Con frecuencia diaria:

- Inspección visual
- Caudales de filtraciones
- Presiones intersticiales
- Manantiales significativos aguas abajo de los diques.
- Variables climatológicas y nivel de embalse

Con frecuencia mensual

- Nivelación
- Colimación

### 4.2 Plan de auscultación ordinaria

El plan de auscultación ordinaria previsto es el siguiente:

Con frecuencia diaria:

- Nivel de embalse
- Filtraciones
- Variables climatológicas

Con frecuencia semanal

- Inspección visual
- Presiones intersticiales
- Filtraciones

Con frecuencia bianual

- Nivelación
- Colimación

### **4.3 Plan de auscultación tras situaciones extraordinarias**

Tras la presentación de eventos extraordinarios en la presa, tales como sismo o avenidas ordinarias o extraordinarias, se realizarán las siguientes operaciones:

- Inspección visual de todos los elementos de las presas, en particular, coronamiento, paramentos, contactos con estribos, cauce aguas abajo y laderas del embalse.
- Registro de todas las variables de auscultación:
  - Nivel de embalse
  - Aforadores
  - Piezómetros
  - Colimación
  - Nivelación
  - Variables meteorológicas.

Los valores de las variables de auscultación registradas deberán ser comparadas con el histórico existente con el fin de detectar posibles anomalías.