

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PANTANETA DE CELÍN**

**DE CEA AZAÑEDO, Juan Carlos** (*MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE*);  
**GRANELL VICENT, Jesús** (*JESÚS GRANELL INGENIERO CONSULTOR, S.A.*);  
**GRANELL NINOT, Carlos** (*JESÚS GRANELL INGENIERO CONSULTOR, S.A.*)

## **PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PANTANETA DE CELÍN**

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>PÁGINA</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES.....	1
3. LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS.....	1
4. GEOMORFOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO.....	1
5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS.....	3
6. OBRAS EJECUTADAS.....	3
6.1. Balsa .....	3
6.1.1. Secciones tipo.....	4
6.1.2. Sistema de impermeabilización y drenaje .....	5
6.2. Obra de entrada .....	7
6.3. Obra de toma .....	7
6.4. Aliviadero de superficie .....	8

<b>ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS</b>	<b>PÁGINA</b>
FOTOGRAFÍA Nº 1. Cerrada. Bancales y calcoesquistos .....	2
FOTOGRAFÍA Nº 2. Bancales de ladera derecha .....	2
FOTOGRAFÍA Nº 3. Geotextil sobre zona tratada en desmontes.....	5
FOTOGRAFÍA Nº 4. Compactación de espaldón granular .....	5
FOTOGRAFÍA Nº 5. Geomembrana impermeabilizante .....	6
FOTOGRAFÍA Nº 6. Detalle de unión de geomembrana.....	6
FOTOGRAFÍA Nº 7. Obra de entrada.....	7
FOTOGRAFÍA Nº 8. Espaldón granular tratado y arqueta de toma .....	8
FOTOGRAFÍA Nº 9. Paramento del dique y canal de descarga .....	9
FOTOGRAFÍA Nº 10. Vertedero “en laberinto” en construcción.....	9
FOTOGRAFÍA Nº 11. La Pantaneta de Celin.....	9

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>PÁGINA</b>
FIGURA Nº 1. Geomorfología del emplazamiento .....	2
FIGURA Nº 2. Planta general de la Pantaneta de Celín .....	4
FIGURA Nº 3. Secciones tipo de dique y en desmonte .....	4
FIGURA Nº 4. Sistema de drenaje .....	6
FIGURA Nº 5. Obra de entrada .....	7
FIGURA Nº 6. Obra de toma .....	7
FIGURA Nº 7. Aliviadero de superficie.....	8

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente texto muestra una visión global del proyecto de construcción de la pantaneta de Celín, ubicada en el término municipal de Dalías (Almería), a la vez que analiza en detalle aquellos aspectos que se ha considerado que poseen mayor interés desde un punto de vista técnico, hidráulico y constructivo.

## **2. ANTECEDENTES**

El proyecto y construcción de la Pantaneta de Celín forma parte del “ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LAS ACTUACIONES PARA DEFENSA Y REGULACIÓN HÍDRICA DEL LEVANTE ALMERIENSE”, el cual se integra a su vez en “EL PLAN GLOBAL DE ACTUACIONES HIDRÁULICAS PRIORITARIAS DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA”.

El objetivo de la Pantaneta es la recarga de acuíferos que han sufrido una intensa sobreexplotación, mediante el mejor aprovechamiento de los recursos excedentarios del arroyo de Las Fuentes.

Con tal motivo, en 1991, la sociedad AGUAS DE LAS CUENCAS DEL SUR redactó el “ESTUDIO PREVIO DE LA PANTANETA DE CELÍN”, con base en el cual se contrataron las obras, la dirección de las mismas y el proyecto de construcción correspondiente.

## **3. LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS**

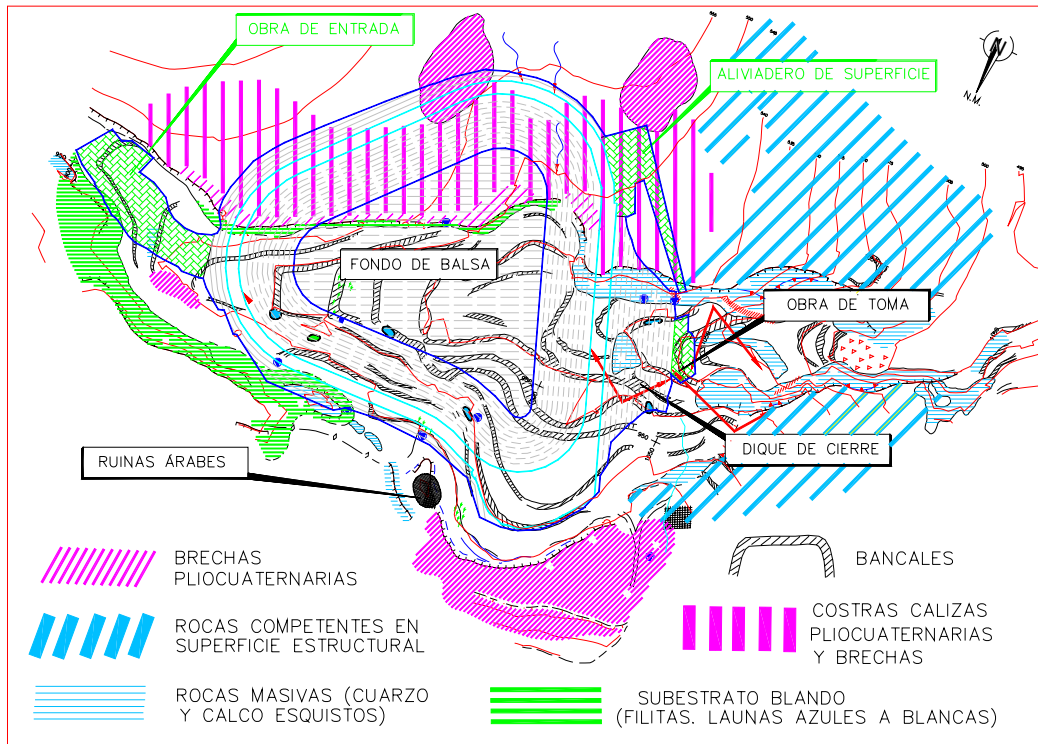
Las obras se ubican a escasos 200 m de la población de Celín, en el barranco de la Cañaila, paralelo al llamado Arroyo de las Fuentes, del cual toma agua la Pantaneta. Celín, a su vez, se sitúa a unos 7 km de El Ejido, cercano a Almería.

El especial entorno de la Pantaneta y su significativo valor histórico han condicionado de forma determinante el proyecto y la construcción de la Pantaneta.

En efecto, en lo alto de la loma que separa el arroyo de las Fuentes y el barranco en donde se localizan las obras, se encuentran las ruinas de un poblado antiguo y la capilla del Alzajar, que data del siglo XVI, cimentada sobre las ruinas de una antigua torre árabe

## **4. GEOMORFOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO**

El área donde se emplaza la Pantaneta puede dividirse a efectos esquemáticos en dos zonas geomorfológicamente distintas. La zona superior corresponde a un valle relativamente abierto, con unas laderas bastante suaves y con un fondo bastante llano ocupado por numerosos banales. En cuanto a la zona inferior, ofrece una sección transversal bastante estrecha (entre unos quince y veinte metros), y unas laderas verticales que forman acantilados. La pendiente longitudinal de la vaguada, entre las dos partes del valle, cambia drásticamente, desde los 10° -15° de la zona superior hasta los 25° - 30° de la parte inferior.



**FIGURA Nº 1. Geomorfología del emplazamiento**

En la parte superior llama la atención la presencia de terrenos de tipo "filitas", blandos deleznales y alterables. En la zona inferior predominan unos terrenos de carácter calcoesquistoso, cuarcíticos y carbonatados o dolomitizados. Todos estos últimos materiales son, en general, resistentes a los agentes atmosféricos.



**FOTOGRAFÍA Nº 1. Cerrada. Bancales y calcoesquistos**



**FOTOGRAFÍA Nº 2. Bancales de ladera derecha**

## 5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS

Se adjuntan los datos más importantes de las obras proyectadas y ejecutadas:

- Capacidad ..... 82.564 m<sup>3</sup>
- Profundidad..... 10 m
- Longitud de coronación en desmonte:..... 400 m
- Longitud de coronación en terraplén ..... 80 m
- Cota de coronación ..... 550,00 m
- Máximo nivel normal de explotación..... 548,80 m
- Cota de solera..... 540,00 m
- Anchura en coronación ..... 7,00 m
- Volumen de excavación en roca ..... 76.800 m<sup>3</sup>
- Volumen de excavación en roca ripable ..... 70.700 m<sup>3</sup>
- Volumen de excavación en terreno suelto ..... 34.300 m<sup>3</sup>
- Volumen de escollera gruesa (tipo I) ..... 6.700 m<sup>3</sup>
- Volumen de escollera todo uno (tipo II) ..... 54.300 m<sup>3</sup>
- Volumen de material granular de apoyo de lámina ..... 22.600 m<sup>3</sup>
- Superficie de lámina geotextil ..... 31.000 m<sup>3</sup>
- Superficie de lámina impermeable..... 16.350 m<sup>2</sup>
- Volumen de hormigón ..... 5.230 m<sup>3</sup>
- Peso de acero en redondos..... 105.500 kg
- Válvulas de control..... 4 compuertas deslizantes  $\phi$  500 mm
- Drenaje..Zanjas drenantes bajo la solera y mantos de gravas, con salida controlada

## 6. OBRAS EJECUTADAS

### 6.1. BALSA

La Pantaneta de Celín está constituida por una estructura de materiales sueltos, construida parcialmente en terraplén y parcialmente en desmonte.

En planta posee forma triangular, con acuerdos circulares en los vértices. De esta manera se adapta mejor a la morfología del emplazamiento. En la ladera derecha presenta un doble acuerdo circular formando inflexión, con el fin de salvar la zona ocupada por las ruinas árabes.

Tiene una profundidad de 10 m, situándose su solera a la cota 540,00 m y su coronación a la cota 550,00 m. Su capacidad es, con un resguardo de 1,20 m, de 82.564 m<sup>3</sup>.

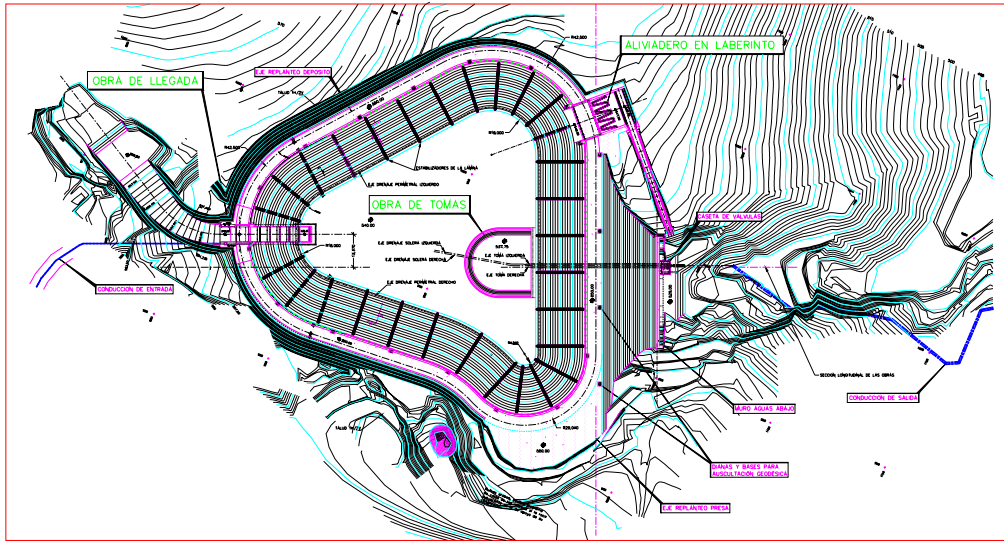


FIGURA N° 2. Planta general de la Pantaneta de Celín

### 6.1.1. Secciones tipo

Las secciones tipo de la Pantaneta, tanto en desmonte como en terraplén, se han concebido con arreglo a los materiales disponibles y prestando especial atención a la prevención contra el sifonamiento de los mismos, tan frecuente en otras obras de este tipo. Los materiales empleados han sido:

Escollera gruesa colocada en dique de cierre, mediante material procedente de las excavaciones rocosas (calizas, dolomías y areniscas) del vaso de la Pantaneta, con tamaño máximo de la piedra de 1.200 mm, colocada en la formación del espaldón resistente de aguas abajo.

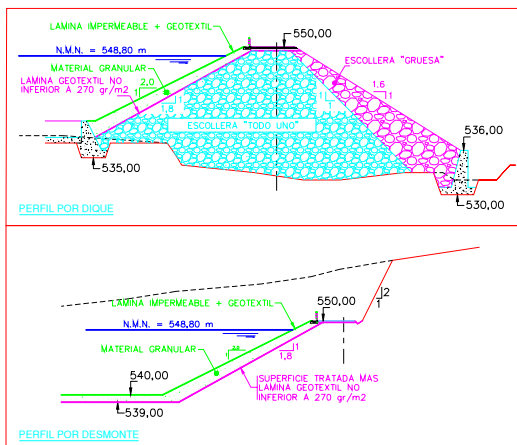


FIGURA N° 3. Secciones tipo de dique y en desmonte

Escollera todo-uno en dique de cierre, mediante material procedente de las excavaciones rocosas (calizas, dolomías y areniscas) del vaso de la Pantaneta, con tamaño máximo de la piedra de 600 mm colocado en la formación de la zona central del cuerpo resistente del dique. En zona de desmonte se realizó un tratamiento superficial del talud de excavación, mediante refino y relleno cuidadoso con material drenante. En el paramento de aguas arriba de este espaldón se colocó el primer geotextil.

Este primer geotextil, que hace las veces de filtro está constituido por una lámina no tejida, de un gramaje no inferior a 270 gr/m<sup>2</sup>. A disponer entre la superficie tratada de los desmontes y la zona de gravas, en solera y alzados, y entre la zona de transición de escollera fina y la zona de gravas en el dique.

Material granular seleccionado en un espesor mínimo de un metro, drenante y autoestable, procedente de préstamo. Tamaño máximo de 50 mm y porcentaje de finos limitado al 5%. Este espaldón, de especial importancia pues es el apoyo del segundo geotextil y de la membrana de impermeabilización, se compactó mediante rodillo movido desde coronación en dirección de la línea de máxima pendiente.

Segundo filtro - geotextil de apoyo constituido por una lámina geotextil no tejida, de un gramaje no inferior a 270 gr/m<sup>2</sup>. Colocada sobre la superficie de apoyo o talud de aguas abajo del material granular, en solera y alzados, y también bajo la lámina sintética impermeable.

Geomembrana impermeable, de P.V.C. armado, con espesor mínimo de 1,5 mm. Colocada sobre el geotextil de apoyo en toda la Pantaneta, en alzados y solera.

Muro de pie construido de hormigón armado al pie del dique de cierre. Facilita el remate del dique aguas abajo, dada la fuerte pendiente del barranco "Cañailla de Celín" en esa zona.

#### **6.1.2. Sistema de impermeabilización y drenaje**

La Pantaneta de Celin está dotada de un sistema de impermeabilización constituido por una geomembrana de P.V.C. de 1,50 mm de espesor, armada ortogonalmente con fibra de poliéster, tanto en dirección transversal como longitudinal.



**FOTOGRAFÍA N° 3. Geotextil sobre zona tratada en desmontes**



**FOTOGRAFÍA N° 4. Compactación de espaldón granular**



**FOTOGRAFÍA Nº 5. Geomembrana impermeabilizante**

Se prestó especial atención a las uniones de los diferentes paños de la membrana entre sí, realizadas éstas mediante termo-soldadura con cordón de 5 cm de anchura; en las zonas conflictivas se empleó doble cordón. El solape mínimo fue de 50 cm y el medio de 75 - 80 cm.

Con mayor cuidado, si cabe, se han ejecutado las uniones geomembrana - obras de fábrica, realizadas estas mediante el empleo de perfiles de aluminio atornillados sobre la geomembrana y anclados al hormigón subyacente

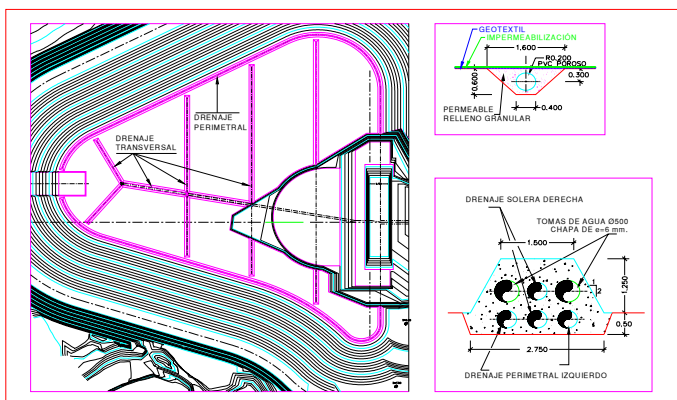
La estabilización de la lámina frente a la acción del viento se consiguió mediante la colocación de pesos muertos fabricados con P.V.C. de la geomembrana relleno de grava y separados unos 15 m de promedio.

Entre la geomembrana y el hormigón, además, se estableció un tratamiento de refino de la superficie de apoyo mediante resina epoxi y posterior pintado con material adhesivo. Finalmente se protegieron todos los anclajes, disponiendo un cubrejuntas del mismo material que la geomembrana (P.V.C armado con poliéster) adherido sobre los mismos.



**FOTOGRAFÍA Nº 6. Detalle de unión de geomembrana**

Todos los anclajes es sentido vertical se han configurado con "fuelle" para evitar el traccionamiento de la geomembrana, tanto en solera como circundando la obra de toma.



**FIGURA Nº 4. Sistema de drenaje**

Para el sistema de drenaje de la geomembrana de impermeabilización, se dispuso un sistema selectivo compuesto por una red de drenes bajo la capa de apoyo de la solera, "en espina de pez" recogidos perimetralmente por drenes colectores que permiten la auscultación hidráulica de la Pantaneta en cuatro sectores independientes. Los drenes se colectan en la cámara de compuertas de la obra de toma.

## 6.2. OBRA DE ENTRADA

Esta obra recoge los caudales que fluyen por el barranco de la Cañaila, la tubería de entrada de agua de 500 mm de diámetro procedente del manantial El Arroyo para el llenado, y la arqueta en la que se dispone una válvula de control y protección de la tubería de llegada.

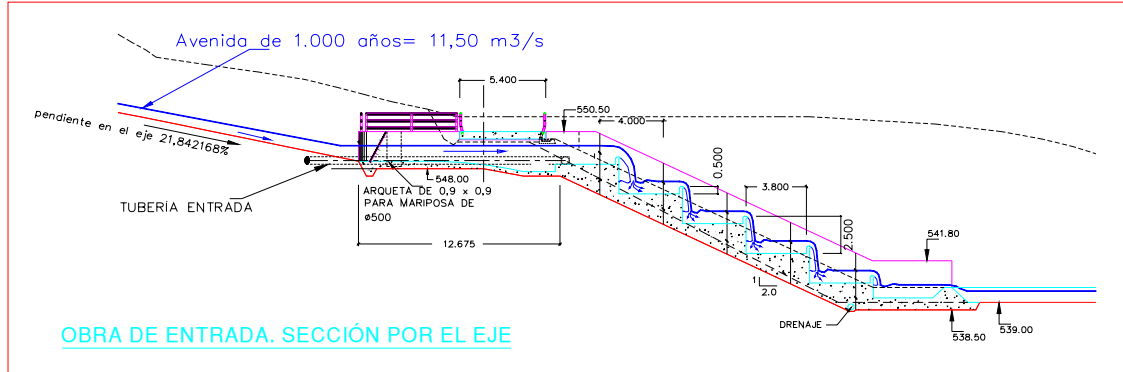


FIGURA Nº 5. Obra de entrada



La obra se construyó de hormigón armado y presenta una rápida en forma de canal escalonado, de manera que la energía cinética en la misma y en su pie de aguas abajo sea la mínima y se evite la erosión del talud interno de la balsa

La obra se diseñó para el paso del caudal punta de la avenida de 1.000 años de periodo de retorno ( $11,50 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

FOTOGRAFÍA Nº 7. Obra de entrada

## 6.3. OBRA DE TOMA

La toma de agua de la Pantaneta de Celín esta conformada por dos conducciones metálicas gemelas de 500 mm de diámetro, que toman agua de la balsa mediante una arqueta que se excava a la cota 537,75 m, 2,25 m por debajo de la solera y que discurren a través del dique de cierre de la balsa.

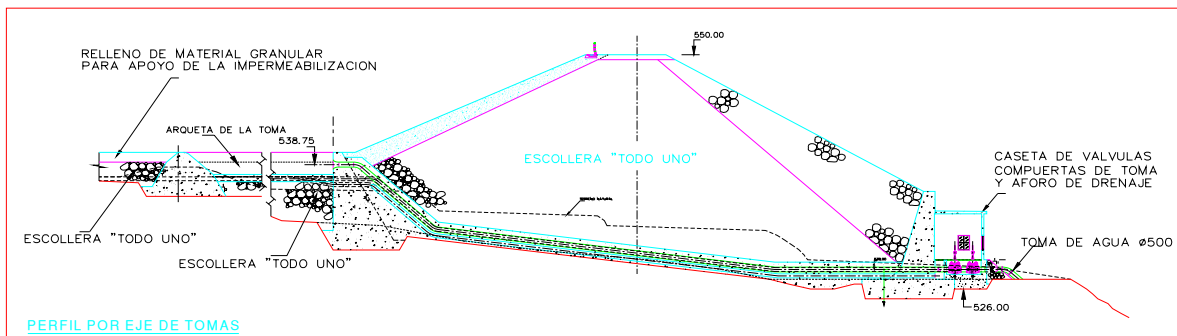


FIGURA Nº 6. Obra de toma

Ambas conducciones funcionan en carga en toda su longitud, hasta las válvulas de seguridad y regulación, formadas por dos válvulas de compuerta de paso circular de 500 mm de diámetro e instaladas en serie, para cada conducto.

Los equipos hidromecánicos se alojan en una caseta construida a tal efecto, y ubicada adosada al paramento de agua abajo del dique de cierre.

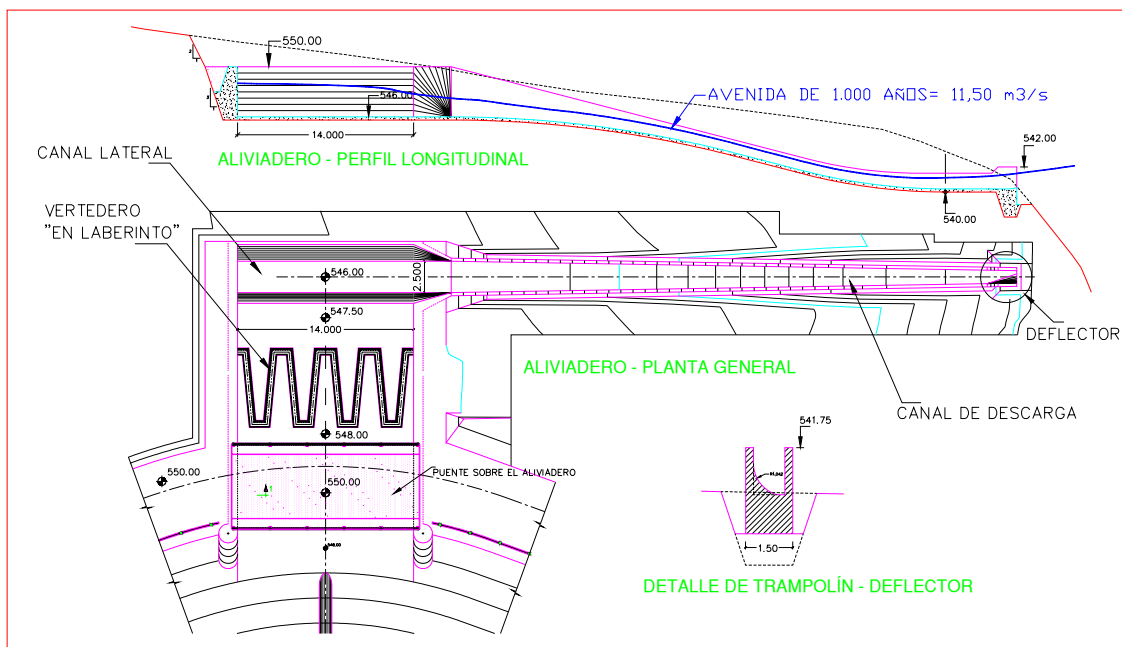


**FOTOGRAFÍA N° 8. Espaldón granular tratado y arqueta de toma**

#### 6.4. ALIVIADERO DE SUPERFICIE

El aliviadero de superficie de la Pantaneta de Celín es una estructura hidráulica singular, por cuanto su embocadura está constituida por un vertedero “en laberinto” con la alimentación lateral.

Los aliviaderos “en laberinto” poseen indudables ventajas desde el punto de vista hidráulico, ya que permiten alcanzar la capacidad de desagüe necesaria en menor longitud que los vertederos convencionales, lo que conlleva un importante abaratamiento de la estructura hidráulica en cuestión.



**FIGURA N° 7. Aliviadero de superficie**

El vertedero de la Pantaneta ocupa una longitud medida rectilíneamente de 14,00 m y desagua, para una carga hidráulica de diseño de 0,20 m, los 11,50 m<sup>3</sup>/s correspondientes al

caudal punta de la avenida de 1.000 años de periodo de recurrencia. El aliviadero recto convencional necesario para cumplir las mismas condiciones hidráulicas, hubiese exigido una longitud recta de vertedero cercana a los 60 m.

Además, se estimó conveniente que la alimentación del aliviadero fuera lateral, con objeto de acortar al máximo la longitud del canal de descarga del aliviadero.



**FOTOGRAFÍA Nº 9. Paramento del dique y canal de descarga**



**FOTOGRAFÍA Nº 10. Vertedero “en laberinto” en construcción**

Por último, como estructura de restitución de caudales se construyó un deflector que voltea la lámina, dirigiendo el impacto de la misma a una zona lo suficientemente alejada del dique de cierre.



**FOTOGRAFÍA Nº 11. La Pantaneta de Celín**