



**MEMORANDUM N° 379-2023-OAF-PET/GOB.REG.TACNA**

**A** : LIC. WUILBER CAHUANA VILLANUEVA  
Jefe de la Unidad de Logística

**DE** : LIC. ADM. WALTER OSWALDO VELASQUEZ REJAS  
Jefe de la Oficina de Administración y Finanzas

**ASUNTO** : REMITO DOCUMENTACION RESPECTO A SINCERAMIENTO DE OBRAS  
CONCLUIDAS

**REFERENCIA** : INFORME N° 591-2023-UL-OAF-PET/GOB.REG.TACNA

**FECHA** : Tacna, 15 de noviembre del 2023

Me dirijo a usted, en atención al documento de la referencia, remito a su despacho el **Oficio N° 1162-2023-GI-PET/GOB.REG.-TACNA**, emitido por la Gerencia de Infraestructura, mediante el cual hace llegar el documento "Descripción Técnica de las obras ejecutadas en el ámbito del Proyecto Especial Tacna a asegurar en el año 2023", en el cual detalla las obras concluidas que han sido priorizado para inclusión en el proceso de selección del seguro de obras terminadas.

Atentamente,

**GOBIERNO REGIONAL DE TACNA**  
**PROYECTO ESPECIAL**  
Avanzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de Tacna

.....  
LIC. ADM. WALTER OSWALDO VELASQUEZ REJAS  
JEFE DE LA OFICINA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

Se adjunta: Oficio N° 1162-2023-GI-PET/GOB.REG.-TACNA (04 folios)  
01 File (96 folios)

C.c. Archivo  
WOVR/edfh

Tacna, 15 de noviembre del 2023

**OFICIO N° 1162-2023-GI-PET/GOB.REG.TACNA**

Señor  
LIC. ADM. WALTER OSWALDO VELASQUEZ REJAS  
Jefe de la Oficina de Administración y Finanzas  
Presente. –

ASUNTO : **SINCERAMIENTO DE OBRAS CONCLUIDAS**

REFERENCIA : a) OFICIO N° 512-2023-OAF-PET/GOB.REG.TACNA  
b) INFORME N° 591-2023-UL-OAF-PET/GOB.REG.TACNA  
c) PEDIDO DE SERVICIO N° 001238

GOBIERNO REGIONAL TACNA PROYECTO ESPECIAL OFICINA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS	
15 NOV 2023	
Recibido por:	
Reg.:	Hora: 10:36
La recepción del documento no significa conformidad	

Es grato dirigirme a usted, a fin de saludarlo cordialmente y de acuerdo a los documentos de la referencia, remitirle el documento "Descripción Técnica de las obras ejecutadas en el ámbito del Proyecto Especial Tacna a asegurar en el año 2023" en el cual se detalla las obras concluidas que han sido priorizadas para inclusión en el proceso de selección del seguro de obras terminadas.

Por lo señalado, con la información técnica alcanzada, la Unidad de Logística podrá continuar con los trámites para la ejecución de proceso de selección correspondiente.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle mis consideraciones y estima personal.

Atentamente,

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA  
PROYECTO ESPECIAL  
Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de Tacna  
ING. CARLOS EDUARDO ARTETA VALDERRAMA  
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA

GOBIERNO REGIONAL TACNA PROYECTO ESPECIAL PROVEIDO OF ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS	
Págs 2	
<input type="checkbox"/> Tomar Acción	<input type="checkbox"/> Fotocopiar
<input type="checkbox"/> Preparar Informe escrito	<input type="checkbox"/> Proyectar Oficio
<input type="checkbox"/> Para su conocimiento	<input type="checkbox"/> Por Corresponder
Observaciones: A UL. Proyectar noc	
Reg N°	15 NOV. 2023
Fecha	Firma:

CAV/mpl  
Adj: ref. (3 folios) + 1 file (96 folios)



CUD: 25509



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Tacna, 14 de noviembre de 2023

**OFICIO N° 512-2023-OAF-PET/GOB.REG-TACNA**

Señor:  
**ING. CARLOS EDUARDO ARTETA VALDERRAMA**  
Gerente de Infraestructura  
**Presente.-**



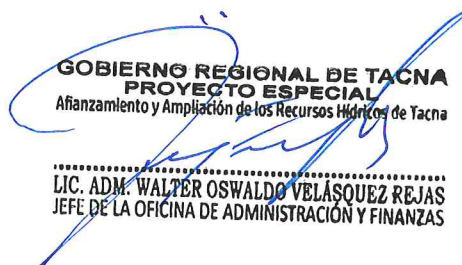
**ASUNTO : SINCERAMIENTO DE OBRAS CONCLUIDAS**

**REFERENCIA : INFORME N° 591-2023-UL-OAF-PET/GOB.REG.TACNA**

Por medio del presente me dirijo a usted, para saludarlo cordialmente y a su vez hacerle llegar el documento de la referencia, mediante el cual la Unidad de Logística requiere el Sinceramiento y Actualización de las obras culminadas del Proyecto Especial Tacna, con el fin de actualizar la información para los términos de referencia y proseguir con la contratación de seguros para la infraestructura de la entidad. Información que se requiere en el término del día.

Sin otro particular, es propicia la oportunidad para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



**GOBIERNO REGIONAL DE TACNA**  
**PROYECTO ESPECIAL**  
Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de Tacna  
.....  
**LIC. ADM. WALTER OSWALDO VELÁSQUEZ REJAS**  
JEFE DE LA OFICINA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

<b>GOBIERNO REGIONAL - TACNA</b>		<b>GOBIERNO REGIONAL TACNA</b>
<b>PROYECTO ESPECIAL</b>		
PROVIDO GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA		
Pase al: <u>Walter Oswaldo Velásquez Rojas</u>		
<input type="checkbox"/> Tomar Acción	<input type="checkbox"/> Fotocopiar	
<input checked="" type="checkbox"/> Preparar Informe Escrito	<input type="checkbox"/> Proyectar Gastos	
<input type="checkbox"/> Para su conocimiento	<input type="checkbox"/> Por el Gerente de Infraestructura	
Indicaciones: _____		
Fog. N° _____		
Fecha: <u>14 NOV 2023</u>		Firma: _____



Se Adjunta: Documento de la referencia (02 folios)  
Cc./Archivo  
WOVR/edfh

**INFORME N° 591 -2023-UL-OAF-PET/GOB.REG.TACNA**

A : LIC. WALTER OSWALDO VELÁSQUEZ REJAS  
Jefe de la Oficina de Administración y Finanzas

DE : LIC. WUILBER CAHUANA VILLANUEVA  
Jefe de la Unidad de Logística

ASUNTO : SINCERAMIENTO DE OBRAS CONCLUIDAS

REFERENCIA : PEDIDO DE SERVICIO 001238-2023

FECHA : Tacna, 14 de noviembre de 2023



Mediante el presente me dirijo a Ud. para saludarlo cordialmente y a su vez procedo a informar lo siguiente:

Que, La entidad viene realizando los trámites para la contratación de seguros patrimoniales para infraestructura construida del Proyecto Especial Tacna. Asimismo, se requiere el sinceramiento y actualización de los bienes y obras construidas por parte de la Gerencia de Infraestructura, para la integración a los términos de referencia y proseguir con la contratación de seguros para la infraestructura de la entidad.

Es todo cuanto informo a usted, para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente;

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA  
PROYECTO ESPECIAL  
Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de Tacna

LIC. WUILBER CAHUANA VILLANUEVA  
JEFE DE LOGÍSTICA

GOBIERNO REGIONAL TACNA  
PROYECTO ESPECIAL  
PROVEIDO OF ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

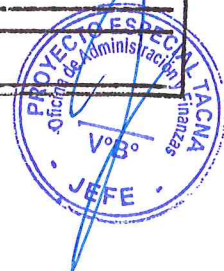
Pase a: Secretaría

☐ Tomar Acción  
☐ Preparar Informe escrito  
☐ Para su conocimiento

☐ Fotocopiar  
☐ Projectar Oficio  
☐ Por Corresponder

Observaciones: Proyecto documento

Reg. N° 14 NOV 2023  
Fecha: 14 NOV 2023 Firma:



Adjunto:  
Archivo.  
WCV/jchv

1025354

Logística  
01.00.U2

## PEDIDO DE SERVICIO N°

001238

UNIDAD EJECUTORA : 002 PROYECTO ESPECIAL AFIANZAMIENTO Y AMPLIACIÓN RECUR  
NRO. IDENTIFICACIÓN : 001210GOBIERNO REGIONAL DE TACNA  
PROYECTO ESPECIAL  
UNIDAD DE LOGISTICA

06 NOV 2023

Recibido por.

Hora

08:46

Reg.

Tipo Uso : Consumo

La recepción del documento  
no significa conformidad

Dirección Solicitante : PAGO SEGURO DE OBRA  
Entregar a Sr(a) : CALDERON URRIOLA EDILBERTO ENRIQUE  
Fecha : 02/11/2023  
Actividad Operativa : C0004 PAGO SEGURO DE OBRA 0001157  
Motivo : PAGO SEGURO DE OBRA SEGÚN TERMINOS DE REFERENCIA

FF/Rb	META / MNEMONICO	Función	División Func.	Grupo Func.	Programa	Prod/Pry	Act/Ai/Obr
2-09	0012	10	025	0050	9002	2000351	6000014

Código	Descripción / Términos de Referencia	Clasificador	Valor S/.	Unidad Medida
850500060011	SEGURO TODO RIESGO (PRIMAS)	2.6.8 1.4 3	817,731.00	SERVICIO

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA  
PROYECTO ESPECIAL  
Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de TacnaABOG. EDILBERTO ENRIQUE CALDERON URRIOLA  
JEFE DE LA OFICINA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

Firma del Solicitante

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA  
PROYECTO ESPECIAL  
Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de TacnaABOG. EDILBERTO ENRIQUE CALDERON URRIOLA  
JEFE DE LA OFICINA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

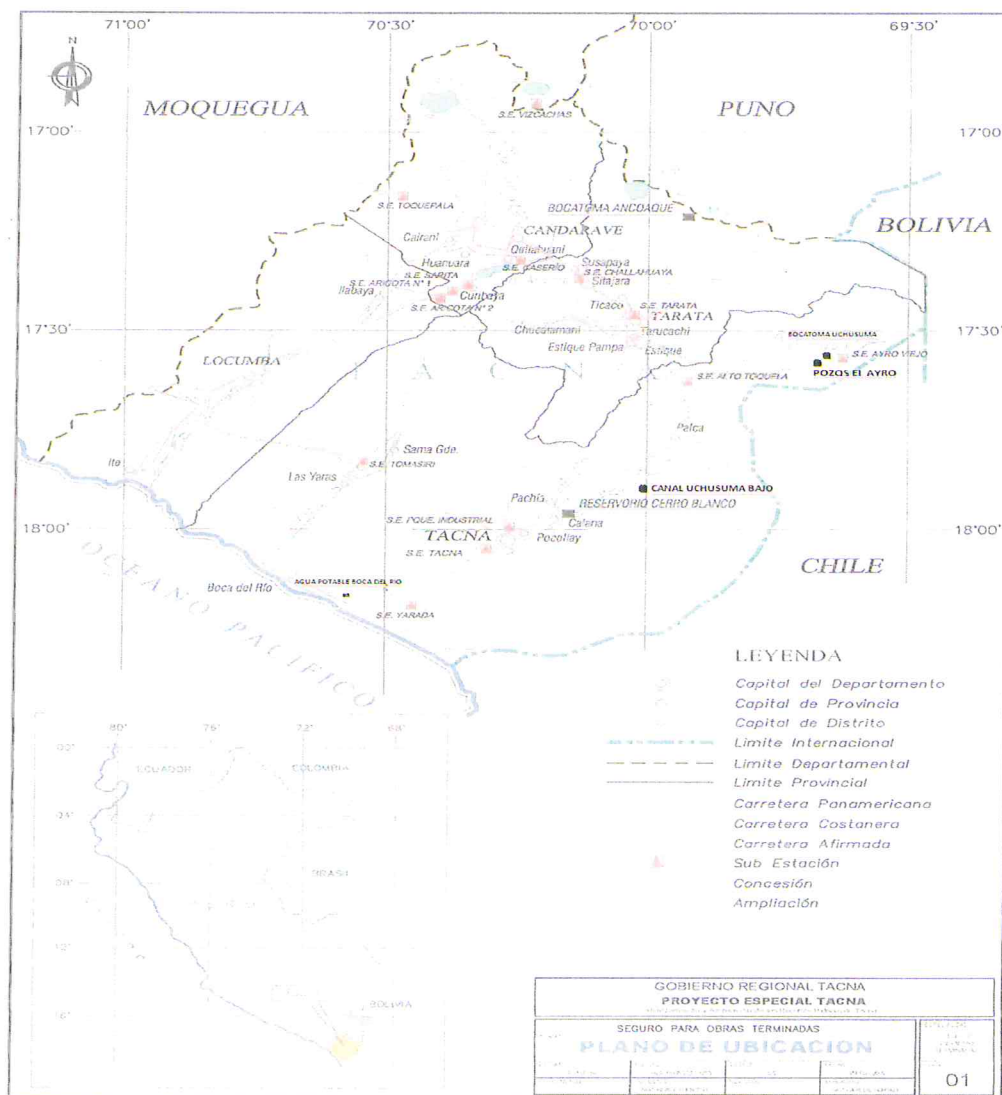
Firma Autorizada



GOBIERNO REGIONAL TACNA PROYECTO ESPECIAL PROVEIDO: UNIDAD DE LOGISTICA.....	
PASE A:.....	
<input checked="" type="checkbox"/> Tomar Acción	<input type="checkbox"/> Proyectos Oficio
<input type="checkbox"/> Preparar Informe	<input type="checkbox"/> Por Corresponder
<input type="checkbox"/> Para su conocimiento	<input type="checkbox"/> Archivo
OBSERVACIONES: .....	
FECHA:.....	FIRMA:.....

0147





**DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS EJECUTADAS EN EL AMBITO DEL PROYECTO  
ESPECIAL TACNA A ASEGURAR EN EL AÑO 2023**

RELACIÓN DE OBRA A ASEGURAR AÑO 2023

N°	DESCRIPCION	Valor de la Edificación
1	BOCATOMA CANO Y CANAL CANO SALADO	552,237.59
2	RESERVORIO DE REGULACION CERRO BLANCO (R1,R2,R3)	3,819,669.90
3	POZOS DEL AYRO PA-10,PA-12,PA-13	964,065.60
4	PLANTA DE AGUA POTABLE BOCA DEL RIO	823,175.19
5	BOCATOMA UCHUSUMA	110,923.60
6	CANAL UCHUSUMA BAJO	541,954.50
7	RESERVORIO DE REGULACION CERRO BLANCO (R4,R5)	7,151,023.62
8	TUNEL KOVIRE	83,418,772.76
9	BOCATOMA CHUSCHUCO	85,679.05
10	REPRESA CASIRI	241,161.38
11	REPRESA CONDORPICO	67,015.47
12	REPRESA PAUCARANI	37,977,773.80
13	CANAL PATAPUJO Y 3 BOCATOMAS (Chungara, Iñuma y Casillaco)	1,251,646.62
14	CANAL UCHUSUMA ALTO	10,671,118.33
15	CANAL UCHUSUMA ALTO (TUNELES)	1,496,556.46
16	BOCATOMA CHALLATA	344,414.60
17	BOCATOMA ANCOAQUE	345,574.67
18	CANAL Y BOCATOMA QUEÑUTA	21,096.62
19	SUB ESTACION ELECTRICA EL AYRO	529,659.60
20	MEJORAMIENTO DEL CANAL CHIQUITOMA CALLERACO	2,851,040.16
TOTAL		153,264,559.52



## LOCAL 01 - BOCATOMA CANO Y CANAL CANO SALADO

Sistema de conducción diseñado para captar las aguas provenientes de las nacientes de las cuencas del río Maure, trasvasadas a la cuenca del río Salado, a través del Túnel Kovire. La captación de estos recursos se efectúa mediante la Bocatoma Cano; y son conducidas a través de un canal (Canal Cano – Salado) hasta el Túnel Ichicollo, entregando esta finalmente sus aguas a las nacientes del río Salado (afluente de la laguna Aricota).

**Bocatoma Cano.-** Estructura compuesta por un dique de encauzamiento de aproximadamente 180 m de longitud, corona 4.0 m, talud enrocado 1:1.5, mediante el cual se regula las aguas provenientes del túnel Kovire y aportes de quebradas afluentes, para su posterior derivación hacia el río Salado – afluente de la laguna Aricota a través del canal Cano – Salado y hacia la cuenca del Sama, a través de río Yabroco. El dique se conecta a un barraje de concreto ciclópeo de 25,0 m de longitud, de perfil tipo crecer, altura 1,80 m, diseñado para evacuar avenidas extraordinarias, siendo su evacuación hacia el río Yabroco.



Foto N° 01.- Vista de la margen Derecha del Dique Cano. Se observa el Aliviadero de demasía y las compuertas de descarga



El Vocal de captación está compuesto por tres ventanas reguladas por compuertas de tipo deslizante de acción manual, de ancho 1.40 m separados por pilares de 0,48m. Las dos primeras ventanas corresponden al ingreso hacia el Canal Cano – Salado, con capacidad máxima de captación de hasta 6,0 m<sup>3</sup>/s; y, la tercera ventana, está diseñada para captar hasta 4,0 m<sup>3</sup>/s, que descargan a la cuenca del río Yabroco, tributario del Río Sama. La bocatoma comunica al canal Cano – Salado, a través de un canal de aducción de sección rectangular (base: 1,90 m; alto: 1,80 m; longitud: 22,70 m) y fue ejecutada por Administración Directa.

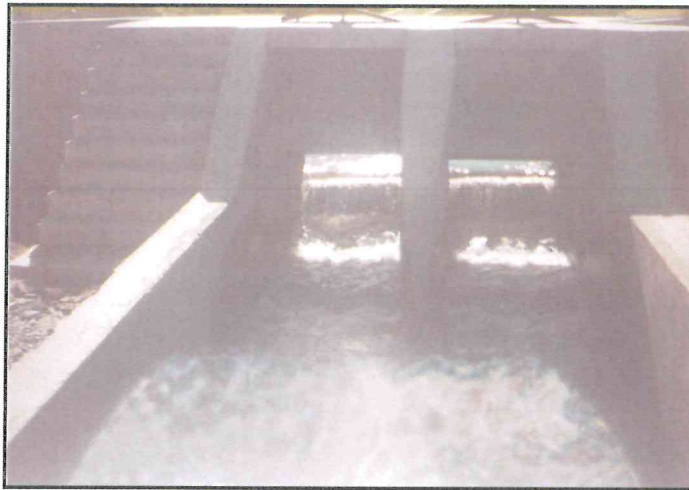


Foto N° 02.- Vista desde aguas abajo de las compuertas de descarga Hacia el canal Cano –Salado.



Foto N° 03.- Vista desde aguas abajo de las compuertas de descarga y aliviadero de demasía del Dique Cano.



### **CANAL CANO - SALADO**

Canal de mampostería de piedra, de sección trapezoidal casi única (plantilla: 1,80 m; altura: 1,80 m, base superior: 3,35 m), con capacidad de diseño de 4,00 m<sup>3</sup>/s, y longitud total de 5,6 Km, que conduce las aguas trasvasadas por el Túnel Kovire, captadas aguas abajo mediante la Bocatoma Cano.

El canal en su discurrir presenta obras de arte de protección construidas como Canoas (0+020, 0+387, 0+697, 1+655, 1+718, 1+880, 2+020, 2+142, 2+400, 2+740, 3+005, 3+315, 3+542, 3+835, 4+010, 4+100, 4+482, 4+682, 4+490, 5+250, 5+562), estructuras que mayormente han sido proyectadas para un futuro encimado del canal (0,40 por encima del sardinel del canal).



Foto Nº 04.- Vista del Canal Cano – Salado



Así mismo, el canal presenta tramos en conducto cubierto, para protegerlo de deslizamientos de taludes inestables (0+223 – 0+360; 1+1660 – 1+720). y, tramos con sistema de drenaje (4+440 – 4+480; 4+940 – 5+160).

La obra se inició su ejecución en el año 1986, por la modalidad de ejecución presupuestaria directa con la construcción de la plataforma de 5.66 Km de longitud y un ancho de 7.00 mts. en el cual se encuentra incluidos los rellenos y excavación de plataforma. La excavación de caja y revestimiento fue efectuada por la contratista

COSAPI S.A. desde Diciembre de 1986 hasta Julio 1987, y la Supervisión Externa estuvo a cargo de la consultora Víctor Chávez Izquierdo S.A.

Incluye también, la construcción de la losa de protección en conducto cerrado y 22 canoas y sistemas de drenaje.

El monto ejecutado para la culminación del Canal Cano Salado y la Bocatoma Cano fue de \$. 711,899.00 (Setecientos Once Mil Ochocientos Noventa y Nueve y 00/100 Dólares). En el cual se encuentra incluido los gastos efectuados por ejecución presupuestaria directa.

#### **VALOR DE REPOSICIÓN:**

US \$ 552,237.59 (Quinientos Cincuenta y Dos Doscientos Treinta y Siete con 59/100 dólares Americanos).

#### **TIEMPO DE EJECUCIÓN**

08 meses, entre 1986 y 1989

### **LOCAL 02 - RESERVOIRIO DE REGULACION CERRO BLANCO (R1, R2 Y R3)**

El Reservoirio de Regulación Cerro Blanco, forma parte del sistema de conducción Vilavilani, que se inicia con la captación en el río Maure sobre la cota 4,430 m.s.n.m. y un canal de derivación dividido en tres tramos, totalizando una longitud de 143 Km. de longitud.

Tramo I      Canal Calachaca-Chuapalca, de  $Q = 1.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Tramo II     Canal Chuapalca-Uchusuma, de  $Q = 3.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Tramo III    Canal Uchusuma-Huaylillas Sur, de  $Q = 4.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$



El Reservoirio de Regulación es parte del Tramo III, siendo el tramo existente, el que se encuentra en operación, se inicia en la captación de El Ayro y se extiende hasta el Túnel Huaylillas Sur, con un recorrido de 49.30 Km.. Con la remodelación del canal se ha conseguido evitar las pérdidas por filtraciones en el canal, mediante la colocación de una geomembrana de polipropileno de 1.50 milímetros de espesor; e



incrementar su capacidad de conducción hasta 4.5 m<sup>3</sup>/seg., lo que se ha conseguido mediante la sobreelevación de los taludes del canal existente, con un muro de concreto ciclópeo.

El Proyecto Especial Tacna, órgano dependiente del Instituto Nacional de Desarrollo, comprometido en resolver la problemática hídrica del Departamento, dentro de sus actividades priorizadas contempla el Mantenimiento de los Reservorios de Regulación Cerro Blanco, a fin de lograr su normal funcionamiento, rehabilitando las zonas dañadas, permitiendo su mejor servicio a la población de Tacna.

### UBICACIÓN Y ACCESO

La zona del Proyecto que involucra las obras de mantenimiento y Limpieza de los Reservorios Cerro Blanco, se ubica políticamente en la localidad de Cerro Blanco, comprensión de:

Departamento : Tacna  
Provincia : Tacna  
Distrito : Calana

Administrativamente se encuentra localizada en:

- Distrito de riego de Tacna
- Junta de Usuarios del Valle de Tacna

El acceso a los Reservorios, es a través de la carretera Tacna-Collpa-La Paz en el Km 09, Piedra Blanca, de esta vía, se toma el desvío hacia el Este y a 03 Km se llega a los reservorios en el anexo de Cerro Blanco.



### DESCRIPCION DE LAS OBRAS DEL RESERVORIO

El reservorio de regulación, constituido por tres pozas con capacidad de almacenamiento de 1'141,151 m<sup>3</sup>, inicialmente; durante el periodo de construcción ha permitido el funcionamiento continuo del sistema de abastecimiento de agua a la ciudad de Tacna, realizando cortes en la circulación de agua en el canal Uchusuma por periodos máximos de 15 días. Las características principales del reservorio son:

### Pozas de Almacenamiento.

Se han construido tres pozas de almacenamiento de 320m. x 220 m. de área y 6 m. de profundidad, conformadas por excavaciones y terraplenes.

La sección típica del terraplén considera una corona de 5.0 m de ancho en los diques perimetrales y 10 m de ancho en los diques entre pozas, taludes interiores y exteriores de 2:1. Sobre la corona se ha proyectado un camino de servicio de 3.50 m de ancho, el cual será lastrado con una capa de rodadura de 0.20 m de espesor.



Foto Nº 05.- En la imagen se observa el canal de alimentación paralelo al Reservorio, el cual se encuentra recubierto con Geomembrana de polietileno de 60 milímetros de Espesor, con una protección de geotextil.



### Sistema de Drenaje.

Para proteger las estructuras de los reservorios, actuales y futuros de las escorrentías superficiales de las quebradas que atraviesan el emplazamiento de las mismas, se tiene un canal perimétrico, para recolección y evacuación de las aguas superficiales de las quebradas.

En las pozas de almacenamiento, está previsto el sistema de drenaje subterráneo a fin de evitar el levantamiento de la Geomembrana, cuando el nivel de la napa freática es alto y las pozas estén vacías, durante su limpieza o mantenimiento.

### Impermeabilidad de Reservorios:

Para lograr la impermeabilidad de las pozas del reservorio, se ha colocado una Geomembrana de polietileno de 60 milímetros de espesor, con una protección de geotextil contra el punzonamiento.

### Estructuras de Captación:

Las estructuras de captación son las siguientes:

- Bocatoma en el canal de derivación existente.
- Canal de aproximación
- Desarenador

Todas las obras de captación han sido dimensionadas para un caudal de 0.60 m<sup>3</sup>/seg., que se resumen de la siguiente forma:

#### **A. Bocatoma**

Se ha proyectado, para permitir la derivación de un caudal de 0.60 m<sup>3</sup>/seg, a los reservorios. La estructura consta de una poza de sección rectangular de 3.20 m de ancho, que permitirá tranquilizar el flujo en el canal para permitir la derivación del caudal de diseño a través de una sección rectangular de 1.00 m de ancho, en donde se ha realizado la regulación del flujo a través de una compuerta de 1.00 m por 1.40 m, operada, desde una losa de maniobras de 1.0 m de ancho; delante de la compuerta se han ubicado ranuras para la colocación de ataguías metálicas.

#### **B. Canal**

El canal que conecta la bocatoma con el desarenador es de sección rectangular, de 1.00 m de ancho y de 0.10 % de pendiente longitudinal. En la parte del canal cerca





al desarenador están previstos puentes de 4.00 m de ancho sobre el canal para el cruce con el camino de acceso a los reservorios.

### C. Desarenador

El desarenador se ha diseñado para eliminar partículas de 0.50 mm y un caudal de 0.60 m<sup>3</sup>/seg. La estructura consta de una transición de entrada de 7.5 m de longitud, el desarenador propiamente dicho conformado por dos naves de 2.00 m de ancho y 13.00 m de longitud, separados por un pilar central de 0.30 m de espesor y finalmente, una transición de salida de 7.50 m de ancho para empalmar con el canal de salida.

La estructura cuenta con un sistema de ataguías metálicas a la entrada y salida, que permitirá interrumpir el flujo en las naves para efectuar la limpieza manual, las cuales serán operadas desde una losa de maniobras de 2.00 m de ancho.



Foto N° 06.- Se observa una de las o tres pozas de almacenamiento de 320m. X 220 m. de Área y 6 m. de profundidad, conformadas por excavaciones y terraplenes y recubierta con Geomembrana de polietileno de 1.50 milímetros de espesor, con una protección de geotextil.

#### Canales de alimentación:

El reservorio incluye la construcción de tres canales de alimentación, de sección rectangular de concreto reforzado de 1.00 m de ancho y altura variable, que se desarrollan en forma paralela a lo largo de las pozas del reservorio.

Los canales cuentan con vertederos que permiten la conducción del agua de una poza a otra para facilitar el llenado.

#### Estructuras de Descarga:

Comprende las obras que permiten la salida de agua de las pozas del reservorio, hasta su conexión con el canal alimentador existente.

Las salidas de los reservorios están dimensionadas para el caudal requerido de 0.60 m<sup>3</sup>/seg, es típica para las tres pozas, empleando una tubería de PVC clase 5 de 500 mm de diámetro que atravesará el terraplén de la poza. Están previstas dos regulaciones, la de aguas arriba, constituida por una compuerta de 0.40 x 0.50 m, destinada a reparaciones y mantenimiento de toda la descarga, y la de aguas abajo, constituida por una válvula tipo "Howei Bunger" de 400 mm de diámetro.

Los canales de descarga fueron dimensionados para 0.60 m<sup>3</sup>/seg y desempeñan la función de entregar el agua del reservorio al canal de derivación existente, la sección del canal es típica, de 1.00 m de ancho y con pendiente longitudinal de 0.10 %.

#### Salida de Fondo:

Para el mantenimiento y la limpieza del reservorio, está prevista la salida de fondo, dimensionada para que, operando en conjunción con la descarga, vacíe el reservorio en dos días. La descarga se realiza, hacia el canal evacuador que corre paralelo a las pozas.

Su disposición general es similar al de descarga, pero con otras dimensiones, la tubería de PVC para el cruce con el terraplén es de 650 mm de diámetro, la compuerta de aguas arriba de 0.50 x 0.65 m y a la salida del tubo se ha proyectado, un disipador de tipo impacto de 4.50 m de ancho y 6.10 m de longitud.

El monto utilizado en la ejecución de la Obra fue de \$ 7'806,914.00 (Siete Millones Ochocientos Seis Mil Novecientos Catorce con 00/100 Dólares Americanos), y el monto de la Supervisión Externa ascendió a la suma de \$ 273,000.00 (Doscientos Setenta y tres Mil con 00/100 Dólares Americanos).





### VALOR DE REPOSICIÓN

US \$ 3'819,669.90 (Tres Millones Ochocientos Diecinueve Mil Seiscientos Sesenta y Nueve Mil con 90/100 dólares americanos), monto considerado en el anterior proceso de selección.

### TIEMPO DE EJECUCIÓN

Un Año 1999

## LOCAL 03 - POZOS EL AYRO

### ANTECEDENTES

La Construcción de pozos profundos de agua ubicados en la zona El Ayro, se inició en el año 1977 con el fin de atender las necesidades hídricas de Tacna mediante el aprovechamiento de aguas subterráneas, es así que se construyen los pozos PA-1 y PA-2, en 1978 se construirían los pozos PA-3 y PA-4. Posteriormente en 1984, se construyó el pozo PA-6, en 1986 el pozo PA-9, y en 1993 los pozos PA-10, PA-12 y en 1994 el PA-13.

En el año 1997, debido a los descensos de los niveles dinámicos, consecuentemente la disminución del caudal y por la antigüedad de los pozos, se realiza la rehabilitación de los pozos PA-1, PA-2, PA-3 PA-4 y posteriormente en el año 1998 se construye el pozo de reposición del PA-2.

Por la calidad del agua, por el tiempo de operación y por su colapsamiento, los pozos PA-5 y PA-7 fueron desactivados, mientras que el pozo PA-11 no ha sido posible su aprovechamiento por la baja calidad del agua.

En el año 2002, a consecuencia de las recomendaciones deducidas del párrafo anterior, se realiza el mantenimiento, limpieza y operación de los pozos PA-10 y PA-12, presentándose obstrucciones en los traslapes de las tuberías de ambos pozos, consistentes en planchas y tuberías de acero, hecho que dificultó la limpieza de la estructura del fondo de los pozos.





## OBJETIVO.

- Asegurar el abastecimiento de agua para la ciudad y valle de Tacna, con un caudal mínimo de 600 lt/s., mediante la batería de los pozos de agua profundos de la zona El Ayro.
- Aprovechar las aguas subterráneas en la zona El Ayro, mediante la explotación de pozos profundos de agua.
- Proporcionar la seguridad necesaria para el funcionamiento de los equipos de bombeo y de las instalaciones hidráulicas, mediante la construcción de Casetas de Bombeo y Cerco Perimétrico.

## UBICACIÓN

Los pozos en mención tienen la siguiente ubicación política:

Departamento	:	Tacna
Provincia	:	Tacna
Distrito	:	Palca
Localidad	:	El Ayro

## ACCESIBILIDAD

El acceso se logra a través de la carretera Tacna – La Paz asfaltada hasta el Km 47 y continúa con una vía afirmada, pasando la localidad de Alto Perú, se toma un desvío por una carretera afirmada hasta la zona El Ayro. Haciendo un total de 128 Km.

## CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION Y EQUIPO

### POZO PA-01

Año de construcción	:	1977
Antepozo	:	25 m
Perforación 18" Ø	:	117 m.
Revestimiento tub. De acero ciega 18" Ø	:	24 m.
Revestimiento tub. De acero filtro 18" Ø	:	80 m.
Inst. Bomba de Turbina Eje vertical 12" Ø	:	61 m.
Caudal de Bombeo	:	70 lt/s.
Nivel Estático	:	25.78 m.



### POZO PA-02

Año de construcción	:	1977
Antepozo	:	6 m
Perforación 18" Ø	:	144 m.
Revestimiento tub. De acero ciega 18" Ø	:	12 m.
Revestimiento tub. De acero filtro 18" Ø	:	138 m.
Inst. Bomba de Turbina Eje vertical 12" Ø	:	70 m.
Caudal de Bombeo	:	30 lt/s.
Nivel Estático	:	5.50 m.

### POZO PA-03

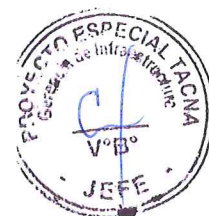
Año de construcción	:	1978
Antepozo	:	3.5 m
Perforación 18" Ø	:	116.5 m.
Revestimiento tub. De acero ciega 18" Ø	:	3.5 m.
Revestimiento tub. De acero filtro 18" Ø	:	116.5 m.
Inst. Bomba de Turbina Eje vertical 12" Ø	:	51 m.
Caudal de Bombeo	:	60 lt/s.
Nivel Estático	:	2.60 m.

### POZO PA-04

Año de construcción	:	1978
Antepozo	:	17 m
Perforación 18" Ø	:	83 m.
Revestimiento tub. De acero ciega 18" Ø	:	10.5 m.
Revestimiento tub. De acero filtro 18" Ø	:	89.5 m.
Inst. Bomba de Turbina Eje vertical 12" Ø	:	51 m.
Caudal de Bombeo	:	60 lt/s.
Nivel Estático	:	16.68 m.

### POZO PA-06

Año de construcción	:	1984
Antepozo	:	8.5 m
Perforación 18" Ø	:	57.5 m.
Revestimiento tub. De acero ciega 18" Ø	:	6 m.
Revestimiento tub. De acero filtro 18" Ø	:	57 m.



Inst. Bomba de Turbina Eje vertical 12" Ø	:	50 m.
Caudal de Bombeo	:	110 lt/s.
Nivel Estático	:	27.22 m.

#### POZO PA-09

Año de construcción	:	1986
Antepozo	:	3 m
Perforación 18" Ø	:	133 m.
Revestimiento tub. De acero ciega 18" Ø	:	0 m.
Revestimiento tub. De acero filtro 18" Ø	:	132 m.
Inst. Bomba de Turbina Eje vertical 12" Ø	:	65 m.
Caudal de Bombeo	:	50 lt/s.
Nivel Estático	:	13.19 m.

#### POZO PA-10

Año de construcción	:	1993
Antepozo	:	6 m
Perforación 18" Ø	:	248 m.
Revestimiento tub. De acero ciega 18" Ø	:	78 m.
Revestimiento tub. De acero filtro 18" Ø	:	135 m.
Inst. Bomba de Turbina Eje vertical 12" Ø	:	83 m.
Caudal de Bombeo	:	60 lt/s.
Nivel Estático	:	22.16 m.

#### POZO PA-12

Año de construcción	:	1993
Antepozo	:	6 m
Perforación 18" Ø	:	245 m.
Revestimiento tub. De acero ciega 18" Ø	:	28 m.
Revestimiento tub. De acero filtro 18" Ø	:	135 m.
Inst. Bomba de Turbina Eje vertical 12" Ø	:	63 m.
Caudal de Bombeo	:	100 lt/s.
Nivel Estático	:	7.76 m.

#### POZO PA-13

Año de construcción	:	1994
---------------------	---	------





Antepozo	:	10 m
Perforación 18" Ø	:	220 m.
Revestimiento tub. De acero ciega 18" Ø	:	28 m.
Revestimiento tub. De acero filtro 18" Ø	:	184 m.
Inst. Bomba de Turbina Eje vertical 12" Ø	:	61 m.
Caudal de Bombeo	:	80 lt/s.
Nivel Estático	:	30.15 m.

## DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES EFECTUADAS

### PERFORACIÓN DE POZOS

El método de Perforación que se utilizó fue el de rotación con circulación directa del fluido de perforación y construido de acuerdo al diseño técnico definitivo del pozo, que será establecido posteriormente a la perforación del pozo guía y las especificaciones técnicas. Se utilizó este método por la siguiente ventaja:

El método permite ejecutar los pozos iniciando la perforación con un pequeño diámetro (6" a 12") y sin la tubería herramienta, por lo que puede ser abandonado en forma económica si las características del acuífero y/o la calidad de agua no son convenientes. Se continuó el pozo hasta alcanzar su diámetro y diseño. Este método es de mayor rendimiento que el sistema de percusión.

Aparentemente el método rotativo podría ofrecer de no obtener muestras representativas del terreno perforado y al sellado de estratos acuíferos productivos con el fluido de perforación. Con relación al flujo de perforación, se señala que si el perforista empleó un buen criterio y experiencia en el manejo de fluidos de perforación, no ocurrirá el problema de sellado de las capas acuíferas. Alternativamente también puede sustituirse el uso de la bentonita en el fluido de perforación por otros con propiedades biodegradables, que eliminan todo riesgo de sellado de acuíferos. Estos fluidos biodegradables existentes en el mercado nacional.

Las tuberías colocadas fueron de dos tipos, tubería ciega y ranurada.

Se entiende por tubería ciega, los tramos de tubería sin perforaciones en sus paredes, que serán suministradas en tramos, de tamaños estándar producidas por las fábricas. Tubería de filtro, los tramos de la tubería con perforaciones hechas con herramientas mecánicas, efectuada en la fábrica y serán suministradas en los tamaños estándar, en las cuales se han practicado perforaciones embutidas unidas a sus extremos al cuerpo principal del cilindro de la tubería.



Al terminarse los trabajos de perforación de un pozo con fines de alumbramiento de aguas subterráneas y/o pozo de control piezométrico, la tubería del ademe, deberá encontrarse en el sitio de los trabajos, disponible para su inmediata colocación.

La unión de los diversos tramos de tuberías de ademe se efectuó por soldado eléctrico preparando los extremos de los tramos de tubería con un bisel adecuado.

Los tramos de la tubería, se unieron por medio de un acople exterior de un espesor igual al de la tubería.

La unión de los tramos de tuberías de diferentes diámetros, se efectuó por medio de un cono de acero formado por material de las mismas tuberías, en el cual debió de quedar soldado en sus extremos a las correspondientes tuberías y sujeto a las especificaciones.

La grava seleccionada que se empleó como prefiltro para rellenar el espacio anular entre la perforación y la tubería forro, deberá ser redondeada graduada y limpia. El diámetro promedio de la grava seleccionada será entre 0.003 a 0.006 m.

#### Verticalidad y Alineamiento:

Se verificó la verticalidad y alineamiento del pozo en toda su longitud, con el libre descenso de la sarta de perforación y de la tubería de impulsión de los equipos de prueba, de tal manera que no existan restricciones para el equipamiento definitivo del pozo.

#### Sellado de capas salinas y estériles:

Se realizó el sellado de los estratos en los casos siguientes:

Estratos con agua de alta salinidad para evitar la contaminación.

Estratos sin agua para evitar la infiltración de estos niveles.

Estratos con agua que tienen contaminación biológica.

#### Desarrollo

El Desarrollo del pozo se realizó preferencialmente por el método de aire comprimido (Air Lift), y aplicación de aditivos químicos que permiten la de floculación de las arcillas (Plifosfatos).

El desarrollo del pozo se realizó por unidad de tiempo y de acuerdo a las necesidades del perfil litológico obtenido.



#### Terminación del Pozo

Como acciones complementarias pendientes a la terminación del pozo, se ha considerado las siguientes:

La tubería en la boca del pozo se acondicionó de acuerdo a la función que cumplirá en forma inmediata.

Se colocó una tapa confeccionada con plancha de acero LAC de 1/4" (0.006) de espesor debidamente soldada a los largo de todo el perímetro,

El monto total ejecutado para la perforación de los pozos PA-10, PA-12, PA-13, es de US \$ 1' 525,000.00 (Quinientos Veinticinco Mil con 00/100 dólares americanos),

#### VALOR DE REPOSICIÓN

US \$ 964,065.60 (Novecientos Sesenta y Cuatro Mil Sesenta y Cinco con 60/100 dólares americanos).

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

1986, 1987, 1993, 1994

### LOCAL 04 - AGUA POTABLE BOCA DEL RIO

**LÍNEA DE CONDUCCIÓN CÁMARA ROMPE PRESIÓN A RESERVORIO EXISTENTE DE 2000 M3 CPM BOCA DEL RIO Y LÍNEA DE ADUCCIÓN RESERVORIO 2000 M3 CPM BOCA DEL RIO A CPM VILA VILA.**

#### ANTECEDENTES

El Proyecto Especial Tacna, con la finalidad de mejorar el sistema de abastecimiento de agua al CPM Boca del Río y la CPM Vila Vila y evitar que la población asentada en dicho sector adquiera enfermedades infecto-contagiosas; establece dentro de una estructura programática la ejecución de la Obra "Línea de Conducción Cámara Rompe Presión a Reservoirio Existente de 2000 m3 CPM. Boca del Río y Línea de Aducción Reservoirio 2000 m3 CPM. Boca del Río a CPM. Vila Vila".





## UBICACIÓN

Departamento : Tacna  
Provincia : Tacna  
Distrito : Sama Las Yaras.

El CPM Boca del Río, se encuentra ubicado a 51 Km. de la ciudad de Tacna. Es accesible siguiendo la carretera costanera del tramo Tacna – Ilo.

## CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO

Para efectos del presente diseño, se consideró explotar un caudal de 30 lt/s. de agua subterránea del pozo IRHS-207, para atender las necesidades del Balneario de Boca del Río y la Caleta Vila Vila, por las siguientes razones:

- El Pozo IRHS-207 se encuentra ubicado aproximadamente a 2 Km. de la línea de Playa, en la parte Nor-Oeste del Acuífero, lugar donde es muy difícil que se tenga una recarga efectiva; en tales condiciones es probable que a medida que se vaya explotando Agua Subterránea, se formará un cono de depresión que inducirá al avance del Agua de Mar. Si bien es cierto que el Pozo en la Prueba de Rendimiento captó 60 lt/s., no significa que se deba explotar este caudal, lo cual inducirá a un rápido avance de la cuña marina.
- El caudal de 30 lt/s., permite atender a una población de 25,920 personas, con 100 lt/día/persona en forma permanente y a 50,000 personas el fin de semana, teniendo el Reservorio de 2,000 m<sup>3</sup> lleno y el Pozo funcionando.
- La proyección de este abastecimiento permite cubrir la demanda de agua del Balneario de Boca del Río hasta el 2020; que es también el tiempo de vida útil que se ha considerado para el pozo debiendo antes de esa fecha construir un nuevo Pozo en una zona donde se tenga una mayor garantía para explotar mayor caudal y evitar el fenómeno de Intrusión Marina.

Cuadro de Áreas de Servidumbre de línea de Impulsión:

Largo de la tubería instalada : 1575 m.  
Ancho de la servidumbre : 6 m.  
Área de la servidumbre : 945 m<sup>2</sup>  
Perímetro de servidumbre : 3162 m.



Área total de tubería construida	:	1575 m
Perímetro total de tubería construida	:	3152 m.
Área libre total	:	7875 m2

Cuadro de Áreas de Servidumbre de Línea de Desagüe (Cámara Rompe Presión Existente)

Largo de la tubería	:	20.00 m.
Ancho de la servidumbre	:	3.00 m
Área de la servidumbre	:	60.00 m2
Perímetro de la servidumbre	:	46.00 m.
Área total de la tubería construida	:	20.00 m2
Perímetro total de tubería construida	:	42.00 m.
Área libre total	:	40.00 m2

**Suministro e Instalación de Línea de Conducción.-**

Consistió en el tendido de 11,608.60 m. de tubería PVC, unión flexible 315 mm de clase 10; así como la instalación de 6 válvulas de aire y accesorios, este tramo se inicia a partir de la Cámara Rompe Presión existente (km. 1+575.00) al Reservorio de 2000 m3 existente (Km. 13+183.60). El suministro e instalación de accesorios de la línea de conducción son los siguientes:

- 02 Und. Tee HEducti 315 mm x 160 mm,
- 03 Und. Codo HE dúctil 315 mm x 90°
- 04 Und. Codo HE dúctil 315 mm. x 45°
- 02 Und. Codo HE dúctil 315 mm x 22.5°
- 01 Tapón PVC 160 mm
- 06 Válvulas de aire 2"



**Cuadro de Áreas de Servidumbre de Línea de Conducción:**

Largo de la tubería instalada	:	11,680.60 m.
Ancho de la servidumbre	:	6.00 m.
Área de la servidumbre total	:	69,686.97 m <sup>2</sup>
Perímetro de servidumbre total	:	23,250.09 m.
Área total de tubería construida	:	10,586.54 m <sup>2</sup>
Perímetro total de tubería construida	:	23,240.11 m.
Área libre total	:	59,100.43 m <sup>2</sup>

Este tramo, en el tramo Km 8+897.60, se ejecuta una Cámara Reductora de Presión de concreto armado, del cual se deriva un tramo adicional de Suministro e Instalación de Tubería de Aducción PVC 110 mm con una longitud de 885.00 m. con destino al Balneario de Llostay; cuyos accesorios son los siguientes:

01 Und. Válvula de Compuerta DN 110 mm 4"

01 Und. Codo HE dúctil 110 mm. x 22.5°

**El suministro e Instalación de la Cámara Reductora de Presión son:**

01 Und. Válvula Reductora de Presión de 4"

05 Und. Niple Bridado de 4"

01 Und. Válvula Bridada de 4" t/compuerta

01 Und. Unión Dresser 4"

01 Und. Tee F°F° Bridado 4" x 4"

01 Und. Codo F°F° bridado 4" x 90°

01 Und. Transición PVC-Brida.



**Cuadro de Áreas de Servidumbre de Línea de Aducción a Llostay:**



Largo de la tubería	:	885.00 m
Ancho de la servidumbre	:	6.00 m.
Área de la servidumbre total	:	5,273.11 m <sup>2</sup>
Perímetro de la servidumbre total	:	1,760.63 m.
Área total de la tubería construida	:	875 .03 m <sup>2</sup>
Perímetro total de tubería construida	:	1,749.86 m.
Área libre total	:	4,362.08 m <sup>2</sup>

En la Cámara Rompe Presión se ejecuta el Sistema de Desagüe con Tubería PVC 110 mm. S-13.3 ISO 4422 con una longitud de 20.00 m., cuyos accesorios son los siguientes:

01 Und. Niple BB-Espiga HE Dúctil 110 mm x 0.30 m.

01 Und. Unión Mixta de 110 mm.

Asi mismo, en esta Cámara Rompe existen accesorios para empalmar con la línea de conducción que son los siguientes:

01 Und. Niple BB-Espiga HE Dúctil 315 mm x 0.30 m.

01 Und. Unión Mixta 315 mm.

#### **Suministro e Instalación de Línea de Aducción.-**

Consiste en el tendido de 6,820.00 m. de Tubería PVC 160 mm 7.5; este tramo se inicia a partir del reservorio 2000 m<sup>3</sup> (Km 13+183.60) hasta el Km. 20+0003.60 que empieza la derivación a Vila Vila. El Suministro e Instalación de accesorios de la línea de Aducción son:

01 Und. Tee HE Dúctil 160 mm. x 160 mm.

01 Und. Tee HE Dúctil 160 mm. x 110 mm.

01 Und. Codo HE Dúctil 160 mm. x 90°

02 Und. Codo HE Dúctil 160 mm. x 45°

01 Und. Codo BB HE Dúctil 160 mm x 45°



01 Und. Válvula de Purga DN 110 mm. (4")

01 Und. Tapón PVC 160 mm.

Cuadro de Áreas de Servidumbre Línea de Aducción:

Largo de la tubería instalada	:	6,820.00 m.
Ancho de la servidumbre	:	6.00 m.
Área de la servidumbre total	:	40,883.13 m <sup>2</sup>
Perímetro de servidumbre total	:	13,686.54 m.
Área de tubería construida	:	6,833.93 m <sup>2</sup>
Perímetro total de tubería construida	:	13,630.56 m.
Área libre total	:	34,049.20 m <sup>2</sup>

La derivación con destino al Balneario de Vila Vila constituye un tramo adicional de Suministro e Instalación de Tubería PVC 110 mm con una longitud de 580 m.

**Cuadro de Áreas de Servidumbre Línea de Aducción a Vila Vila:**

Largo de la tubería instalada	:	31.00 m.
Ancho de la servidumbre	:	6.00 m.
Área de la servidumbre total	:	186.02 m <sup>2</sup>
Perímetro de servidumbre total	:	74.09 m.
Área de tubería construida	:	37.29 m <sup>2</sup>
Perímetro total de tubería construida	:	64.38 m.
Área libre total	:	148.73 m <sup>2</sup>



### Rehabilitación del Reservorio 2000 m<sup>3</sup>

Este reservorio de una capacidad de 2000 m<sup>3</sup>, se encuentra ubicado en el CPM Boca del Río; consta con trabajos de construcción de cobertura de una losa maciza con 31.63 m<sup>3</sup> de concreto armado, de 21.07 x 30.56 m.

Suministro e instalación de tubería de desagüe PVC 160 mm clase 7.5 ISO 4422 con una longitud de 79.35 m.

Los accesorios de la Caseta de Válvulas del Reservorio 2000 m<sup>3</sup> para el empalme con la línea de aducción son:

01 Und. Reducción BB HE Dúctil 315 mm a 160 mm

01 Und. Niple BB-Espiga HE Dúctil 160 mm a 0.30 m.

01 Und. Mixta de 160 mm.

#### Cuadro de Áreas de Servidumbre de Reservorio y Caseta de Válvulas:

Largo	:	30.56 m.
Ancho	:	21.07 m.
Ancho de la servidumbre	:	3.00 m.
Área de la servidumbre total	:	984.69 m <sup>2</sup>
Perímetro de servidumbre total	:	126.94 m.
Área construida total	:	652.74 m <sup>2</sup>
Perímetro construido total	:	109.54 m.
Área libre total	:	331.95 m <sup>2</sup>

#### Cuadro de Áreas de Servidumbre Línea de Desagüe:

Largo de la tubería instalada	:	79.35 m.
Ancho de la servidumbre	:	6.00 m.
Área de la servidumbre total	:	475.68 m <sup>2</sup>
Perímetro de servidumbre total	:	170.58 m.
Área de tubería construida	:	79.62 m <sup>2</sup>
Perímetro total de tubería construida	:	160.64 m.
Área libre total	:	315.04 m <sup>2</sup>





## **COSTO REAL DE LA OBRA**

La Obra "Línea de Conducción Cámara Rompe Presión a Reservorio Existente de 2000 m3 CPM. Boca del Río y Línea de Aducción Reservorio 2000 m3 CPM Boca del Río a CPM Vila Vila, tiene un costo total de US \$ 1 061 168.83 (Un Millón Sesenta y Un Mil Ciento Sesenta y Ocho con 83/100 dólares americanos).

## **VALOR DE REPOSICIÓN**

El Valor de Reposición de la presente obra alcanza la suma de US \$ 823 175.19 (Ochocientos Veintitrés Mil Ciento Setenta y Cinco con 19/100 dólares americanos).

## **LOCAL 05 - BOCATOMA UCHUSUMA**

### **INTRODUCCION**

La Bocatoma Uchusuma es una estructura de concreto que capta las aguas hacia la margen derecha del río Uchusuma, en la progresiva km 14+600, se encuentra ubicado a 4250 m.s.n.m., inmediatamente aguas arriba del canal Calachaca – Chuapalca – Patapujo – Tramo II en la localidad denominada el Ayro Nuevo. Esta estructura consta de un muro de concreto de 50 m de longitud, en el cual se ubican dos compuertas de fierro que tienen por objeto efectuar la limpia del material sedimentado y controlar el ingreso de agua al canal de derivación cuando las descargas del río son mayores a la máxima capacidad de conducción. Capta un volumen de 1.5 Hm<sup>3</sup>.

### **UBICACIÓN**

La zona de las obras donde se realizaran las actividades de limpieza y mantenimiento, se ubican:

Departamento	:	Tacna
Provincia	:	Tacna
Distrito	:	Palca
Sector	:	El Ayro



## ACCESO

El acceso a la ubicación del proyecto es mediante la Carretera Asfaltada Tacna-Pachia-Palca continuando con la trocha carrozable Palca-Alto Perú-El Ayro en un tiempo de viaje de 3:30 horas, la zona de estudio se ubica aproximadamente a una distancia de 130 Km. de la ciudad de Tacna.

### VIAS DE ACCESO A LA ZONA DE INFLUENCIA

UBICACIÓN		DESCRIPCION VIA DE ACCESO	TIPO	DISTANCIA	TIEMPO DE VIAJE
INICIO	FINAL				
TACNA	PALCA	CARRETERA	ASFALTADA	35	0,45 hora
PALCA	EL AYRO	TROCHA	CARROZABLE	95	2,45 hora

## DESCRIPCION DE LAS OBRAS EJECUTADAS

La bocatoma Uchusuma es una estructura de captación de barraje fijo, de cresta rectangular de 2.00 metros de altura, el cual termina en un colchón disipador de 10 m de longitud, construido a base de concreto.

La zona de captación cuenta con un vertedero de cresta ancha de sección rectangular de 6.30 m de longitud y 0.50 m de ancho de cresta, la cual continua con una rápida que concluye en una trampa desripadora, con compuerta metálica de 0.90x1.10m, con mecanismo de izaje manual, la cual vierte a un canal de limpia con paredes y losas de concreto armado.

La zona de captación continua con un canal de sección rectangular de 3.00 m de ancho, cuyo caudal es regulado por un sistema de dos compuertas de 1.25 x 1.00 m de acero con mecanismo de izaje manual, apoyada en una osa de maniobras de concreto reforzado de 2.00 m de ancho y 0.30 m de espesor.





Foto N° 09.- Vista donde se aprecia la Bocatoma Uchusuma.



Foto N° 10.- Vista donde se aprecia la captación del rio Uchusuma a la bocatoma.







Foto N° 11.- Vista donde se aprecia la infraestructura de la Bocatoma Uchusuma.



Foto N° 12.- Vista donde se aprecia la losa de maniobra y las barandas de Seguridad



**COMPUERTA METÁLICA DE LIMPIA TIPO TORNILLO**  
**COMPUERTA METÁLICA DESRIPIADOR TIPO TORNILLO**  
**COMPUERTA METÁLICA DE CAPTACIÓN TIPO TORNILLO**



Foto N° 13.- Vista donde se aprecia las compuertas de Regulación.



Foto N° 14.- Vista donde se aprecia las compuertas de Regulación.



## VALOR DE REPOSICIÓN

El Valor de reposición de la presente obra alcanza la suma de \$ 110 923.60 (ciento diez mil novecientos veintitrés con 60/100 Dólares Americanos).

## TIEMPO DE EJECUCIÓN

Esta obra fue ejecutada entre los años 2006 y 2007

## LOCAL 06 - CANAL UCHUSUMA BAJO

### UBICACIÓN

Departamento : Tacna

Provincia : Tacna

Distrito : Calana

### CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

El canal de Derivación Uchusuma Bajo entrega las aguas del sistema a los usuarios: Junta de Usuarios Tacna y EPS Tacna. El primero es el operador de la Infraestructura Hidráulica Menor que distribuye a las Comisiones de Regantes Uchusuma y Magollo, a través de 17 canales de primer orden, 11 canales laterales de segundo orden, 01 de tercer orden y 01 toma directa. El canal se ubica en los distritos de Pachia y Calana, provincia de Tacna. Canal Principal construido en concreto, conduce las aguas hasta el sector conocido como el Partidor Cerro Blanco y tiene una longitud aproximada de 16+480 Km. Fue rehabilitado y mejorado el año 2001 en sus primeros 15.0 Km. con financiamiento del Proyecto Subsectorial de Irrigación (PSI) del Ministerio de Agricultura.



Es un canal de sección variable, en sus primeros tramos es de tipo rectangular, para luego variar al tipo trapezoidal. Las principales características geométricas de estos tramos se dan a continuación: tramo de sección rectangular desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 0+082 aproximadamente y sus características geométricas son: 1.50 m. de base menor, 1.10 m. de altura de canal; y desde la progresiva km 0+0082 hasta la progresiva Km. 16+480 la sección es trapezoidal



cuyas dimensiones son: 1.20 m. de base menor, 3.20 m. de base mayor, 1.00 m. de altura total y presenta un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  o un talud ( $z = 1$ ).



Foto N° 15.- la imagen muestra el canal Uchusuma bajo

### Obras de arte

Las obras de arte en este canal son 1 sifón que cruza debajo del cauce del Uchusuma en las cercanías de la bocatoma Chuschuco y 1 acueducto aguas abajo de la zona de Agua del Milagro. Además en su recorrido tiene 47 caídas inclinadas y 54 pozas, en su desarrollo se encuentran 4 puentes vehiculares, 1 partidor y 1 aforador RBC. Este recuento comprende las obras conexas desde la progresiva Km. 0+000 hasta la progresiva Km. 16+480 (Partidor de Cerro Blanco)

### VALOR DE REPOSICIÓN

El Valor de reposición de la presente obra alcanza la suma de \$ 541,954.50 (Quinientos cuarenta y un mil novecientos cincuenta y cuatro con 50/100 Dólares Americanos).

### TIEMPO DE EJECUCIÓN

Esta obra fue ejecutada en el año 2013



## **LOCAL 07 - RESERVORIO DE REGULACION CERRO BLANCO (R4 Y R5)**

El Reservoirio de Regulación Cerro Blanco, forma parte del sistema de conducción Vilavilani, que se inicia con la captación en el río Maure sobre la cota 4,430 m.s.n.m. y un canal de derivación dividido en tres tramos, totalizando una longitud de 143 Km. de longitud.

Tramo I      Canal Calachaca-Chuapalca, de  $Q = 1.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Tramo II     Canal Chuapalca-Uchusuma, de  $Q = 3.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Tramo III    Canal Uchusuma-Huaylillas Sur, de  $Q = 4.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$

El Reservoirio de Regulación es parte del Tramo III, siendo el tramo existente, el que se encuentra en operación, se inicia en la captación de El Ayro y se extiende hasta el Túnel Huaylillas Sur, con un recorrido de 49.30 Km.. Con la remodelación del canal se ha conseguido evitar las pérdidas por filtraciones en el canal, mediante la colocación de una geomembrana de polipropileno de 45 Mils de espesor; e incrementar su capacidad de conducción hasta  $4.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , lo que se ha conseguido mediante la sobreelevación de los taludes del canal existente, con un muro de concreto ciclópeo.

El Proyecto Especial "Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de Tacna" constituye un Órgano Desconcentrado del Gobierno Regional de Tacna, comprometido en resolver la problemática hídrica del Departamento, dentro de sus actividades priorizadas contempla el Mantenimiento de los Reservoirios de Regulación Cerro Blanco, a fin de lograr su normal funcionamiento, rehabilitando las zonas dañadas, permitiendo su mejor servicio a la población de Tacna.

### **UBICACIÓN Y ACCESO**

La zona del Proyecto que involucra las obras de mantenimiento y Limpieza de los Reservoirios Cerro Blanco, se ubica políticamente en la localidad de Cerro Blanco, comprensión de:

Departamento      :      Tacna



Provincia : Tacna

Distrito : Calana

Administrativamente se encuentra localizada en:

- Distrito de riego de Tacna
- Junta de Usuarios del Valle de Tacna

El acceso a los Reservorios, es a través de la carretera Tacna-Collpa-La Paz en el Km 09, Piedra Blanca, de esta vía, se toma el desvío hacia el Este y a 03 Km se llega a los reservorios en el anexo de Cerro Blanco.

### DESCRIPCION DE LAS OBRAS DEL RESERVORIO

Los reservorios R4 y R5, están constituidos por dos pozas con capacidad de almacenamiento de 770,000.00 m<sup>3</sup>, permitido el funcionamiento continuo del sistema de abastecimiento de agua a la ciudad de Tacna, realizándose cortes en la circulación de agua en el canal Uchusuma por un periodo máximo de 10 días.

Las características principales del reservorio son:

#### Pozas de Almacenamiento.

Se han construido tres pozas de almacenamiento de 320m. x 220 m. de área y 6 m. de profundidad, conformadas por excavaciones y terraplenes.

La sección típica del terraplén considera una corona de 5.0 m de ancho en los diques perimetrales y 10 m de ancho en los diques entre pozas, taludes interiores y exteriores de 2:1. Sobre la corona se ha proyectado un camino de servicio de 3.50 m de ancho, el cual será lastrado con una capa de rodadura de 0.20 m de espesor.







Foto N° 16.- En la imagen se observa el canal de alimentación paralelo al Reservorio, el cual se encuentra recubierto con Geomembrana de polietileno de 1.5 milímetros de espesor, con una protección de geotextil.

#### Sistema de Drenaje.

Para proteger las estructuras de los reservorios, actuales y futuros de las escorrentías superficiales de las quebradas que atraviesan el emplazamiento de las mismas, se tiene un canal perimétrico, para recolección y evacuación de las aguas superficiales de las quebradas.

En las pozas de almacenamiento, está previsto el sistema de drenaje subterráneo a fin de evitar el levantamiento de la Geomembrana, cuando el nivel de la napa freática es alto y las pozas estén vacías, durante su limpieza o mantenimiento.



#### Impermeabilidad de Reservorios:

Para lograr la impermeabilidad de las pozas del reservorio, se ha colocado una Geomembrana de polietileno de 60 milímetros de espesor, con una protección de geotextil contra el punzonamiento.

#### Estructuras de Captación:

Las estructuras de captación son las siguientes:

- Bocatoma en el canal de derivación existente.
- Canal de aproximación
- Desarenador

Todas las obras de captación han sido dimensionadas para un caudal de 0.60 m<sup>3</sup>/seg., que se resumen de la siguiente forma:

#### **A. Bocatoma**

Se ha proyectado, para permitir la derivación de un caudal de 0.60 m<sup>3</sup>/seg, a los reservorios. La estructura consta de una poza de sección rectangular de 3.20 m de ancho, que permitirá tranquilizar el flujo en el canal para permitir la derivación del caudal de diseño a través de una sección rectangular de 1.00 m de ancho, en donde se ha realizado la regulación del flujo a través de una compuerta de 1.00 m por 1.40 m, operada, desde una losa de maniobras de 1.0 m de ancho; delante de la compuerta se han ubicado ranuras para la colocación de ataguías metálicas.

#### **B. Canal**

El canal que conecta la bocatoma con el desarenador es de sección rectangular, de 1.00 m de ancho y de 0.10 % de pendiente longitudinal. En la parte del canal cerca al desarenador están previstos puentes de 4.00 m de ancho sobre el canal para el cruce con el camino de acceso a los reservorios.

#### **C. Desarenador**

El desarenador se ha diseñado para eliminar partículas de 0.50 mm y un caudal de 0.60 m<sup>3</sup>/seg. La estructura consta de una transición de entrada de 7.5 m de longitud, el desarenador propiamente dicho conformado por dos naves de 2.00 m de ancho y 13.00 m de longitud, separados por un pilar central de 0.30 m de espesor y



finalmente, una transición de salida de 7.50 m de ancho para empalmar con el canal de salida.

La estructura cuenta con un sistema de ataguías metálicas a la entrada y salida, que permitirá interrumpir el flujo en las naves para efectuar la limpieza manual, las cuales serán operadas desde una losa de maniobras de 2.00 m de ancho.



Foto Nº 17.- Se observa una de las pozas de almacenamiento de 320m. X 220 m. de área y 6 m. de profundidad, conformadas por excavaciones y terraplenes y recubierta con Geomembrana de polietileno de 1.50 milímetros de espesor, con una protección de geotextil.





#### Canales de alimentación:

El reservorio incluye la construcción de tres canales de alimentación, de sección rectangular de concreto reforzado de 1.00 m de ancho y altura variable, que se desarrollan en forma paralela a lo largo de las pozas del reservorio.

Los canales cuentan con vertederos que permiten la conducción del agua de una poza a otra para facilitar el llenado.

#### Estructuras de Descarga:

Comprende las obras que permiten la salida de agua de las pozas del reservorio, hasta su conexión con el canal alimentador existente.

Las salidas de los reservorios están dimensionadas para el caudal requerido de 0.60 m<sup>3</sup>/seg, es típica para las tres pozas, empleando una tubería de PVC clase 5 de 500 mm de diámetro que atravesará el terraplén de la poza. Están previstas dos regulaciones, la de aguas arriba, constituida por una compuerta de 0.40 x 0.50 m, destinada a reparaciones y mantenimiento de toda la descarga, y la de aguas abajo, constituida por una válvula tipo "Howei Bunger" de 400 mm de diámetro.

Los canales de descarga fueron dimensionados para 0.60 m<sup>3</sup>/seg y desempeñan la función de entregar el agua del reservorio al canal de derivación existente, la sección del canal es típica, de 1.00 m de ancho y con pendiente longitudinal de 0.10 %.

#### Salida de Fondo:

Para el mantenimiento y la limpieza del reservorio, está prevista la salida de fondo, dimensionada para que, operando en conjunción con la descarga, vacíe el reservorio en dos días. La descarga se realiza, hacia el canal evacuador que corre paralelo a las pozas.

Su disposición general es similar al de descarga, pero con otras dimensiones, la tubería de PVC para el cruce con el terraplén es de 650 mm de diámetro, la compuerta de aguas arriba de 0.50 x 0.65 m y a la salida del tubo se ha proyectado, un dissipador de tipo impacto de 4.50 m de ancho y 6.10 m de longitud.

El monto utilizado en la ejecución de la Obra fue de \$ 7'806,914.00 (Siete Millones Ochocientos Seis Mil Novecientos Catorce con 00/100 Dólares Americanos), y el monto de la Supervisión Externa ascendió a la suma de \$ 273,000.00 (Doscientos Setenta y tres Mil con 00/100 Dólares Americanos).



## VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición de la presente obra alcanza el monto de US \$ 7'151,023.62 (Siete Millones Ciento Cincuenta y Un Mil Veintitrés con 62/100 dólares americanos).

## TIEMPO DE EJECUCIÓN

2012 al 2014

## LOCAL 8 TUNEL KOVIRE

El túnel Kovire se encuentra ubicada en el distrito de Susapaya, a 3.35 km del centro poblado Kovire. Esta obra interconecta la vertiente del Titicaca con el Pacífico mediante el túnel trasandino Kovire. El túnel Kovire inició su operación el 11 de enero de 1996. Durante el proceso de construcción el túnel aportó 50 Hm<sup>3</sup> al afianzamiento de la Laguna Aricota, producto de las filtraciones que se presentaron en esta etapa provenientes de la intercepción del flujo subsuperficial.

Ubicación del Túnel Kovire

Infraestructura	Nombre	Frente	Este	Norte
Túnel trasandino	Kovire	Entrada	400162.57	8097990.55
		Salida	392777.86	8093917.65

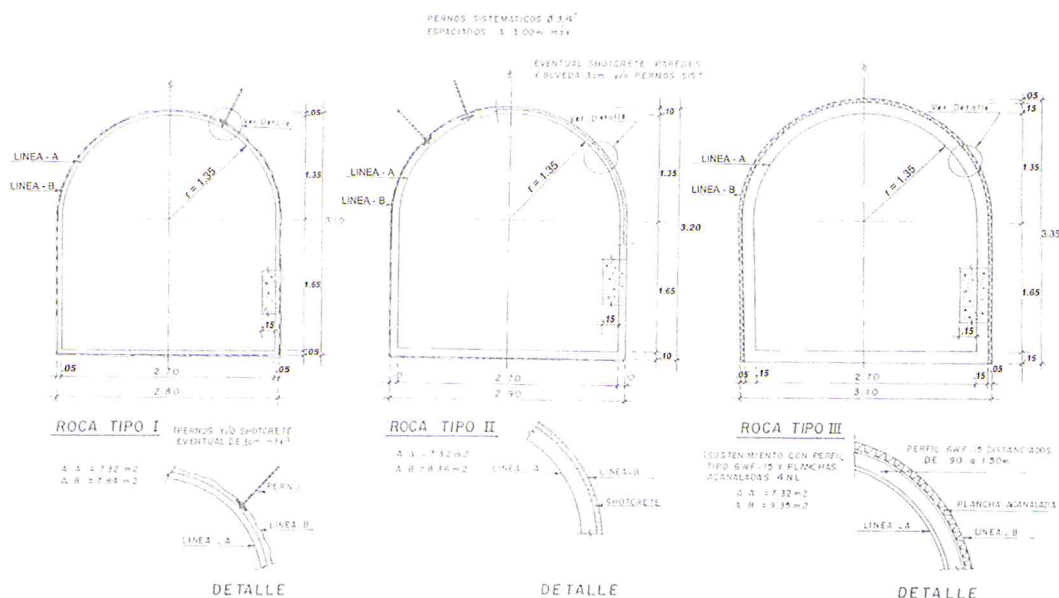
El túnel fue construido por la contratista GyM S.A. (Graña y Montero S.A.) teniendo como subcontratista a la compañía VEGSA, que se hizo cargo del frente de entrada. Entre julio y setiembre de 1995 también participó como subcontratista la firma Geotecnica S.A. que se hizo cargo de trabajos de inyección en el frente de salida. La supervisión estuvo a cargo del consorcio VCHI-MOTLIMA Consultores. El contrato suscrito entre GyM y el PET fue resultado de una licitación pública. La construcción abarcó el periodo de marzo de 1990 a diciembre de 1995. Siendo el periodo de 1990 a 1993 dedicado a la excavación y el periodo de 1994 a 1995 empleado en el revestimiento.



En el proceso de excavación se atravesó roca del Tipo I (5,015 m) y Tipo III (3,418 m). Se empleó cimbras metálicas y, en caso de rocas Tipo III, planchas acanaladas para el sostenimiento de material inestable; eventualmente se utilizó Shotcrete y pernos de anclaje.

Durante la excavación se encontró con un manto freático sobre la rasante del túnel cuyo volumen de filtraciones fue incrementando a medida que se avanzaba en ambos frentes. La evacuación de este flujo fue distinta según fuese en la entrada o en la salida, pendiente negativa o pendiente positiva. En el primer caso se implementó el bombeo mediante tuberías de impulsión y en el segundo una canaleta de desagüe, las cuales fueron incrementadas en cantidad y sección a medida que aumentaban las filtraciones.

El revestimiento del túnel se realizó con concreto armado de resistencia  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . El túnel se encuentra totalmente revestido en una longitud de 8.433 km; presentando diferentes espesores de acuerdo a la sección del túnel definida en función de la presión que tenga que soportar cada capa. Se diseñaron tres tipos de revestimiento de acuerdo al tipo de roca, pero en tramos afectados por derrumbes grandes o problemas de tipo geológico se dio un tratamiento específico como se aprecia en las páginas siguientes.



Secciones típicas del Túnel Kovire



Los grandes derrumbes se produjeron en siete tramos de la excavación, en las progresivas siguientes:

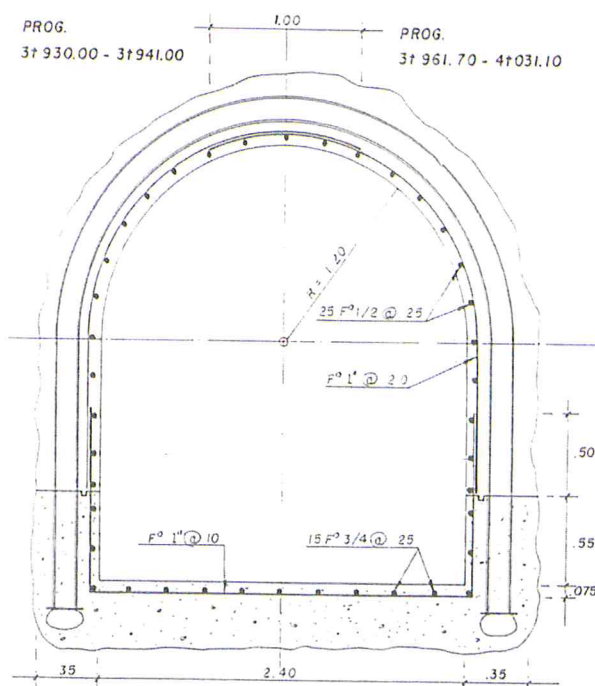
- 3+398 – 3+419, donde inicialmente fluyó agua a presión y luego un deslizamiento de escombros. El derrumbe estuvo conformado por una brecha de falla intensamente cizallada con fracturas de rellenas de milonita.



En este tramo el reforzamiento uso cerchas metalicas con espaciamentos de 0.40 cm a 0.50 cm, los mismos que se instalaron seccionando la cimbra en 3 partes, a efecto de que primero se colocaban los pies y sucesivamente el arco de la bóveda. Sistema de trabajo adoptado porque la soldadura del material no permitia no permitia avanzar sin antes colocar pantallas en el frente para evitar el deslizamiento del material, luego el trabajo de excavación era por un sistema de banqueo.

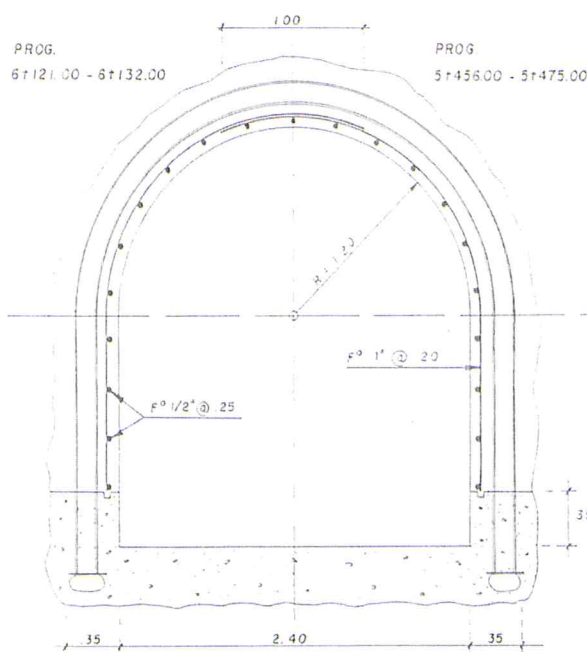
- b) 3+930 – 3+941, el derrumbe se produce al cruzar con falla de relleno tipo brecha, con material completamente triturado, presencia de lodo y bolsonada de agua.
- c) 3+961.70 – 4+031, derrumbe que corresponde a un tramo totalmente cizallado y alterado con presencia de arcilla expansiva, Montmorillonita.

En estos dos tramos b) y c) el derrumbe no pudo ser rellenado. El segundo tramo corresponde a roca expansiva donde los invert se rompieron por efecto de empujes laterales y del piso. Su tratamiento consistio en usar mas fierro en piso y pies de hastiales que en paredes y boveda donde ya se habia colocado cimbras.



**Reforzamiento de la armadura del revestimiento en zona de cavidades y arcilla expansiva**

- d) 5+450 – 5+475, tramo conformado por lava andesítica de color gris verdoso a gris oscuro, de textura afanítica, pero en condiciones alteradas y con presencia de agua.
- e) 5+993 – 6+002, derrumbe por falta de tratamiento adecuado de la excavación.
- f) 6+121 – 6+132, derrumbe por la gran presencia de agua embolsada y calidad de roca que ya había sido meteorizada.



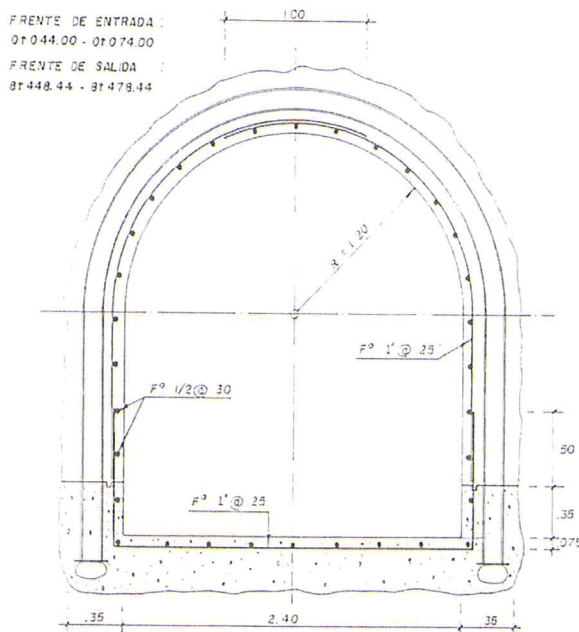
**Reforzamiento en zona de cavidades, encima de bóveda**

En los tramos d) y f) han quedado cavidades producidas por los derrumbes. Al no poder rellenar la cavidad se optó por usar reforzamiento en el revestimiento.

- g) 8+435 – 8+440, se produjo a 40 m de la boca de salida. Este derrumbe fue producto de la desestabilización del pie izquierdo de las cimbras por el retiro de la tubería de drenaje y escarbe para limpieza de la cuneta.

En este tramo se ha utilizado un revestimiento armado, al igual que en los portales de entrada y salida.





Revestimiento en portales de entrada y salida. Longitud en ambos frentes = 30.0 m

Otros tramos que requirieron tratamiento especial en la excavacion se encontraron en las siguientes progresivas:

- a) 0+264 – 0+332, es una zona de arena eolica: constituida por material con granos finos, bajo grado de cohesión, inestable. Un material diferente a los demas encontrados en el túnel y para cuyo sostenimiento se uso cimbras metalicas con blindajes en todo el perfil y eventual relleno con bolsacretes.

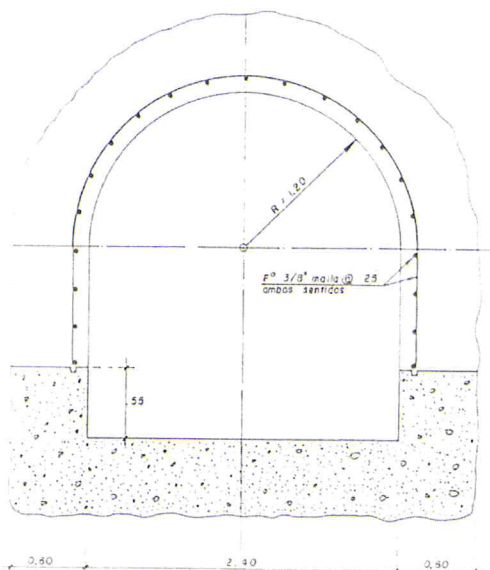
El revestimiento con concreto siguio el espesor señalado para roca del tipo III, o sea 0.325 m.

- b) 1+584–1+605 y 2+428.5–2+582.63, donde se encontro arcillas expansivas y revestimiento se diseño especialmente con un espesor de 0.60 m en todo el perfil.



En tiempo de operación el túnel no ha registrado soluciones de continuidad debidas a problemas de revestimiento. Tampoco se tienen registros de alguna inspección reciente realizada a su revestimiento.





**Tratamiento de roca expansiva**

El caudal de diseño del túnel Kovire tiene es 12.00 m<sup>3</sup>/s. El caudal de operación determinada por la supervisión es de 13.20 m<sup>3</sup>/s trabajando a pelo libre. El túnel es de sección abovedada con un ancho promedio de 2.40 m (interior libre), y de 2.70 m (construido); altura del muro o hastial de 1.65 m; domo o flecha de 1.05 m; espesor del revestimiento en piso y muros de 0.15 m y en la boveda de 0.25 m. Una pendiente de 0.2 ‰ entre la cota de entrada en 4398.79 m s. n. m. y la cota de salida en 4381.74 m s. n. m.



**Zona de entrada al Túnel Kovire mostrando el tramo cubierto del canal de ingreso y los derrumbes en el afrontonamiento sobre el portal de entrada del túnel**

## VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición de la presente obra alcanza el monto de US \$ 83'418,772.76 (Ochenta y Tres Millones Cuatrocientos Dieciocho Mil Setecientos Setenta y Dos con 76/100 dólares americanos).

## TIEMPO DE EJECUCIÓN

Entre los años 1990 y 1995.

## LOCAL 9 BOCATOMA CHUSCHUCO

Estructura situada en la localidad de Chuschuco, del distrito de Pachia, en la margen derecha del Río Uchusuma (Vilavilani) en la progresiva 26+450 del curso fluvial originado por el sistema de trasvase. La Bocatoma Chuschuco se ubica a una altitud de 1,540 m s. n. m. Su ubicación geográfica registra las coordenadas siguientes:

### Ubicación de la bocatoma Chuschuco

Infraestructura	Nombre	Margen	Este	Norte
Bocatoma Permanente	Uchusuma	Derecha	388726	8018918

La bocatoma Chuschuco fue reconstruida totalmente el año 2001. Fue proyectada por la consultora Ortega y Cia Class, cuyo expediente técnico fue aprobado mediante resolución administrativa N° 100-2000-DRA.T/ATDR.T, y construida por el Programa Subsectorial de Irrigación-PSI (Ex Unidad de Coordinación del Proyecto Subsectorial de Irrigación -UCPSI) en el marco del Proyecto "Mejoramiento de la infraestructura de riego dañada por el Fenómeno El Niño en el Valle de Tacna, departamento de Tacna". La bocatoma actual reemplazo a una bocatoma de tipo tirolesa que ya había sufrido modificaciones anteriormente y cuya construcción databa del año 1940.

La bocatoma actual ha sido diseñada para un caudal de captación de 4.50 m<sup>3</sup>/s y una avenida máxima de 9.8 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.



Esta bocatoma capta el agua trasvasada de las cuencas del río Maure, del río Caño y del río Uchusuma que son conducidas por el cauce natural de la quebrada Vilavilani para ser captadas en Chuschuco, desde donde son conducidas a través del canal de derivación Uchusuma Bajo hasta el partidor Cerro Blanco donde se distribuye a los Subsectores hidráulicos de las comisiones de Uchusuma y Magollo, y a la EPS Tacna. En el caso del riego beneficia directamente a 472 usuarios (Uchusuma y Magollo), y en el agua poblacional a 91,677 conexiones totales de agua potable.

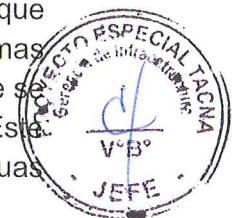
Esta bocatoma constituye el inicio del canal Uchusuma Bajo, por lo que se le considera como punto de referencia para la demás infraestructura hidráulica y se le asigna la progresiva Km 0+000.

La bocatoma presenta un área delimitada por el barraje fijo y las compuertas de limpia y desgravador que conjuntamente con el muro de encauzamiento, conforman el área de embalse en una longitud de 50 m cuyo espejo de agua es de 700 m<sup>2</sup> y cuyo volumen de almacenamiento es de 875 m<sup>3</sup>. También presenta un área de captación que comprende la toma propiamente dicha con 3 compuertas radiales de captación, y la transición entre las compuertas de ingreso y el desarenador.

Esta Bocatoma cuenta con las estructuras que se detallan a continuación:

**Muros de Encauzamiento.**- La bocatoma cuenta con obras de encauzamiento en la margen izquierda del río hasta aproximadamente 300 m aguas arriba del barraje. Este encauzamiento consiste de terraplenes contruidos de material propio y los que se han hecho aprovechando la topografía del lugar. Respecto al muro de encauzamiento de concreto armado, esta obra fue construida el año 2000, y tiene una longitud aproximada de 50.00 m (originalmente se extendía 128.5 m) medidos desde el paramento vertical del barraje aguas arriba. Los muros de contención que la conforman tienen juntas de construcción espaciadas cada 6 m. De las mismas características, pero ubicado en la margen derecha del río existe otro muro que se extiende 12.00 m medidos desde el muro lateral de la ventana de captación. Este muro se construyó también para clausurar la toma antigua que se encontraba aguas arriba de la actual.

Dentro de la zona de embalse, entre el muro de encauzamiento, el paramento vertical del barraje y la pared del canal desgravador se dispuso un solado de piedra emboquillada.







Vista de los muros de encauzamiento aguas arriba del barraje, del canal desgravador y el alfeizar de las ventanas de captación de la bocatoma Chuschuco

**Barraje.-** es un barraje fijo constituido por un vertedero de 9 m de longitud de labio y una altura de 1.90 m sobre el cauce del río, que determina el nivel de la cresta en 1,541.50. Se trata de un perfil de tipo Creager construido en concreto armado ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), con una poza de disipación emplazados en forma transversal al río Uchusuma, tiene 11 m de longitud total (incluida la poza). Aguas abajo del talón de la poza se encuentra un zampeado de rocas para proteger a la estructura de la erosión.

Mediante el barraje se logra elevar el nivel de agua del río, para conducir el flujo por las tres ventanas de captación apostadas en una pantalla de concreto. En su diseño se previó una cimentación con dentellones en el barraje y al término de la poza disipadora.

**Canal de limpia y Canal desgravador.-** Se encuentran ubicados a la izquierda y al frente de la pantalla de captación, construidos en concreto armado. El canal desgravador es de sección rectangular con 0.80 m de ancho y permite atrapar y evacuar los sedimentos gruesos (gravas) que no hayan sido eliminados por el canal de limpia, para lo cual dispone de una compuerta que descarga el material grueso que se acumula frente al alfeizar de la ventana de captación.



La compuerta de control de descarga y de limpia, así como la compuerta desgravadora se alojan entre muros de concreto armado de 0.40 m de espesor, que definen los canales de limpia y desgravador, y sirven de apoyo al puente de maniobras. Ambos canales se unen aguas abajo del pilar que separa las compuertas. Las soleras del canal se construyeron con piedra emboquillada de 0.30 m de espesor. En los muros, a 0.60 m aguas arriba del puente de maniobras se ha dispuesto de las guías o cajuelas para la colocación de los tableros o ataguías, en casos de mantenimiento o reparación de la compuerta, los tableros se previeron de cuartones de madera de 3.5" de espesor. La compuerta de control de descarga y de limpia, es una hoja deslizante de 1.50 m x 1.50 m tipo Armco modelo 10, con sistema de izaje CPE 4. La compuerta del canal desgravador es una hoja deslizante de 0.60 m x 1.50 m, tipo Armco modelo 10, con sistema de izaje CPE 2.

La función que cumple el canal desgravador y canal de limpia es de limpiar el material sólido acarreado, material flotante y evacuarlo hacia aguas abajo. Las compuertas solamente se abren con la finalidad de eliminar los sedimentos y material grueso acumulado frente a las ventanas de captación, para este efecto las compuertas de limpia y desgravador serán las que se regulen.

Cabe señalar que al producirse una avenida es conveniente que todo el caudal se distribuya uniformemente a todo lo ancho del cauce; para lograr esto es necesario abrir las compuertas de control de descarga y desgravadora hasta un mínimo de 0.40 m. en caso de permanecer cerradas se prevé la generación de vórtices en la zona de las compuertas.



Vista aguas abajo del barraje y los canales de limpia y desripiador.



**Ventanas de Captación.**- Estas ventanas se localizan inmediatamente después del canal desripiador y tienen como función permitir el ingreso del agua para su posterior conducción por el canal de derivación Uchusuma Bajo. Son tres (03) ventanas situadas sobre un muro cuya cara exterior se encuentra ligeramente inclinada en un ángulo de deflexión de  $8^\circ$  respecto al eje general de la planta de la bocatoma. Cada una de ellas mide 2.85 m x 0.85 m (ancho por alto), separadas entre sí por pilares de 0.40 m de ancho que totalizan 9.50 m de separación entre los muros laterales de las ventanas.

La parte superior de la pantalla que enmarca las ventanas de captación forma un ángulo de  $25^\circ$  con la vertical, permitiendo observar las ventanas desde el puente de maniobras y efectuar el retiro de cuerpos flotantes retenidos por las rejillas. La altura de la pantalla de concreto evita que en épocas de avenidas el agua pase encima de las compuertas. Estas ventanas tienen compuertas radiales de 2.85 m x 0.85 m tipo Armco accionadas mecánicamente mediante un sistema de izaje con cables, modelo 400. Poseen perfiles metálicos de forma vertical de 10 cm de ancho en el centro de cada ventana, los que sirven de guías para las rejillas de protección así como para instalar tableros o ataguías en caso de mantenimiento o reparación de las compuertas.

Las seis (6) rejillas, de 1.45 m x 0.40 m (ancho por alto), están construidas con varillas de acero de  $3/8"$  espaciadas en 40 mm, unidas por soldadura a un marco formado por perfiles de  $1 1/4" \times 3/4" \times 1/4"$ . Las rejillas se levantan manualmente por sus agarraderas deslizándolas por los perfiles y cajuelas dispuestos en la pantalla y pilares de concreto mediante ganchos o cuerdas.

La operación de la toma está en función del caudal que debe entregarse al canal, de acuerdo a las demandas de agua requeridas por las comisiones de riego Uchusuma y Magollo, y la demanda poblacional de la EPS Tacna. Mediante la regulación de la abertura de las compuertas se verificara que el nivel corresponda al caudal indicado en el limnógrafo respectivo, según curva de aforos. Generalmente, se opera a flujo libre, es decir las tres compuertas se abren totalmente y de esa forma captan el flujo libremente; en consecuencia, el caudal ingresante es igual al caudal captado por el canal.

**Canal de acercamiento y Desripiador.**- Estructura ubicada inmediatamente después de las ventanas de captación, conduce el agua captada al desarenador y funciona como desripiador. Tiene una gradiente de fondo  $S = 0.05$ . En la margen derecha se encuentra el Vertedero y el canal de demasías. La cresta del vertedero se ubica en el nivel 1,540.50. La gradiente del canal de demasías es de  $S = 0.10$ .





Al final de esta estructura, frente al muro de las compuertas de ingreso al desarenador existe un canal evacuador cuya losa de fondo ( $S = 0.05$ ) está 0.80 m debajo del piso del canal de acercamiento, la evacuación se realiza mediante una compuerta deslizante de 0.80 m x 0.90 m tipo Armco con sistema de izaje tipo HPB-24. Inmediatamente después de la compuerta empalma con el canal de demasías y se prolonga hasta el canal de admisión de la antigua bocatoma donde se descargan las aguas excedentes o las de limpia luego de un desarrollo de 22.60 m.



Vista de la limpieza del canal de acercamiento y del canal desripiador en la zona de captación de la bocatoma. Obsérvese el vertedero de demasías y las compuertas

**Canal de demasías.-** Construido en concreto armado con juntas "water stop" espaciadas cada 9 m tiene una longitud total de 24.35 m de sección de 0.80 m x 1.20 m, este canal conduce las aguas del canal desripiador y las aguas de rebose del canal de acercamiento hacia el desarenador de la antigua bocatoma, presenta pendientes variables y tiene una capacidad máxima de 4.70 m<sup>3</sup>/s.

**Sedimentador o Desarenador.-** Estructura de concreto armado ubicada al final del canal de acercamiento. El desarenador está diseñado para decantar partículas de arena de 0.35 mm con una velocidad de sedimentación  $W = 0.0370$  m/s. Está conformada por dos naves de sección trapezoidal en la parte inferior y sección rectangular en la parte superior. El volumen de almacenamiento de cada nave es de 182 m<sup>3</sup>, incluyendo el material acumulado por sedimentación. Al término de cada nave se encuentran los vertederos de aguas limpias de perfil tipo Creager, cuya



cresta se ubica en el nivel 1,539.94. El caudal máximo de entrega al canal de aducción es de 2.80 m<sup>3</sup>/s por cada nave.

El ingreso a las naves ocurre a través de sendas ventanas con un umbral de 0.54 m por debajo del nivel de la cresta del Creager. Las ventanas son de 2.0 m x 0.80 m controladas por compuertas de hoja deslizante tipo Armco modelo 10, con sistema de izaje modelo 400 accionadas mecánicamente mediante cables cuyos ejes están montados sobre la losa de maniobras que corona el ingreso en el nivel 1,541.50.



Vista del interior de las naves desarenadoras de la bocatoma Chuschuco.

El desarenador cuenta con vertederos laterales de demasías ubicados en los muros exteriores de cada nave, de 12.10 m de longitud cada una, dividido en cuatro tramos por tres pilares de 0.30 m cada uno, donde se apoya la pasarela lateral. Los vertederos son de perfil tipo Creager, seguido de dos gradas. El vertedero de la nave izquierda devuelve los excedentes al río, donde se ha dispuesto un zampeado de rocas como protección, mientras que los de la nave derecha se conducen por una canaleta al desarenador de la toma antigua.

**Canal de Purga.-** Conducto cubierto que cumple la función de evacuar todo el material acumulado y retenido en las pozas de sedimentación, llevándolo al canal de limpia del antiguo desarenador, tiene una pendiente de 0.0985 y una capacidad máxima de 4.50 m<sup>3</sup>/s. Está construido en concreto armado con juntas "water stop"





espaciadas cada 9 m. Con una longitud total de 96.61 m, tiene una sección de 0.80 m x 0.90 m.

En el paramento interior de los vertederos de cada nave se dispone de cajuelas o ranuras para las 2 compuertas de purga o salida del desarenador. Las compuertas son de hoja deslizante de 0.8 m x 0.90 m, tipo Armco modelo 10, con sistema de izaje tipo HPB 24, accionadas mecánicamente desde la losa de maniobras que corona la salida del desarenador. La descarga de sedimentos se realiza de forma alternada.



Vista de la salida del canal de purga vertiendo en la caja del antiguo canal

**Canal de Aducción.-** Estructura que capta las aguas de rebose de las naves sedimentadoras, estas aguas se vierten en un tramo corto de canal que actúa como poza de amortiguación y transición de las aguas hacia un estrechamiento. El inicio de la sección rectangular marca el punto inicial de la medición de las progresivas del canal Uchusuma Bajo. El canal de aducción está construido en un terraplén conformado con los restos de la antigua bocatoma y empalma con el trazo original del canal de derivación Uchusuma Bajo, al cual entrega las aguas limpias mediante una transición de sección rectangular a trapezoidal. El canal se encuentra en buen estado de conservación.



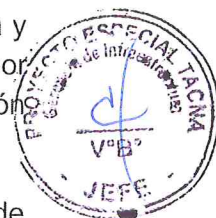


Construido en concreto armado con juntas "water stop" separadas cada 9 m. Tiene una longitud total de 82.61 m, una sección de 1.50 m x 1.10 m, presenta pendientes muy fuertes de hasta 15 % y tiene una capacidad máxima de 9.40 m<sup>3</sup>/s.



**Vista del canal de aducción construido sobre un terraplén acondicionado para empalmar al trazo original del canal. Obsérvese la vivienda del operador a la izquierda.**

En el desarrollo del canal, en la progresiva km 0+034, aguas abajo del vertedero, se encuentra un puente vehicular de concreto con un ancho de 3.00 m, mediante el cual se accede a la vivienda construida para el operador de la bocatoma. Esta fue construida en un área de 7.00 m x 6.50 m, con albañilería de ladrillo, columnas de concreto armado y techo aligerado que tiene oficina, deposito, dormitorio, cocina y baño. En este lugar se haya instalado una radio que en la actualidad es operada por la Junta de Usuarios, por lo cual el Operador carece de una línea de comunicación directa con la bocatoma.



Finalmente, cabe añadir que todas las pasarelas o losas de maniobra de compuertas, ventanas de captación, desarenador y vertederos cuentan con barandas metálicas construidas de tubo de fierro negro de 2" de diámetro cubiertas de pintura anticorrosiva y esmalte.

## VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición de la presente obra alcanza el monto de US \$ 85,679.05 (Ochenta y Cinco Mil Seiscientos Setenta y Nueve con 05/100 dólares americanos).

## TIEMPO DE EJECUCIÓN

En el año 2001

## LOCAL 10 REPRESA CASIRI

La presa Casiri se encuentra en el Anexo Chiluyo, distrito y provincia de Tarata, a una distancia de 9.23 km de Coracorani, la estancia más cercana. La presa embalsa las aguas de la laguna Casiri, ubicada en el flanco oriental de la Cordillera del Barroso, y regula la salida de flujo hacia el canal de descarga de la presa que desemboca en la quebrada Chungara, de donde es captada aguas abajo en la bocatoma homónima (ver Lamina 4).

Casiri es una pequeña presa de gravedad de concreto que cierra un rajo natural en la boquilla de la laguna Casiri. La presa fue construida el año 1981 por el Ministerio de Agricultura. En diciembre del año 2005, el "Estudio de batimetría del embalse Casiri" determinó que la laguna tenía un volumen real de 12.26 MMC, y profundidad máxima de 22.50 m (medidos desde un nivel de agua de 4,882.97 m s. n. m.). Asimismo, proyectó un volumen de almacenamiento de 14.65 MMC con el Nivel máximo de operación (N.A.M.O.) en la cota 4,885 m s. n. m., y calculó un volumen útil de 4.81 MMC. El estudio demostraba de esta forma la gran capacidad muerta del embalse que corresponde, en general, a las condiciones naturales de la laguna, que permiten la conservación de las condiciones de vida de la fauna del lugar. Sin embargo, cabe precisar que la presa es administrada y regulada con base a un volumen útil máximo aprovechable de 3.5 MMC. El año 2009 la presa fue intervenida por el PET para rehabilitar sus condiciones de funcionamiento.

La presa tiene una altura máxima de 6.90 m, y una longitud de 15.85 m. En la corona se encuentra la losa de operaciones de una compuerta metálica de 0.60 m x 1.05 m, cuyo vástago es accionado por un sistema mecánico operado manualmente. La corona y la losa de maniobras están acondicionadas con barandas metálicas de protección a ambos lados de su longitud. El ingreso a esta zona es por una escalera construida de concreto simple y material propio en la zona





adyacente al estribo derecho de la presa, este ingreso se encuentra en malas condiciones.



Vista del cuerpo de la presa Casiri aguas abajo. Se observa el mecanismo de izaje, las barandas de protección y el vertedero de cresta libre.

Entre las obras complementarias más importantes de la presa se encuentran el Canal de aproximación, el Vertedero de demasías y el Canal de descarga.

#### **Canal de aproximación.-**

El canal es una obra construida por el PET el año 2005 como una solución parcial a la acumulación de sedimentos en la orilla de la laguna que formó un dique natural con cota de coronación 4,883 m s. n. m. que impedía la descarga del volumen embalsado, y la consiguiente interrupción del servicio. Este mismo fenómeno colmata recurrentemente al mismo canal. El canal se construyó de mampostería emboquillada para estabilizar el tramo de la boquilla de la laguna en el lado aguas arriba del dique. Tiene una sección trapezoidal que se extiende una longitud de 91.00 m hasta llegar al bocal de salida de la presa. En la zona adyacente al dique se ha encimado el canal con muros de concreto y muros secos para prevenir el arenamiento de la caja.





### **Vertedero de Demasías.-**

El Vertedero o aliviadero es una obra que fue rediseñada para ampliar su bocal de salida. El vertedero entra en operación cuando el embalse está totalmente lleno y el agua excedente ya no se puede almacenar, entonces tiene que fluir por el Vertedero. El vertedero de Casiri es una estructura de concreto, tiene 2.45 m de ancho, con cota actual del labio vertedor en 4,885.00 m s. n. m., contando con 0.30 m de borde libre. El vertedero cuenta con una poza de disipación de energía construida de concreto armado y una transición de sección rectangular que lo conecta al canal de descarga por la margen izquierda.

### **Canal de descarga.-**

El canal es una obra construida en mampostería de piedra emboquillada con mortero. Tiene una sección trapezoidal que se extiende una longitud de 100.00 m hasta llegar al punto de entrega a la quebrada Chungara. Se encuentra parcialmente cubierto un tramo de 14.00 m, mediante losas de concreto. Este es un tramo expuesto a derrumbes por la inestabilidad del talud del rajo. Al inicio del canal de descarga se encuentra una estructura de medición: una garganta Parshall, y una caseta de válvulas; ambas construidas de concreto.



**Vista de la caseta de válvulas y de las condiciones inestables del rajo donde se emplaza el canal de descarga de la presa Casiri**

**DATOS GENERALES**

Nombre de la Presa	CASIRI
Propietario de la Presa	Estado Peruano
Autoridad Administrativa del Agua	Caplina-Ocoña
Autoridad Local del Agua	Caplina-Locumba
Empresa Constructora	Ministerio de Agricultura
Año final de construcción	1981
Características especiales	Sin alterar

**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Departamento	Tacna	
Provincia	Tacna	
Distrito	Tarata	
Zona	19K	
Coordenadas. Corona, Estribo Izquierdo	413957 E	8073289 S
Coordenadas. Corona, Estribo Derecho	413971 E	8073278 S
Altitud	4,980 m s. n. m.	

**DATOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA Y DEL RESERVORIO**

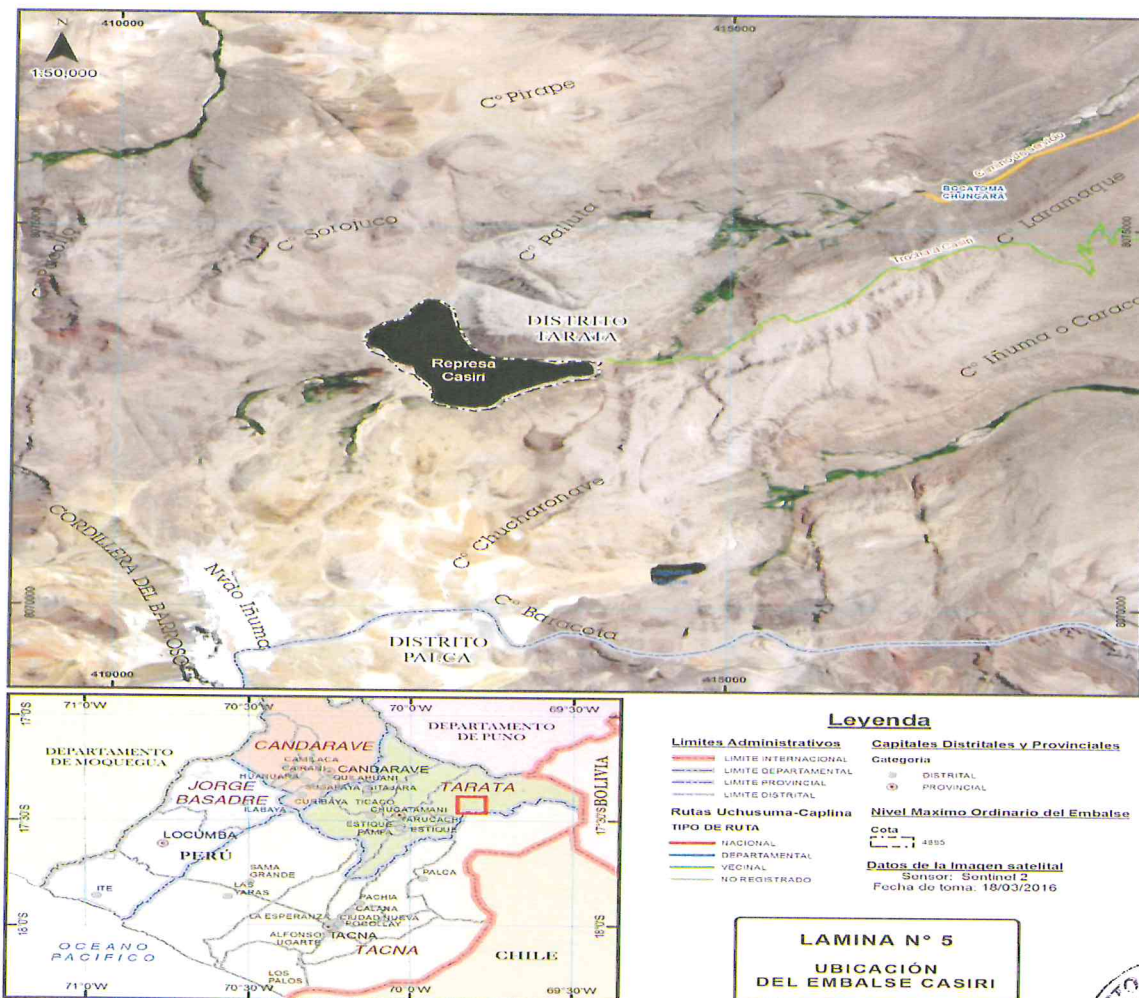
Unidad Hidrográfica	Cuenca Maure
Área de la Cuenca Hidrográfica (Km <sup>2</sup> )	1,764.51
Río en el que se ubica la presa	Quebrada Chungara
Finalidad(es) o Uso(s) del reservorio	Riego, regadío
Superficie del reservorio (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	1,145.76
Longitud del reservorio (km)	2.04
Volumen total del reservorio (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	14,650.00
Volumen útil del reservorio (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	3,500.00
Nivel máximo de agua en el almacenamiento (m s. n. m.)	No disponible

**DATOS DE LA PRESA**

Tipología de la presa	Presa de gravedad de concreto
Elevación del cauce en la presa (m s. n. m.)	4,880.00
Elevación del Aliviadero (m s. n. m.)	4,885.00
Altura sobre el basamento (m)	6.90
Longitud de corona (m)	15.85
Elemento impermeable	Presa homogénea de concreto (HC)
Fundación (Basamento, Cimentación)	Roca (R)
Aliviadero. Tipología	Aliviadero frontal en lámina libre
Aliviadero. Capacidad (m <sup>3</sup> /s)	No disponible
Instrumentación	No disponible







## VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición de la presente obra alcanza el monto de US \$ 241,161.38 (Doscientos Cuarenta y Un Mil Ciento Sesenta y Uno con 38/100 dólares americanos).

## TIEMPO DE EJECUCIÓN

En el año 1981



## LOCAL 11 REPRESA CONDORPICO

Ubicada en el distrito de Palca en el flanco norte del nevado Condorpico. El represamiento de la laguna Condorpico se encuentra en la cuenca alta de la quebrada Uncalluta a 4,885 m s. n. m. Fue construida el año 1932 y estuvo compuesta por un dique en tierra hasta el año 1967, año en que fue reconstruida e impermeabilizada con una capa de concreto en sus taludes.

Este represamiento no tiene curva de elevación-área-volumen, pero cuando alcanza un volumen útil aporta entre 80 a 100 l/s durante 20 o 30 días durante los meses de noviembre a diciembre, según requerimiento. Cuenta con un volumen total de 0.800 Hm<sup>3</sup>.

La presa tiene una pantalla de concreto armado que protege el núcleo de material suelto aguas arriba del dique. La extensión de la pantalla es por tramos de 7.00 m y 24.00 m en el estribo izquierdo; y tramos de 7.00 m y 47.00 m en el estribo derecho. Los muros tienen 0.30 m de espesor y 4.75 m de altura. La parte central del dique es una pantalla de concreto de 3.00 m ancho en la que se instala la compuerta de control y la estructura de alivio. El dique tiene una corona de 2.00 m de ancho, la longitud alcanza 85.00 m y se define por la capa de concreto construido sobre roca y suelo con un talud aguas abajo de 2:1.



Vista de la corona del dique y de la pantalla de concreto aguas arriba de la presa Condorpico



El dique presenta una escotadura de 0.50 x 0.30 m que actúa como aliviadero de demasías, se encuentra bloqueada por piedras. Tiene una compuerta de descarga embebida en el dique central. Esta es una compuerta metálica deslizante de 1.00 m x 1.00 m con un izaje de tipo tornillo accionada mediante una volante o palanca que se instala para el cierre y apertura de la descarga. La altura del dique es de 6.00 m por la cara de aguas abajo. En el nivel de base de la presa se ubica la salida del conducto de descarga que vierte a un canal de albañilería de piedra de 150.00 m de longitud.

### FICHA TECNICA DE LA PRESA CONDORPICO

DATOS GENERALES	
Nombre de la Presa	CONDORPICO
Propietario de la Presa	Estado Peruano
Autoridad Administrativa del Agua	Caplina-Ocoña
Autoridad Local del Agua	Caplina-Locumba
Empresa Constructora	No disponible
Año fin de construcción	1932 (Presa original). 1967 (Impermeabilización)
Características especiales	Sin información

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
Departamento	Tacna	
Provincia	Tacna	
Distrito	Palca	
Zona	19K	
Coordenadas. Corona, Estribo Izquierdo	424988 E	8066987 S
Coordenadas. Corona, Estribo Derecho	425023 E	8067060 S
Altitud	4,891 m s. n. m.	

DATOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA Y DEL RESERVORIO	
Unidad Hidrográfica	Cuenca Uchusuma
Área de la Cuenca Hidrográfica (Km <sup>2</sup> )	485.69
Río en el que se ubica la presa	-
Finalidad(es) o Uso(s) del reservorio	Riego, regadío / Suministro de agua (I/S)
Superficie del reservorio (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	194.30
Longitud del reservorio (km)	1.00
Volumen total del reservorio (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	0,800.00
Volumen útil del reservorio (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	0,600.00
Nivel máximo de agua en el almacenamiento (m s. n. m.)	No disponible

DATOS DE LA PRESA	
Tipología de la presa	Tierra / Relleno de roca (TE/ ER)
Elevación del cauce en la presa (m s. n. m.)	4,885.00
Elevación de la cresta (m s. n. m.)	4,891.00
Altura sobre el basamento (m)	6.00
Longitud de corona (m)	170.80
Elemento impermeable	Tierra (ie)
Fundación (Basamento, Cimentación)	Roca y Suelo (R/S)
Aliviadero. Tipología	No dispone de aliviadero
Aliviadero. Capacidad (m <sup>3</sup> /s)	No aplica
Instrumentación	No





## VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición de la presente obra alcanza el monto de US \$ 67,015.47 (Ochenta y Cinco Mil Seiscientos Setenta y Nueve con 05/100 dólares americanos).

## TIEMPO DE EJECUCIÓN

Entre los años 1932 - 1967

## LOCAL 12 REPRESA PAUCARANI

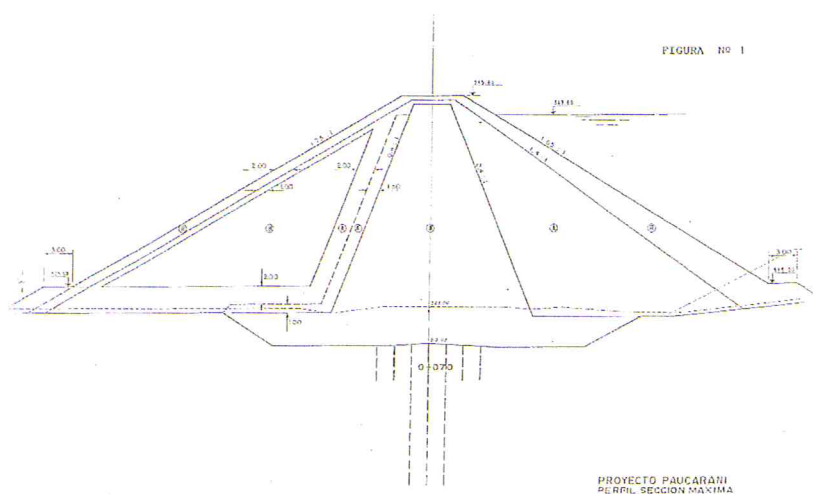
La presa de Paucarani se encuentra en el distrito de Palca, en la cota 4,545 m s. n. m. Hidrográficamente está ubicada en la subcuenca de la quebrada Carini, es una estructura de tierra y espaldones de enrocado que permite el aprovechamiento de los deshielos y las aguas de las quebradas Carpate, Achuco, Auquitape y Curimani (Ver Lamina 5). Actualmente (2016), con la construcción del canal Uncalluta se posibilita aumentar la recarga de la represa mediante la captación temporal de aguas de la quebrada homónima durante las épocas de avenida (noviembre hasta marzo).

La presa fue construida entre 1982 y 1986 por la empresa constructora JACCSA en merito a un contrato suscrito con la ex-CORDETACNA. La inauguración de la obra fue el 5 de setiembre del 1986.

La presa es una estructura de tierra de sección compuesta o zonificada, su altura original fue de 20.00 m y 137.00 m de longitud de corona. El cuerpo de la presa consiste de un núcleo central simétrico de material impermeable: arena y grava arcillosa compactada, con taludes 0.4:1. Los espaldones de enrocado tienen talud 1.65:1 aguas arriba y 1.75:1 aguas abajo, conformados por fragmentos de roca andesítica dura y durable, colocada al volteo conforme se encima la presa aguas arriba, y acomodada a mano sobre superficie compactada conforme se va encimando la presa aguas abajo. Una zona de transición adyacente al núcleo de arena y grava bien y mal gradadas compactadas con talud de 1.4:1 aguas arriba para el control de la migración de partículas entre el núcleo y los espaldones. Filtros intermedios de grava conforman un dren aguas abajo. La cimentación, teniendo como basamento rocas volcánicas (tufo riodacítico y dacítico fracturado), fue sometida a un tratamiento de impermeabilización mediante siete líneas de inyección de cemento.







#### Zonificación original del material de relleno de la presa Paucarani

La presa fue construida para regular y almacenar un volumen máximo 8.5 Hm<sup>3</sup> (NAMO = 4,543.50 m s. n. m.), capacidad que alcanzo en diversas oportunidades a lo largo de sus 30 años de servicio, sobrepasando la cota del aliviadero de demasías por última vez el año 2006. No se han alcanzado niveles máximos después de la culminación del recrecimiento de la presa y la remodelación del vertedero.



Vista del Morning Glory, el año 2006 cuando el nivel de agua en la presa sobrepaso su Nivel Máximo.

Se modifica la presa luego de 20 años de funcionamiento mediante la obra "Mejoramiento de la Presa Paucarani". La obra se ejecutó de manera directa por el PET desde finales del año 2006, habiéndose avanzado ese año los trabajos de movimiento de tierras, relleno compactado para núcleo del material impermeable, relleno compactado para filtro y enrocado de la presa. En esa fase se realizan ajustes a los diseños del encimado y del reforzamiento de la presa. El rediseño conserva el ancho de la coronación original, concluye el reforzamiento iniciado aguas abajo para que en lugar de cubrir toda la superficie del talud se limite al incremento ligero de la banquetta al pie del talud. Para conservar el ancho de la corona se encimo los enrocados de ambos frentes con un talud de 1:1 desde un nivel de aproximadamente 4 m debajo del encimado y se mantuvo la zonificación de materiales. Se encimo la corona de la presa en 1.55 m por arriba del coronamiento original, quedando esta en la cota 4,547.00 m s. n. m. con un borde libre de 2.00 m sobre el nivel de agua máximo normal de operación y con una longitud de aproximadamente 137 m.

Se concluyó el encimado de la presa Paucarani el año 2013 con la remodelación del aliviadero de demasías y la elevación del cuerpo de la torre de control. De este modo, se ha conseguido que actualmente tenga la capacidad de embalsar un volumen total de 10.5 Hm<sup>3</sup>.

Los datos sobre los niveles de agua de la represa corresponden a la estación limnimétrica ubicada en la torre de control. La transmisión de datos y ocurrencias en la infraestructura se produce por medio radial desde el Campamento Paucarani a la Central Tacna. Los encargados de la guardianía operan la radio transmisora y ejecutan la apertura y cierre de la compuerta de descarga conforme a las disposiciones del Operador.

Las obras complementarias más importantes de la presa son las estructuras de alivio, tanto las de seguridad como de descarga controlada, es decir el aliviadero de demasías, la torre de control y el túnel de servicio.

#### **Aliviadero de Demasías.-**

El Aliviadero es una obra conexas a la presa, entra en operación automáticamente cuando el embalse está lleno a su máxima capacidad y se presentan grandes avenidas. El agua excedente ya no se puede almacenar en el embalse, entonces, por rebose tiene que verterse por el Aliviadero. El volumen desagua mediante un túnel de demasías que termina en un canal de entrega al cauce de la quebrada. El aliviadero de Paucarani es una estructura vertical de concreto armado del tipo





"Morning Glory" o Tubo. Los muros tienen un espesor de 0.30 m, el diámetro interno del tubo es de 2.50 m. Exteriormente presenta tres aletas de igual espesor, donde la aleta central contiene la tubería de ventilación. Está construida de concreto armado  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . Tiene una capacidad de descarga de 2.50 m<sup>3</sup>/s. El encimado del aliviadero se realizó mediante una estructura de acero anclada al original, que mediante pantallas de acero rolado con un radio de 2.80 m eleva la cresta del vertedero a 4,545.00 m s. n. m. y la plataforma de operación a la cota 4,546.20 m s. n. m.



Aliviadero recrecido y torre de control de la presa Paucarani

El ingreso a la plataforma de operación del Aliviadero es mediante un **Puente de acceso** remodelado que preserve la estructura existente de concreto armado, sobre elevando la rasante del piso del puente a la cota 4546.50 m s. n. m. La longitud del puente es de 24.21 m y 1.60 m de ancho. Se sobre elevo mediante un tablero de madera confinado, soportado por perfiles angulares de acero estructural que se apoyan sobre dados de concreto armado de sección tubular rectangular. En la margen derecha del embalse se encuentra una escalera de acceso al puente sobre un bloque de concreto ciclópeo.



#### **Torre de control.-**

La Torre es parte de la misma estructura del aliviadero. Si bien físicamente forma una unidad con el aliviadero, la torre tiene como finalidad controlar la descarga del



volumen almacenado antes de que el embalse llegue al nivel máximo de aguas ordinarias (NAMO) de la presa. Es una torre de control con compuertas extraíbles, en ella se ha dispuesto cajuelas para la colocación de los "stop logs" o ataguías. Estos tableros (o logs) consisten en 15 placas metálicas de 1.50 m x 1.20 m x 1/2" reforzadas con vigas horizontales y verticales que son accionadas mecánica y manualmente desde la Plataforma de operación. La estructura y tableros se han construido con acero estructural ASTM A36. La Plataforma tiene montados los mecanismos de izaje de las compuertas deslizantes 1 y 2. En el diseño original constituían las compuertas de servicio y de emergencia para controlar la descarga de fondo del embalse. Estas compuertas se encuentran a 20 m de profundidad. El izaje de las compuertas reforzadas se realiza mediante un teclé de 0.5 Ton instalado en una viga de soporte apoyada en cuatro columnas. La plataforma tiene una superficie de 5.50 m x 3.50 m, está protegida por barandas de seguridad de fierro galvanizado de 0.90 m de altura y presenta una cobertura de policarbonato.

**Túnel de servicio.**- es una estructura ubicada en la margen derecha (estribo) de la presa. Tiene una longitud aproximada de 150.00 m. Es de sección abovedada con un ancho de 1.80 m (interior libre); altura del muro rectangular o hastial de 1.50 m. Un tramo ha sido excavado en roca y esta revestida de concreto en la salida de la presa. El túnel entrega las aguas a un canal de salida desde donde el agua pasa al cauce de la quebrada.

Unos metros aguas abajo del pie de la presa se ha construido una estación de control hidrométrico.



Estación construida aguas abajo de la presa Paucarani



La presa Paucarani, aun siendo una presa de rango menor, sigue siendo la principal fuente de abastecimiento para la ciudad de Tacna.

DATOS GENERALES	
Nombre de la Presa	PAUCARANI
Propietario de la Presa	PET
Autoridad Administrativa del Agua	Caplina-Ocoña
Autoridad Local del Agua	Caplina-Locumba
Consultor Ingeniería	No disponible
Empresa Constructora	JACCSA
Año final de construcción	1986 (Presa original). 2006-2013 (Recrecimiento)
Características especiales	Recrecida y construcción de canal de aducción

UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
Departamento	Tacna
Provincia	Tacna
Distrito	Palca
Zona	19K
Coordenadas. Corona, Estribo Izquierdo	418883 E 8061270 S
Coordenadas. Corona, Estribo Derecho	418827 E 8061146 S
Altitud	4,545 m s. n. m.

DATOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA Y DEL RESERVORIO	
Unidad Hidrográfica	Cuenca Uchusuma
Área de la Cuenca Hidrográfica (Km <sup>2</sup> )	485.69
Río en el que se ubica la presa	Uchusuma
Finalidad(es) o Uso(s) del reservorio	Riego, regadío / Suministro de agua (I/S)
Superficie del reservorio (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	1,340.49
Longitud del reservorio (km)	1.50
Volumen total del reservorio (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	10,500.00
Volumen útil del reservorio (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	8,500.00
Nivel máximo de agua en el almacenamiento (m s. n. m.)	4,542.00

DATOS DE LA PRESA	
Tipología de la presa	Presa de materiales sueltos: tierra zonificada, con núcleo de material impermeable, espaldones de roca
Cota de la corona de la presa (m s. n. m.)	4,547.00
NAMO (m s. n. m.)	4,545.00
NAME (m s. n. m.)	4,545.30
Elevación de la plataforma de operación (m s. n. m.)	4,546.50
Elevación del aliviadero (m s. n. m.)*	4,545.00
Diámetro del aliviadero	5.20 m
Diámetro interno del pozo vertical	2.50 m
Dimensiones del túnel de servicio (m <sup>2</sup> )	1.00 x 1.60
Cota de salida del túnel (rasante de fondo, m s. n. m.)	4,523.64
Altura desde el fondo de torre al vertedero	21.87 m
Altura desde el fondo a plataforma de torre	23.37
Altura sobre el basamento (m)	20.00
Longitud de corona (m)	137.00
Volumen del cuerpo de presa (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	No disponible
Elemento impermeable	Núcleo de arena arcillosa (SC)
Fundación (Basamento, Cimentación)	Roca y Suelo (R/S)
Aliviadero. Tipología	Torre de control con compuertas deslizantes
Aliviadero. Capacidad (m <sup>3</sup> /s)	2.50 m <sup>3</sup> /s
Instrumentación	No disponible





## VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición de la presente obra alcanza el monto de US \$ 37'977,773.80 (Treinta y Siete Millones Novecientos Setenta y Siete Mil Setecientos Setenta y Tres con 80/100 dólares americanos).

## TIEMPO DE EJECUCIÓN

Entre los años 1982 - 1986

## LOCAL 13 CANAL PATAPUJO Y 3 BOCATOMAS

### Canal Patapujo.-

Los primeros 33 km del Canal Patapujo se ubican en el distrito de Tarata y los restantes 15.9 km en el distrito de Palca. Su rango altimétrico se ubica entre 4,480 a 4,250 m s. n. m., abarcando la región Puna o Alto Andina de Tacna. La bibliografía anterior le dividía en tres tramos: Patapujo II, Graderías Patapujo y Patapujo I. Actualmente el tramo Patapujo I es un canal en fase de cierre. Dicho tramo desembocaba antes en el Uchusuma Alto; ahora el canal Calachaca vierte las aguas al canal Uchusuma, por lo tanto el tramo en cuestión queda fuera del alcance de este Inventario.

El canal Patapujo es un canal revestido íntegramente de mampostería emboquillada en los taludes y losa de concreto simple en el piso. La ubicación del canal se enmarca en las coordenadas del cuadro siguiente:

Ubicación de canal Patapujo

Orientación	Este	Norte	Latitud	Longitud
Min (NE)	434609	8079789	17°21'60"S	69°36'56"O
Max (SO)	416542	8061036	17°32'08"S	69°47'11"O



El canal Patapujo II fue construido entre los años 1979 - 1980 por la Oficina de Proyectos de Inversión de la Dirección Regional de Agricultura. Fue rehabilitado por el PET el año 1998 con trabajos de limpieza de canal, revestimiento con manta asfáltica en un tramo de 11,7 km, resane del canal y la rehabilitación de las



bocatoma Chungara Iñuma y Casillaco. Este tramo del canal Patapujo inicia en la bocatoma Chungara y llega hasta la progresiva km 46+362, tiene una capacidad promedio de conducción de 0.500 m<sup>3</sup>/s.



Tramo del canal Patapujo mostrando una sección típica en zona de pastoreo.

El canal está completamente revestido con una losa de concreto de 0.10 m de espesor en la base y paredes de mampostería emboquillada con mortero de 0.20 m de espesor. Presenta varias secciones en su desarrollo siendo la más representativa una base mayor de 1.45 m, una base menor de 0.90 m y una altura de 0.80 m con una pendiente entre 0.001 a 0.002.

El tramo de canal denominado Graderías Patapujo tiene su origen en la progresiva km 46+362 y termina en el km 48+826 al inicio de la tubería de empalme del canal Patapujo al canal Calachaca; también se le denomina canal colector Patapujo. Su capacidad máxima de conducción es de 0.800 m<sup>3</sup>/s, y tiene una longitud de 2.464 km, está totalmente revestido y sus características geométricas son: base mayor de 1.82 m, base menor de 1.77 m y altura de 1.00 m. Este canal se encarga de amortiguar la diferencia de niveles entre el canal Patapujo II y el canal Calachaca. Asimismo, se encarga de captar las aguas subterráneas de dos (02) pozos del Ayro que vierten sus aguas al Patapujo mediante un canal de acercamiento.





Vista de las graderías Patapujo aguas arriba del punto de entrega de los pozos, obsérvese los restos congelados del remanso en los taludes del canal

El tramo final del canal Patapujo empalma con el canal Calachaca Tramo II mediante una tubería metálica de 1.00 m de diámetro, 55 m de longitud y una pendiente de 2‰. El empalme se ubica cerca al bofedal Vilapuraca en el sector de Churuyo – Hospicio. Incluyendo este empalme la longitud del canal es 48.886 km.

En el canal existen diversas obras de arte, entre ellas tenemos: 38 puentes, 14 canoas y 1 entrega al canal. La mayoría de puentes está destinado al tránsito de los pobladores y animales del lugar, mientras que la entrega al canal se encuentra en el km 47+979 y proviene del canal de acercamiento de los pozos PA-12 y PA-13.

**Conducto Murmutane.-** El canal Patapujo tiene un conducto de empalme al canal Calachaca en el sector de Murmutane - Chiluyo Chico. Ubicado en la progresiva 28+689 del canal Patapujo, en la margen izquierda se encuentra una toma de derivación, 5 m aguas abajo se ha estrangulado la sección del canal para construir una toma de retención. Estas tomas controlan el flujo mediante dos compuertas metálicas deslizantes de 0.63 m x 0.70 m. Se deriva el caudal del Patapujo por un canal abierto de sección rectangular y fuerte pendiente, de 126.10 m de longitud y





0.60 m de plantilla, diseñado para un caudal de 0.800 m<sup>3</sup>/s. El canal entrega las aguas a una cámara rompe presión que sirve de transición a un canal de sección transversal cerrada, enterrado, en este caso una tubería de PVC de 45 mm de diámetro con una longitud de 1,207.50 m. A lo largo de su recorrido la conducción subterránea es regulada mediante 7 cámaras rompe presión. La parte final comprende un corto canal de empalme y una cámara disipadora. Mediante esta obra se pone en operación el Canal Calachaca Tramo II desde la progresiva 11+935.



Vista del canal de derivación y de la cámara rompe presión 1 en el tramo inicial del Empalme Murmuntane, es apreciable la fuerte pendiente del tramo.



### Bocatoma Chungara

La Bocatoma Chungara se encuentra en el Anexo Chiluyo, distrito y provincia de Tarata; a 5.60 km de Coracorani, la estancia más cercana. La bocatoma capta las filtraciones de agua de bofedales que dan origen a la quebrada Chungara y también las aguas que se descargan eventualmente de la presa de la Laguna Casiri, ubicada en las nacientes a 4,880 m s. n. m. y a 3.40 km de la bocatoma, mientras que la bocatoma se encuentra a 4,505 m s. n. m. Se ubica en la progresiva 10+370 de la quebrada, derivando la escorrentía por margen derecha al Canal Patapujo. La bocatoma constituye el punto de inicio del canal Patapujo.



La obra fue construida por la Oficina de Proyectos de Inversión la Dirección Regional de Agricultura al inicio de la década de 1980. Es una infraestructura de concreto, tiene barraje, estructuras de aducción, regulación y limpia, su caudal máximo es de 0.600 m<sup>3</sup>/s y deriva un caudal promedio de 0.150 m<sup>3</sup>/s.

Ubicación de la bocatoma Chungara

Infraestructura	Nombre	Margen	Este	Norte
Bocatoma Permanente	Chungara	Derecha	416542	8075501

Los principales componentes de la bocatoma son:

**Muros de Encauzamiento.-** Obra de concreto ciclópeo, tiene una longitud de 22.50 m en lado izquierdo y 25.00 m en lado derecho, con un espesor de 0.30 m. Estos muros junto al barraje y la ventana de captación conforman una zona de embalse cuyo cauce está revestido con mampostería formando una poza en lecho de la quebrada.

**Barraje.-** Es un barraje fijo con un perfil de tipo Creager construido en concreto ciclópeo con un ancho de la cimentación de 1.50 m, y una longitud del labio vertedero de 8.80 m emplazado transversalmente a la quebrada. Tiene una poza de amortiguación de longitud 8.80 m x 5.60 m aguas abajo del barraje.

**Canal de Limpia.-** Se encuentra ubicado entre el bocal de captación y el barraje. Obra construida en concreto armado, la compuerta de limpia descarga el material grueso que se acumula en la zona de embalse. La compuerta de limpia tiene su mecanismo de izaje instalado sobre un puente de maniobras, apoyada sobre los muros de concreto de 0.20 y 0.30 m de espesor, que definen el canal de limpia, este canal tiene una sección rectangular de 1.00 m de ancho y una pendiente adecuada de modo que el canal de limpia pueda evacuar el material retenido.

**Bocal de Captación.-** construido de concreto armado con una apertura de 2.00 m, cuyos muros laterales convergen en un tramo de 2.00 m hasta la toma de regulación de concreto. La toma tiene un ancho de 1.00 m y muros con espesor de 0.20 m. La compuerta de regulación es una hoja deslizante de 1.00 m x 1.40 m, tiene su mecanismo de izaje instalado sobre un puente de maniobras: losa de concreto de 1.60 m x 1.40 m. Luego de un tramo de aducción de sección rectangular de 5.90 m entrega las aguas al canal Patapujo mediante una transición de 3.00 m de longitud.





Vista del barraje y del cauce aguas arriba de la quebrada Chungara

### Bocatoma Iñuma

La Bocatoma Iñuma capta las aguas provenientes de la quebrada del mismo nombre. La bocatoma se ubica en la progresiva 0+530 de la quebrada, desde ese punto deriva la escorrentía al Canal Patapujo. La obra fue construida por la Oficina de Proyectos de Inversión la Dirección Regional de Agricultura al inicio de la década de 1980. Su estructura es de concreto, tiene estructuras de aducción, regulación y limpia que permiten derivar un caudal de 0.113 m<sup>3</sup>/s.

#### Ubicación de la bocatoma Iñuma

Infraestructura	Nombre	Margen	Este	Norte
Bocatoma Permanente	Iñuma	Derecha	420820	8074474



Los principales componentes de la bocatoma son:

**Muros de Encauzamiento.-** Obra de concreto simple, tiene una longitud de 16.00 m en la margen derecha, 6.00 m en la margen izquierda y un espesor de 0.30 m.

**Poza de disipación.-** Es una poza con paredes de concreto simple y piso de mampostería emboquillada, tiene 4.30 m de longitud. Las paredes laterales son del muro de encauzamiento y las frontales son muretes de 0.40 m de alto y un espesor



de 0.30 m. El muro de aguas abajo tiene 3.15 m de ancho y actúa como barraje de la captación. El piso emboquillado de la poza tiene un espesor de 0.35 m y exhibe una pendiente  $S = 0.059$ . Aguas abajo del barraje presenta un canal de descarga definido por muros de concreto y un piso emboquillado cuya pendiente se hace más pronunciada  $S = 0.16$ .

**Canal de Limpia.-** Entre la toma de captación y el barraje mediante dos muros de concreto de 0.30 m de espesor se define el canal de limpia, este canal tiene una sección rectangular de 1.00 m de ancho y 3.00 m de largo. Tiene una compuerta de limpia que evacua el material grueso acumulado en el canal de descarga. La compuerta de limpia de 1.00 x 1.40 m consiste en una compuerta metálica deslizante cuyo mecanismo de izaje opera desde un puente de maniobras apoyado en los muros del canal.

**Bocal de Captación.-** El bocal tiene un ancho de 1.00 m y muros con espesor de 0.20 m. La compuerta de regulación es una hoja deslizante de 1.00 m x 1.40 m, tiene su mecanismo de izaje instalado sobre un puente de maniobras: losa de concreto de 1.60 m x 1.40 m x 0.15 m. Luego de la toma se encuentra un tramo de aducción de 38.00 m que entrega las aguas al canal Patapujo. Este canal de aducción está protegido de las crecidas de la quebrada por un muro de contención de 0.30 m de espesor. A una distancia de 3.00 m aguas abajo de la compuerta existe una rápida que permite salvar el desnivel entre la captación y el canal Patapujo. La rápida tiene una longitud de 4.60 m y una pendiente de fondo  $S = 0.174$ . El canal de aducción es de sección trapezoidal con 0.60 m de plantilla, 0.60 m de alto,  $Z = 0.5$  y 30.40 m de longitud. La entrega al Patapujo se realiza por la margen derecha.

**Desarenador.-** aguas abajo del punto de entrega al Patapujo se encuentra un desarenador a una distancia de 18.50 m de la aleta derecha de la canoa. Es una estructura construida en concreto armado de sección rectangular de 2.00 x 4.80 m en la parte superior, y piso inclinado de 0.10 m de espesor que conduce a una compuerta de purga de 0.80 x 0.80 m por donde se evacuan los sedimentos retenidos en la poza. En la misma pared donde se encuentra la compuerta de purga existe un vertedero lateral con una escotadura de 1.65 m de longitud que vierte los excedentes al mismo canal de purga cuya estructura de 7.05 m de longitud se emplaza bajo el camino de servicio y desemboca a la quebrada.

**Canoa de protección.-** la captación lñuma incluye una canoa construida para proteger al Patapujo de las avenidas de la quebrada. La canoa consiste de muros de concreto de 9.05 m y 10.05 m que convergen a la canoa por margen izquierda y





derecha respectivamente y mampostería emboquillada de protección en la base. La canoa tiene un ancho de aproximadamente 11.50 m. y una longitud de 2.20 m, con muros aleta de 1.00 m de altura y 0.25 de espesor. En el cruce de la canoa el Patapujo exhibe un conducto cubierto de concreto que reemplaza la captación sumergida del diseño original, el conducto de sección rectangular tiene muros de espesor 0.30 m y ancho de solera de 0.65 m. Sus muros laterales curvan hasta juntarse a la sección trapezoidal del canal Patapujo. En la canoa el flujo es retenido levemente mediante la disminución de la pendiente de  $S = 0.083$  a  $S = 0.022$ . Los excedentes discurren por la canoa y fluyen sobre una cuña de cemento que actúa como vertedero. Este caudal es recibido en una solera amortiguadora construida en concreto ciclópeo y que conduce las aguas por el badén del camino de servicio y de regreso al cauce de la quebrada.



En primer plano el ingreso al Patapujo de las aguas de la captación Iñuma, detrás las compuertas de captación y limpia, y al fondo el desaparecido Nvdo. Mamuta.

### **Bocatoma Casillaco**

La Bocatoma Casillaco capta las aguas de la quebrada homónima. La bocatoma se ubica en la progresiva 3+570 de la quebrada, desde ese punto deriva la escorrentía al Canal Patapujo. La obra fue construida por la Oficina de Proyectos de Inversión de la Dirección Regional de Agricultura al inicio de la década de 1980. Su estructura es de concreto, aducción, regulación y limpia, capta un promedio de  $0.212 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ubicación de la bocatoma Casillaco

Infraestructura	Nombre	Margen	Este	Norte
Bocatoma Permanente	Casillaco	Derecha	421405	8074267

Los principales componentes de la bocatoma son:

**Muro de Encauzamiento.**- Obra de concreto simple, tiene una longitud de 10.50 m, en la margen derecha. Entre el muro y el barraje tiene una poza de disipación de sección rectangular de 16.70 m de ancho de mampostería de piedra.

**Barraje.**- Es un barraje fijo con un perfil de tipo Creager de 22.00 m construido en concreto ciclópeo.

**Canal de limpia.**- entre el barraje y la toma se encuentra un canal de limpia de sección rectangular definido por el dique derecho de la canoa y un muro construido en concreto ciclópeo, el canal tiene 1.00 m de ancho y 3.00 m de longitud.

**Toma de Captación.**- la toma tiene un ancho de 1.00 m, donde se ha instalado una compuerta deslizante de 1.00 m x 1.40 m y que deriva las aguas de la quebrada mediante un canal de sección rectangular con una longitud de 17.50 m, muros de espesor de 0.25 m y ancho de solera de 1.00 m, construido de concreto y que entrega las aguas por la margen derecha del Canal Patapujo.

**Desarenador.**- a continuación del tramo curvo del canal Patapujo en la zona de captación, se encuentra el desarenador a una distancia de 128.0 m de la canoa. Es una **estructura de sección rectangular de 2.00 m x 4.80 m.**

**Canoa.**- la captación incluye una canoa construida para proteger al canal Patapujo de las avenidas de la quebrada. La canoa consiste de diques de concreto de 10.50 m y 9.70 m que convergen a la canoa por margen izquierda y derecha respectivamente; entre ellos presenta un piso de mampostería emboquillada. La canoa tiene un ancho de 14.40 m y una longitud de 2.65 m, con muros aletas de 1.05 m de altura y 0.25 de espesor. En este tramo cubierto el canal Patapujo tenía una captación sumergida que fue sellada con concreto. En esta sección el canal presenta un conducto de sección rectangular con muros de espesor de 0.25 m y ancho de solera de 1.00 m, construido de concreto. Sus muros laterales son paralelos a los de la sección trapezoidal del canal Patapujo. Sobre la losa de la canoa el flujo es retenido levemente mediante la disminución de la pendiente de la mampostería y de la losa que cubre al canal, de  $S = 0.026$  a  $S = 0.018$ . Los





excedentes discurren por la losa de la canoa que se extiende sobre el canal Patapujo y fluyen sobre una cuña de cemento que actúa como vertedero. Este caudal es recibido en una solera amortiguadora construida en concreto ciclópeo y que conduce las aguas por el badén del camino de servicio y de regreso al cauce de la quebrada.

**Captación complementaria.**- Adicionalmente, la bocatoma tiene una captación complementaria aguas arriba de la quebrada para asegurar su funcionalidad en periodos de reparación o mantenimiento. Esta captación se conecta al canal Patapujo mediante un canal de sección trapezoidal de 80.00 m de largo que empalma al Patapujo delante de un pontón. También presenta un barraje de 4.70 m de longitud que funciona como vertedero dirigido a la bocatoma. Cuenta con muros de encauzamiento que convergen al bocal de captación de 12.00 m de largo en la margen derecha y 9.40 m de largo en la margen izquierda.

#### VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición del Canal Patapujo y las 03 bocatomas alcanza el monto de US \$ 1'251,646.62 (Un Millón Doscientos Cincuenta y Un Mil Seiscientos Cuarenta y Seis con 62/100 dólares americanos).

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

En el año 1979

#### LOCAL 14 Y 15 CANAL UCHUSUMA ALTO Y TÚNELES

El Canal Uchusuma Alto es una infraestructura hidráulica de curso transfronterizo. En el lado peruano se localiza en el distrito de Palca, mientras en el lado chileno se ubica en la comuna General Lagos. Altimétricamente en el rango de 4,222 a 4,250 m s. n. m. abarca la región Puna o Alto Andina. En su recorrido, casi 30 km de su longitud comprende territorio chileno.

El canal ingresa a Chile luego de cruzar el vaso seco de la Laguna Blanca, próximo al Hito 69 de la frontera; atraviesa el túnel General Lagos, y rodea luego el pie del volcán Tacora para finalmente regresar a territorio peruano entre los Hitos 55 y 53. Esta característica obliga al operador a regirse por los tratados o convenios internacionales suscritos por el Estado Peruano. De regreso en territorio peruano el canal atraviesa la divisoria de aguas entre la Cuenca del río Lluta y la Cuenca del





río Caplina mediante el túnel Huaylillas Sur, en donde desemboca a la quebrada Vilavilani.

El canal inicia en la bocatoma Uchusuma y tiene una longitud de 49.297 km y una capacidad de conducción de 4.5 m<sup>3</sup>/s. Conduce tanto las aguas captadas del río Uchusuma, como las aguas derivadas por el canal Patapujo y entregadas por el tramo final del canal Calachaca; una vez juntas las vierte al cauce natural de la quebrada Vilavilani en la microcuenca del mismo nombre en el lugar denominado Paso Huaylillas Sur.

El canal, en su trazo actual se proyectó el año 1910 con el nombre de canal Uchusuma Nuevo o Azucarero. Se construyó entre 1948 y 1954, trasladando la bocatoma 12 km aguas abajo de la toma antigua y a un nivel más bajo con una trayectoria paralela al canal abandonado. Fue construido en mampostería de piedra y concreto para conducir un caudal de 1.0 m<sup>3</sup>/s.

Este canal fue remodelado entre los años 1,999 y 2,000. Las obras fueron ejecutadas por contrato que celebró el PET con el Consorcio Sagitario S.A. de la obra Tramo III Vilavilani. La remodelación consistió en la impermeabilización de la sección existente y el incremento de su capacidad máxima hasta un caudal de 4.5 m<sup>3</sup>/s.

La impermeabilización se consiguió mediante el resane de la superficie del canal con mortero o concreto y la colocación de geomembrana tipo 1 en todo el perímetro del canal existente, esta se ha protegido del punzonamiento mediante un geotextil tipo 1.

La geomembrana fue anclada en las bermas con clavos tipo Hilti y protegida mediante la colocación de dados de concreto ciclópeo vaciado en paños de 3.00 m de longitud. El anclaje al fondo del canal utilizó platinas de PVC y clavos tipo Hilti. Este revestimiento excluyó los túneles existentes.

El aumento de su capacidad se consiguió con la sobreelevación o encimado del talud mediante los dados de concreto utilizados para cubrir el anclaje de la geomembrana. Esto permitió incrementar el tirante admisible de agua. Los dados tienen un espesor de 0.25 m en su parte superior, altura variable máxima hasta 1.00 m, talud interior proyectado del canal existente y talud exterior vertical con zapata de 0.25 m de espesor y ancho variable en dependencia del talud interior. Las juntas de construcción de los dados se han sellado con material elastómero tipo Dynatred. La unión entre el concreto antiguo y el nuevo se realizó mediante la colocación de elementos de anclaje cada 0.75 m.



Originalmente, el revestimiento del fondo contaba con losas de concreto simple de 0.05 m de espesor vaciadas sobre la geomembrana para protegerla durante la limpieza del canal. La detección de pliegues en la geomembrana y la consiguiente disminución del espesor de la losa representaban un riesgo para el canal por lo cual se procedió al cambio de la geomembrana y la reconstrucción de las losas.

Asimismo, se construyó el camino de servicio de 3.50 m de ancho que se encuentra a lo largo de todo el canal, ubicada mayoritariamente a la izquierda, su rasante se encuentra 0.20 m debajo del nivel de la berma sobre-elevada el cual se lastro con una capa de rodadura de 0.20 m de espesor mientras la berma opuesta se relleno hasta el nivel de la corona del dado de concreto con material impermeable. Adicionalmente, se construyeron cunetas de coronación en tramos en media ladera para la protección de las escorrentías superficiales.

La sección del canal es trapezoidal en tajo abierto con unas dimensiones variables a lo largo del recorrido. Las dimensiones representativas son variables: base menor de 2.60 m a 3.00 m, base mayor de 6.00 m, una altura de 1.80 m, talud de 0.3 a 1 y una pendiente de 0.0003 a 0.0004. Presenta sección rectangular en los conductos cubiertos y el acueducto, y en forma de arco en los túneles. El canal presenta un sistema de drenaje longitudinal a lo largo del tramo que atraviesa Laguna Blanca.

#### Ubicación del canal Uchusuma Alto

Orientación	Este	Norte	Latitud	Longitud
Min (NE)	434463	8056565	17°34'35"S	69°37'03"O
Max (SO)	413035	8030573	17°48'38"S	69°49'14"O

Entre las estructuras más importantes en su desarrollo tenemos las siguientes:

#### Estación de aforos Puente El Ayro

El aforo de los volúmenes se realiza en la estación Puente El Ayro ubicada en el canal 1,335 m aguas abajo de la bocatoma Uchusuma. En este punto se miden los volúmenes de agua superficial y subterránea recolectados de las cuencas del Maure y Uchusuma. Aunque se referencia a este lugar como una estación hidrométrica el procedimiento de reporte de aforos corresponde a la suma de los caudales de cada aportante: río Uchusuma, canal Patapujo-Calachaca y pozos del Ayro. La estación está constituida por una caseta limnigráfica, un letrero identificador, una regla





limnimétrica y un puente de aforo. La estación es administrada por el SENAMHI y se encuentra en buen estado de conservación.

### **Drenaje Laguna Blanca**

El tramo entre las progresivas 8+556 – 16+690 del canal de derivación 13+850 – 15+890, corresponde al trayecto paralelo a la Laguna Blanca. En este tramo presenta un dren paralelo abierto, cuya rasante se ubica por lo menos 0.70 m por debajo de la rasante del canal. Se construyó para garantizar la estabilidad del revestimiento. Las aguas del dren excavado en la berma izquierda se drenan a la derecha mediante una tubería corrugada de acero galvanizado a la altura de la progresiva 15+333.



Vista del drenaje paralelo a la altura del pozo PA-3



### **Túnel General Lagos**

Está ubicado entre progresivas km 17+291 - 18+306. La obra permite trasvasar los recursos captados en el canal hacia la cuenca Caplina atravesando la divisoria entre la regiones hidrográficas del Titicaca y del Pacífico. El túnel se encuentra en territorio chileno y debe su nombre a la ubicación en la Comuna General Lagos. Tiene más de 60 años de construcción, por lo cual se carece de mayor información respecto de su diseño y construcción. El levantamiento topográfico realizado para la remodelación del canal solamente definió las coordenadas de la entrada y salida de



ambos túneles, donde el revestimiento es de concreto y/o mampostería. La longitud del túnel General Lagos alcanza los 1,015 m, es de sección en herradura cuya base es un arco de circunferencia 2.35 m de cuerda y 2.55 m de radio, la parte superior es una semicircunferencia de 1.28 m de radio siendo su altura de 2.55 m .



Tramo del canal a la salida del túnel General Lagos

#### **Cruce con vía férrea (Línea del Ferrocarril Arica-La Paz)**

En el lugar de cruce con la vía férrea Km 18+400 del tramo canal Uchusuma, se encuentra una alcantarilla de concreto armado de 3.60 m de ancho por 1.55 m de altura, encima de la cual cruza en forma desviada formando un ángulo de 45° la vía férrea, la cual fue desmontada y colocada en su nueva posición. El techado de la alcantarilla se realizó mediante la construcción de una losa prefabricada central y dos losas perimetrales.

La estructura se completa con dos tramos de canal rectangular de 3.60 m x 1.74 m que se empalman con el canal existente mediante dos transiciones de concreto armado ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ).

Esta alcantarilla fue modificada el año 2000 debido al incremento de la capacidad del canal. La abertura existente del puente de ferrocarril, al ser más estrecha hubiese ocasionado un remanso adicional en el tramo de aguas arriba del canal que se propagaría a través del túnel General Lagos. En condiciones extremas, donde



puede aparecer hielo en los meses de invierno, esta abertura estrecha podría haber originado acumulación de hielo. El tamaño de la abertura se determinó a partir de la cota definida de la vía férrea y las cotas de la rasante de los tramos del canal Uchusuma aguas arriba y aguas abajo.

#### **Conducto cubierto Tacora:**

Se ubica entre las progresivas 24+720 – 24+823 introduciendo una variante respecto del trazo anterior. Se construyó para reparar los daños provocados en el canal por un aluvión de material homogéneo proveniente del nevado Tacora a raíz del sismo del 23 de junio del 2001. Los daños afectaron también la canoa y la salida de fondo ubicados en el mismo tramo y provocaron la interrupción del servicio. La rehabilitación del tramo consistió en la construcción del conducto cubierto de una longitud de 100.60 m, con una sección rectangular de 4.20 m x 2.05 m, con paredes y losas de 0.30 m de espesor de concreto armado con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , y juntas de dilatación cada 9.00 m. Para encauzar los materiales de arrastre se construyeron muros de concreto armado al inicio y termino del conducto de 15.00 m y 25.00 m respectivamente. Estos muros, de 0.25 m de espesor, se prolongan sobre el ducto y continúan como ampliación del muro vertical de las transiciones. La construcción se concluyó el año 2002, pero debido a los problemas en la entrega de obra de la remodelación del canal se empalmo posteriormente.

#### **Acueducto río Azufre**

El acueducto se encuentra en el km 41+174 del canal Uchusuma. Es una nueva estructura de cruce, consistente en un acueducto de concreto armado que reemplazo uno anterior en mal estado, debido a la incidencia de aguas agresivas del río que pasa por debajo.

La estructura consiste en un acueducto de concreto armado ubicado en forma transversal al cauce del río Azufre, de sección rectangular de 2.50 m de ancho por 2.00 m de altura y 10.00 m de longitud, está apoyado en dos estribos de concreto de 4.00 m de altura, que cuenta con sus respectivos alerones a 60°.

Los estribos del acueducto se han construido en forma de muros de contención de concreto armado. La altura de los muros es 6.25 m (4 m debajo de la base del acueducto) y el ancho de la cimentación es 3.0 m. Se utilizó concreto de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con cemento tipo V para los muros, y acero de resistencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **Conducto cubierto Pucamarca:**

Se ubica entre las progresivas 4+444 y 4+555. Cubre el canal desde el ingreso al Túnel Huaylillas Sur aguas arriba una distancia de 840 m. Fue ejecutada con financiamiento de la compañía MINSUR S.A. como una medida de protección





debido a la cercanía de las operaciones de la mina Pucamarca en la margen izquierda del canal. La construcción consistió en cubrir la caja del canal mediante la colocación de bloques de concreto en los costados de las paredes del canal sobre las que se colocaron vigas de concreto armado prefabricado con una resistencia de hasta 300 kg/cm<sup>2</sup>. Cada 100 metros de canal recubierto, se instalaron buzones con puertas metálicas para inspección y mantenimiento. El recubrimiento se concluyó el año 2014.

### **Túnel Huaylillas Sur**

Ubicado entre las progresivas km 47+907- 49+241 del canal Uchusuma, el túnel Huaylillas Sur cruza la divisoria entre la cuenca del río Lluta y la cuenca del Caplina para descargar las aguas de trasvase a la quebrada Vilavilani. El túnel se ubica en territorio peruano, actualmente su portal de entrada empalma con el conducto cubierto Pucamarca. El Túnel tiene más de 60 años de construcción, por lo cual se tiene escasa información respecto de su diseño y construcción. El túnel Huaylillas Sur tiene una longitud de 1.334 km, es de sección en herradura cuya base es un arco de circunferencia 2.18 m de cuerda y 2.36 m de radio, la parte superior es una semicircunferencia de 1.18 m de radio siendo su altura de 2.36 m .



:Tramo final del canal Uchusuma a la salida del túnel Huaylillas Sur

### **Vertedero Parshall**

El tramo entre la salida del túnel Huaylillas Sur y la descarga a la quebrada Vilavilani, corresponde a un canal trapezoidal de concreto, con muros sobre-elevados para el transporte de mayor caudal.





Al final del canal Uchusuma, progresiva km 49+297, 56 m aguas abajo del túnel Huaylillas Sur, se encuentra el vertedero Parshall modificado. El vertedero desempeña la función del dispositivo de medición. Según el caudal especificado de 4.5 m<sup>3</sup>/s, se construyó un vertedero Parshall de dimensiones estándar de ancho = 3.048 m (10 ft). Al comienzo del vertedero Parshall se encuentra la transición de 3.0 m de longitud que empalma la sección trapezoidal del canal aguas arriba con el vertedero. Para la medición del nivel está un buzón con limnómetro, a una distancia del vertedero exactamente definida. Aguas abajo del emplazamiento de vertedero se encuentra la quebrada Vilavilani.



Vista del final del canal y del vertedero Parshall



**Obras de arte.-** En el canal se encuentran 22 puentes-canoa y 7 canoas típicas, 1 acueducto (río Azufre), 1 alcantarilla (tren Arica-La Paz), 3 conductos cubiertos, 6 salidas de fondo y 1 vertedero final. Asimismo se localizan obras de arte que son parte de pozos o drenajes que cruzan el canal; entre ellas 2 cruces de tubería y 4 alcantarillas mediante las cuales el dren lateral cruza debajo del fondo de canal. La mayoría de las canoas o puentes-canoa y las salidas de fondo se ubican en las líneas de drenaje que confluyen a la Quebrada Caracarani o al río Azufre en Chile. Algunas canoas presentan cunetas de drenaje lateral para dirigir el drenaje hacia los muros de encauzamiento de entrada de cada canoa.

## VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición del Canal Uchusuma Alto,, obras de arte y túneles alcanza el monto de US \$ 12'167,674.79 (Doce Millones Ciento Sesenta y Siete Mil Seiscientos Setenta y Cuatro con 79/100 dólares americanos).

## TIEMPO DE EJECUCIÓN

En el año 2000

## LOCAL 16 BOCATOMA CHALLATA

## LOCAL 17 BOCATOMA ANCOAQUE

Las aguas del río Ancoaque son captadas por la Bocatoma del mismo nombre en la cabecera del río Maure y son conducidas por un canal de aducción hasta el túnel Kovire trasvasando las aguas altiplánicas hacia un afluente del río Cano.

La bocatoma se encuentra ubicada en el distrito Susapaya, a 3.35 km del centro poblado Kovire. Esta emplazada en la margen derecha del río Maure y a una distancia de 77.00 m del portal de entrada del túnel Kovire. La bocatoma es permanente, construida de concreto armado. fue puesta en operación en 1996 y, tiene una capacidad máxima de 5 m<sup>3</sup>/s. de amortiguación de 1.00 x 0.80 m que cuenta con dos compuertas tipo gusano de accionamiento manual: una compuerta de alivio para la limpia de finos y gruesos, y una compuerta de control. A continuación de la compuerta de control se ubica el conducto de aducción de la bocatoma que cruza la quebrada mediante una tubería hasta llegar a una cámara de transición que entrega las aguas de la tubería al canal trapezoidal. El tramo de aducción es de aproximadamente 141 m. Este tramo consiste en una tubería tipo Rib Loc de 650 mm que se desarrolla en línea quebrada por la margen derecha de la quebrada.



### Ubicación de la bocatoma Ancoaque

Infraestructura	Nombre	Margen	Este	Norte
Bocatoma Permanente	Ancoaque	Derecha	400204	8098040



La bocatoma fue construida por el PET en el periodo de julio de 1995 a enero de 1996. En el esquema hidráulico planteado en esa fecha para el afianzamiento de la laguna Aricota la bocatoma estaba destinada a captar las aguas del río Ancoaque y del canal Chiliculco. La infraestructura consiste de las obras siguientes:

**Muros de Encauzamiento.-** El muro de encauzamiento de la margen izquierda tiene una longitud de 27.00 m, a una distancia de 8.00 m del bocal de captación con cota de coronación de 4,371.35 aguas arriba y 4,369.00 aguas abajo. El muro de encauzamiento de la margen derecha tiene una longitud de 7.0 m, aguas abajo del barraje y de 2.0 m aguas arriba. En ambos casos son de concreto ciclópeo y junto al barraje enmarcan la zona de embalse de la bocatoma.

En las margenes del cauce aguas arriba de la bocatoma se ha construido un muro seco de aproximadamente 30 m para que actúe como enrocado de protección.

**Barraje:** es un barraje fijo construido para elevar la tirante del río en la zona de embalse de la bocatoma y posibilitar la captación por margen derecha.

El barraje es de perfil tipo Indio, con talud 1:1 aguas arriba y 1:2 aguas abajo, de 6.00 m de ancho y 8.10 m de longitud, su altura es 2.22 m, ubicándose su cresta en la cota 4,369.42 m s. n. m., habiéndose diseñado con una uña de cimentación delantera de 2.50 m de profundidad y de 0.70 m de espesor.

La poza disipadora tiene 0.50 m de profundidad y 7.60 m de longitud, su espesor es de 0.70 m, encontrándose en la cota 4,366 m s. n. m.

El material de todo el cuerpo del barraje (perfil, poza y uñas de cimentación) es de concreto ciclópeo.

**Canal de Limpia.-** Se encuentra ubicado a la derecha del barraje y adyacente al bocal de captación, construida en concreto armado, el canal de limpia descarga el material grueso que se acumula frente a la ventana de captación, estando diseñado para evacuar cuerpos sólidos de diferente tamaño para una velocidad máxima de 0.5 m/s.

El canal se inicia en un solado delantero con cota 4,368.20, siendo su cota terminal la 4,367.20, teniendo una longitud total de 30.00 m. La compuerta de limpia, se encuentra instalada sobre un puente de maniobras, apoyada en dos muros de concreto armado de 0.50 m de espesor, que definen el canal de limpia, este canal tiene una sección rectangular de 1.40 m de ancho y una pendiente de solado de 3%, de modo que el canal de limpia pueda limpiar el material sólido acarreado, o el material flotante, y evacuarlo aguas abajo. Está construido de concreto ciclópeo de 0.50 m de espesor, habiéndose diseñado con uñas de cimentación de 2.70 m de





profundidad la frontal y de 2.50 m de profundidad la terminal, ambos de 0.70 m de espesor.

**Ventanas de Captación.-** conformada por tres (03) ventanas de ingreso, su emplazamiento es parte de la pantalla de captación, éstas ventanas tienen como función permitir el ingreso del agua para su posterior conducción por el túnel Kovire. Las dimensiones de las ventanas son de 1.70 m de ancho y 0.65 m de altura separadas por dos pilares de 0.70 m x 0.65 m. Se dispone de un alfeizar de ingreso de altura variable respecto al solado del canal de limpia, de 0.37 m en el eje de captación. La cota de la cresta del vertedero de ingreso es la 4,368.57. Sobre los pilares se eleva una pantalla frontal de concreto armado de 1.78 m de altura y 0.30 m de espesor, con cota de coronación de 4,371.35, sobre cuya superficie se ha habilitado una pasarela.

Todas estas obras forman el área de embalse de la bocatoma.



Área de embalse de la bocatoma con material propio colmatado en el ingreso, obsérvese el buen estado de las ventanas de captación

**Canal Desripador.-** Estructura ubicada a continuación de las ventanas de captación, tiene por finalidad evacuar el material grueso que logre pasar, ya que cuenta con una poza de disipación en la cual se retiene material grueso propio del río; la poza presenta 5.80 m de ancho, con transición vertical, de 3.20 m de altura

máxima en el eje, la cual da inicio al canal desripador. Este canal presenta una sección rectangular de 1.00 m de ancho y altura variable, con pendiente de solado  $S = 0.0174$ . La operación de este canal se da través de una compuerta plana deslizante tipo Armco de 1.15 m x 0.85 m con mecanismo de izaje manual tipo HPB-24 con varilla de diámetro 1/2". Esta compuerta controla la salida del material al canal de limpia por el cual se devuelve al curso del río Maure.

**Compuerta de Regulación.-** a continuación de la poza disipadora se ha dispuesto una grada o escalón que da inicio a la zona de las compuertas derivadoras o de regulación. Estas son tres (3) compuertas deslizantes que regulan las bocales de captación con una abertura de 1.53 m de ancho y 0.70 m de altura. Están separadas por pilares de 0.60 m de espesor y 3.00 m de largo, sobre el cual se ha construido una losa de concreto armado que sirve de puente de maniobras para la operación de las compuertas. Las compuertas son planchas metálicas deslizantes de tipo ARMCO con mecanismo de izaje CPE-2 varilla de diámetro 2".

Estas compuertas están operadas desde una losa de maniobras ubicadas en cota superior 4,371.35, de 0.25 m de espesor; contando además con pantallas frontales de 0.25 m de espesor, tanto para la zona de compuertas de derivación como para la zona de ataguías ubicadas inmediatamente aguas arriba de aquellas.

La operación de la toma está en función del caudal autorizado, y se fija mediante la regulación de la abertura de las compuertas, de modo que en el limnógrafo respectivo se verifique el nivel correspondiente. En la actualidad, las tres compuertas se abren totalmente y de esa forma capta el flujo libremente, de modo que el caudal ingresante es igual al caudal captado por el túnel.





**Vista de las compuertas derivadoras o de regulación y del Aliviadero de demasías.**

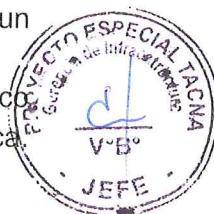
**Transición.-** ubicado al final de las compuertas de regulación, su finalidad es conectar estas al canal de aducción, tiene una longitud de aproximadamente 7.00 m con ancho variable de 5.80 m a 2.20 m, con pendiente de solado de  $S = 0.003$ . Construida de concreto ciclópeo, al final de la transición se ubica una compuerta metálica que controla el paso al canal de aducción.

**Aliviadero de demasías:** se ubica en el lado izquierdo de la transición, para evacuar los posibles excedentes, que pudieran ingresar por una mala operación en las épocas de máximas avenidas. Consiste de un aliviadero lateral y una compuerta que en conjunto tienen una longitud de 5.00 m. La cresta del aliviadero se ubica en la cota 4,369.53 m s. n. m. a 1.10 m sobre la rasante del piso del canal. Ambas estructuras conectan con un canal de sección rectangular de 1.00 m de ancho y altura variable, por donde se evacuan los posibles excedentes directamente al curso del río. Esta estructura está construida de concreto ciclópeo, y al final del canal, el suelo se protegió con enrocado. La estructura se encuentra en buen estado.

**Canal de Aducción.-** es de sección rectangular con 2.20 m de base y 1.55 m de altura, con espesor de paredes y losa de 0.30 m. Presenta un pequeño recorrido en tramo recto, pero la mayor parte de su longitud es curva, con una pendiente de solado  $S = 0.003$  y cota terminal 4,368.02. Entrega las aguas a la poza colectora, a través de una caída.

**Poza Colectora y de Disipación.-** esta estructura tiene como función recolectar las aguas provenientes de la bocatoma Ancoaqué y del canal Chiliculco, por consiguiente tiene una capacidad de 10 m<sup>3</sup>/s. presenta una longitud de 7.00 m y un ancho de 5.0 m.

La poza recibe frontalmente las aguas del canal de aducción y el canal Chiliculco mediante una caída inclinada de 1.52 m diseñada para disipar la energía hidráulica. Está construida en concreto armado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .



**Puente vehicular.-** es una estructura que permite mantener el tránsito vehicular a ambos lados del canal de ingreso al túnel Kovire, se ubica 13 m aguas abajo del inicio de la poza colectora y consta de una losa de concreto armado de 0.35 m de espesor, con 3 m de ancho y 6 m de largo.



A continuación, se describen las obras que sin ser parte de las estructuras de la bocatoma, son obras conexas construidas para implementar el esquema hidráulico de Afianzamiento de la laguna Aricota.

**Acueducto.-** esta estructura ubicada en el tramo terminal del canal Chiliculco cruza el río Maure, a una distancia aproximada de 50 m aguas abajo de la bocatoma. El acueducto tiene una longitud de 8.00 m con una sección rectangular de 2.20 m en la base y 1.65 m de altura, con paredes y losa de 0.30 m de espesor. La cota de salida del solado del acueducto es la 4,368.00, siendo su pendiente de fondo  $S = 0.002$ . Se apoya en dos estribos, con alerones a  $45^\circ$ , los cuales son de concreto ciclópeo y a su vez actúan como muros de encauzamiento.

**Trazo terminal del canal Chiliculco.-** el canal fue diseñado para conducir un caudal de hasta 5 m<sup>3</sup>/s hacia el túnel Kovire. Es un tramo de aproximadamente 55 m con una curva de radio de 14.0 m y un ángulo de  $80^\circ 30'$ , conserva la misma sección del acueducto: canal rectangular de 2.20 m en la base y 1.65 m de altura, con espesor de paredes y losa de solado de 0.25 m. Esta estructura, una vez en funcionamiento, vertería a la poza colectora.

DATOS GENERALES	
Nombre de la bocatoma	Ancoaque
Propietario de la bocatoma	PET
Autoridad Administrativa del Agua	Caplina-Ocoña
Autoridad Local del Agua	Caplina-Locumba
Empresa Constructora	GyM S.A.
Año final de construcción	1996
Características especiales	Sin alterar, no ha sufrido cambios en su historia

UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA	
Departamento	Tacna
Provincia	Tacna
Distrito	Susapaya
Zona	19 K
Coordenadas UTM	400203 E 8098036 N
Altitud	4,395.00

DATOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA	
Unidad Hidrográfica	Cuenca Maure - Mauri
Código de la unidad Hidrográfica	01
Área de la Cuenca Hidrográfica. (Km <sup>2</sup> )	1,764.51
Río en el que se ubica la bocatoma	Río Ancoaque
Margen del río en que se ubica	Margen derecha

DATOS DE LA BOCATOMA	
Tipología de la bocatoma	Permanente (P) de concreto
Capacidad máxima (m <sup>3</sup> /s)	5.00
Barraje	Fijo de concreto. Longitud = 6.00 m.
Canal de limpia	Ancho = 1.40 m. Pendiente = 3%
Ventanas de captación	3 de 1.70 m x 0.65 m (*)
Canal desripador	Ancho = 1.00 m y altura variable. Pendiente = 0.0174
Compuertas de regulación	3 de 0.53 m x 0.70 m



## VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición de la Bocatoma alcanza el monto de US \$ 345,574.67 (Trescientos Cuarenta y Cinco Mil Quinientos Setenta y Cuatro con 67/100 dólares americanos).

## TIEMPO DE EJECUCIÓN

En el año 1996

## LOCAL 18 CANAL Y BOCATOMA QUEÑUTA

El canal Queñuta se localiza en el distrito de Palca. Altimétricamente en el rango de 4,380 – 4,363 m s. n. m. Inicia en la bocatoma Queñuta y ha sido construido de concreto para una capacidad máxima de conducción de 0.200 m<sup>3</sup>/s. Conduce las aguas captadas en la quebrada Queñuta y las deriva hasta entregarlas al cauce natural del río Uchusuma. El canal tiene una longitud de 2.225 km. Tiene una sección predominantemente trapezoidal con una base mayor de 1.10 m, una base menor de 0.60 m y una altura de 0.60 m. La ubicación del canal se enmarca en las coordenadas del cuadro siguiente:

Ubicación del canal Queñuta

Orientación	Este	Norte	Latitud	Longitud
Min (NE)	425500	8056437	17°34'38"S	69°42'07"O
Max (SO)	425245	8054554	17°35'40"S	69°42'16"O



Su construcción data de inicio de los años 80. Se le construyó con revestimiento de albañilería de piedra con emboquillado de mortero. El diseño original comprendía tres tramos con las siguientes características:

Secciones transversales por tramos del canal Queñuta

Tramo	Talud	Base menor	Altura	Base mayor
0+000-1+650	0.5	0.60	0.45	1.05
1+620-2+100	0.5	0.40	0.40	0.80
2+100-2+200	1.5	0.60	0.40	1.80

Este diseño se ha mantenido sin alteraciones, con excepción de una pequeña variante en el trazo introducida a finales del año 2005 cuando el PET rehabilitó los taludes y piso del tramo final desde la progresiva 1+540 en adelante. En esa ocasión se reconstruyeron taludes con mampostería de piedra asentada sobre mortero de espesor 0.20 m, la losa del piso de concreto simple de 0.10 m de espesor y se culminó la salida del canal con un enrocado en una longitud de 35 m.



Vista del tramo final del canal Queñuta donde entrega sus aguas por la margen derecha del río Uchusuma

En su desarrollo se encuentran dos (02) obras de arte: un pontón y una alcantarilla que sirve de puente en la vía que conduce a Alto Perú.



### VALOR DE REPOSICIÓN

El monto de reposición del Canal y Bocatoma Queñuta alcanza el monto de US \$ 21,096.62 (Veintiun Mil Noventa y Seis con 62/100 dólares americanos).

### TIEMPO DE EJECUCIÓN



En el año 1980

## **LOCAL 19 SUB ESTACIÓN ELECTRICA EL AYRO**

### **LINEA DE SUBTRANSMISION TARATA – EL AYRO**

Se efectuaron las acciones de Recepción de equipos, suministros y materiales electromecánicos (cuerpos de bomba, repuestos, luminarias, conductores, seccionados, pararrayos, contrapesos, amortiguadores, etc) para la línea de 33 Kv. Armado e izado de estructuras, instalación de retenidas y aisladores, montaje de conductores, en toda la línea de 33 Kv. En la subestación de Tarata, perforación de pozos a tierra en toda la extensión de la línea, instalación del cable de guarda en 36 km, instalación de las puestas a tierra con sus respectivos electrodos, instalación de aisladores especiales en los seccionadores de las subestaciones del Ayro - Tarata, mediciones en la línea de 33 Kv con la firma Elecsur, instalación de Pararrayos en la subestación de Tarata, etc.

### **SUBESTACIÓN EL AYRO**

Recepción de equipos, transformador de 800 KVA, aisladores y equipos de medición para la subestación. Instalación del sistema de puesta a tierra incluidos cuatro pozos y sus conexiones, instalación del transformador de 800 KVA, instalación de armados, aisladores y equipos de medición, mediciones de resistividad de la puesta a tierra de acuerdo al protocolo de pruebas con la Cía. Elecsur y puesta en operación de la Subestación.

### **LINEAS PRIMARIAS**

Adquisición de materiales para las líneas primarias como son conductores, aisladores, acometidas, etc.

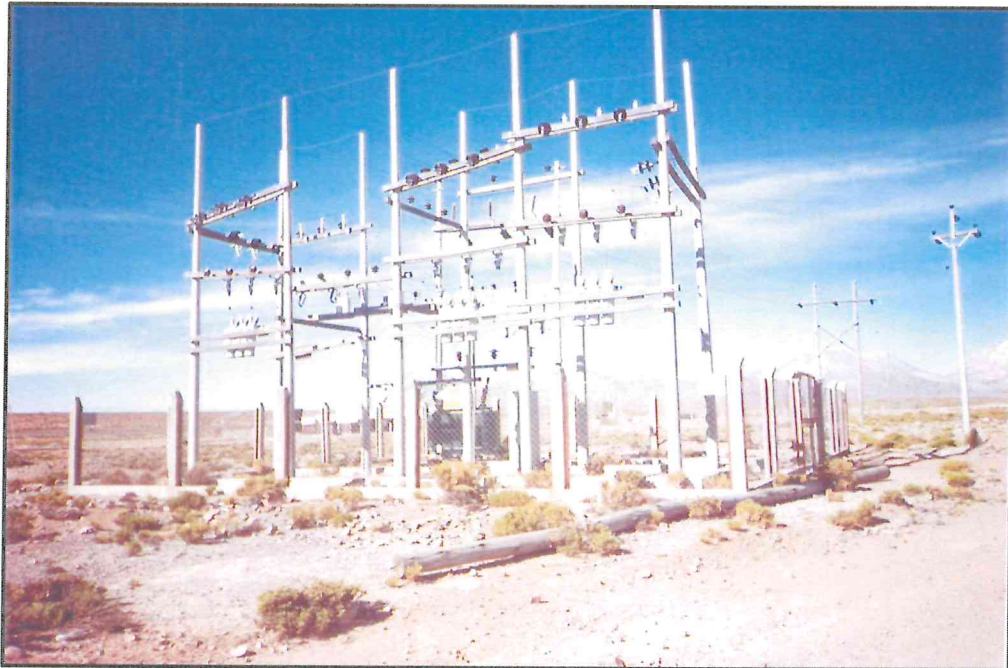
Instalación de la línea de 10 Kv (Ram. 1,2, y 3) instalación de acometida a los pozos, instalación de 01 poste en el pozo PA\_7 y otro en el campamento de El Ayro, instalación de conductores y aisladores en los ramales 1,2 y 3.

### **SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION**



Adquisición de materiales de las subestaciones de distribuciones como transformadores, accesorios, etc.

Instalación de Transformadores en los pozos, instalación de acometidas a los tableros y motores de los pozos.



Vista de la Sub Estación El Ayro, de 33 KV a 10 KV, se puede apreciar el transformador de 800 KVA, aisladores y equipo de protección para la subestación y cerco Perimétrico.

## EQUIPAMIENTO ELECTRICO DE POZOS

Equipamiento de los pozos, traslado, instalación y nivelación de máquinas de los pozos para el armado, instalación y nivelación de tubería, fundas y ejes del equipo de bombo, traslado, mantenimiento de ejes, fundas e instalación del equipo de bombeo; instalación de cardán de motor eléctrico a motores petroleros en los pozos PA-2, PA-4 y PA-6; montaje de 50 unidades de tubería PVC diam. 1 1/2" en los pozos PA-5 (65 M.), PA-6 (45 m.), PA-7 (65 m.) y PA-9 (60 m.) para la instalación de sondas automáticas.



Por lo detallado, el monto total de las obras de equipamiento de pozos, línea de transmisión y Sub Estación El Ayro s, asciende a US \$ 1'207,793.00 (Un Millón Doscientos Siete Mil Setecientos Noventa y Tres con 00/100 Dólares Americanos).

### **VALOR DE REPOSICIÓN EQUIPAMIENTO, LINEA DE TRANSMISIÓN Y SUB ESTACIÓN EL AYRO**

El monto de reposición de las obras señaladas asciende a US \$ 932,094.75 (Novecientos Treinta y Dos Mil Noventa y Cuatro con 75/100 Dólares Americanos).

### **TIEMPO DE EJECUCIÓN**

1987- 1995

### **LOCAL 20 MEJORAMIENTO DEL CANAL CHIQUITOMA CALLERACO**

La ejecución de la obra comprende la construcción de infraestructura hidráulica para la conducción de 250 l/s (con caudales de aporte que se inician con 165 l/s en la bocatoma incrementándose en 35 l/s con aguas de manantial Quesquera y 50 l/s en el anexo de Colpapampa, haciendo un total de 250 l/s). Para ello se plantea la construcción de la siguiente infraestructura hidráulica:

- o Tramo I construcción de 147.00 ml de canal de sección circular con una capacidad de conducción de 0.165 m3/seg con tubería HDPE de diámetro 500 mm.
- o Tramo II construcción de 2,236.00 ml de canal de sección circular con una capacidad de conducción de 0.200 m3/seg con tubería HDPE de diámetro 500 mm.
- o Tramo III Construcción de 3,455.00 ml. de canal de sección circular con una capacidad de conducción de 0.200 m3/seg con tubería HDPE de diámetro 400 mm.
- o Tramo IV Construcción de 9,35.00 ml. de canal de circular con una capacidad de conducción de 0.200 m3/seg. Con tubería HDPE de diámetro 500 mm.
- o Tramo V Construcción de 7,335.31 ml. de canal de circular con una capacidad de conducción de 0.250 m3/seg. Con tubería HDPE de diámetro 500 mm.





- o Construcción de 01 bocatoma de barraje fijo.
- o Construcción de 03 desarenador de concreto armado
- o Construcción de 02 puentes acueducto atirantados con pilares de concreto para tubería de 400 mm HDPE ISO 4427 (80 m).
- o Construcción de 02 puentes acueducto atirantados con pilares de concreto para tubería de 500 mm HDPE ISO 4427 (130 m).
- o Construcción de 21 canoas.
- o Construcción de 10 disipadores tipo impacto de concreto.
- o Construcción de 59 buzones de inspección de concreto.

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO

### Ubicación Geográfica

La Provincia de Candarave se ubica en el extremo nororiental del Departamento de Tacna, entre las coordenadas geográficas 16°17'04' y 17°27'56' latitud sur, y 70°03'32' y 70°34' de longitud oeste, sus niveles altitudinales fluctúan entre los 2400 m.s.n.m. (Curibaya) y más de 4500 m.s.n.m. (Chiquitoma – Calientes)

El área de influencia del presente proyecto está ubicada entre los meridianos 17°20' y 17°21' de longitud oeste y paralelos 17°16' y 17°18' de latitud sur.

Políticamente, el proyecto se ubica en:

Región	:	Tacna.
Departamento	:	Tacna.
Provincia	:	Candarave.
Distrito	:	Santa Cruz
C.P.	:	Calleraco

## Descripción de las Obras ejecutadas

### Línea de conducción Chiquitoma – Calleraco.

El Canal Chiquitoma Calleraco permitirá conducir las aguas desde el lugar denominado Chiquitoma hasta el C.P. Calleraco, y estará constituido por los siguiente elemento:

#### Tramo I

Se ha considerado un caudal de diseño de  $Q = 0.165 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Desde la progresiva 0+000.00 al 0+147.00 constituido por 147.00 ml canal circular de tubería HDPE NPT ISO 21138-2 de diámetro 500 mm.

#### Tramo II



Se ha considerado un caudal de diseño de  $Q = 0.200 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Desde la progresiva 0+147.00 al 2+383.00 constituido por 2,236.00 ml canal circular de tubería HDPE NPT ISO 21138-2 de diámetro 500 mm.

#### Tramo III

Se ha considerado un caudal de diseño de  $Q = 0.200 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Desde la progresiva 2+383.00 al 5+968.00 constituido por 3,455.00 ml canal circular de tubería HDPE NPT ISO 21138-2 de diámetro 400 mm; en los tramos de acueductos la línea de conducción tendrá un desarrollo de 130 m en tubería HDPE 4427 lisa de diámetro 400 mm para la construcción de 02 puentes acueductos de 40 y 22 metros.

#### Tramo IV

Se ha considerado un caudal de diseño de  $Q = 0.200 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Desde la progresiva 5+968.00 al 6+933.00 constituido por 935.00 ml canal circular de tubería HDPE NPT ISO 21138-2 de diámetro 500 mm; en los tramos de acueductos la línea de conducción tendrá un desarrollo de 30 m en tubería HDPE 4427 lisa de diámetro 500 mm para la construcción de 01 puentes acueductos de 15 metros.

#### Tramo V

Se ha considerado un caudal de diseño de  $Q = 0.200 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Desde la progresiva 6+933.00 al 14+318.31 constituido por 7,335.31 ml canal circular de tubería HDPE NPT ISO 21138-2 de diámetro 500 mm; en los tramos de acueductos la línea de conducción tendrá un desarrollo de 50 m en tubería HDPE 4427 lisa de diámetro 500 mm para la construcción de 01 puentes acueductos de 12 metros.

#### Bocatoma

La bocatoma propuesta es de concreto armado y los muros de concreto  $f'c=350\text{kg}/\text{cm}^2$  mas acero de refuerzo de  $f_y=4200 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , se considera para la confección de esta estructura de captación la utilizar cemento del tipo HS en la totalidad de la estructura.

#### Desarenador.

El desarenador es de concreto  $f'c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$  mas acero de refuerzo de  $f_y=4200 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , en la confección de esta estructura se utilizará cemento tipo IP.

#### Canoas hidráulicas.

Confeccionadas en concreto armado  $F'c=210 \text{ Kg}/\text{cm}^2$  con superficie de piedra emboquillada.

#### Puentes Acueducto.

Son estructuras colgantes de cables, péndolas y apoyos de concreto armado.



#### **Disipadores Tipo Impacto.**

Son de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> mas acero de refuerzo de  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Buzones de Inspección**

Son de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> mas acero de refuerzo de  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### **VALOR DE REPOSICIÓN**

El monto de reposición del Canal Chiquitoma Calleraco alcanza el monto de US \$ 2'851,040.16 (Dos Millones Ochocientos Cincuenta y Un Mil Cuarenta con 16/100 dólares americanos).

#### **TIEMPO DE EJECUCIÓN**

En el año 2022

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA  
PROYECTO ESPECIAL  
Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de Tacna

ING. CARLOS EDUARDO ARTETA VALDERRAMA  
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA