REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA
INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS
OFICINA DE PROYECTOS DE AFIANZAMIENTO HIDRICO

CONVENIO PET - INRENA

ESTUDIO DE PERFIL DEL PROYECTO

ENCIMADO DE LA REPRESA JARUMAS

VOLUMEN II

ANEXO 2 : INGENIERIA DE ALTERNATIVAS

Lima, Diciembre del 2005

INDICE

Pág.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 1

1.1 ANTECEDENTES DE LA PRESA 1

1.2 OBRAS VINCULADAS 2

1.3 OBJETIVO 2

CAPÍTULO II: INFORMACIÓN BASICA 2

2.1 EXPEDIENTE TÉCNICO "OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REPRESAS JARUMAS Y CULARJAHUIRA" 2

2.2 ESTUDIO DE BATIMETRÍA DEL EMBALSE JARUMAS 3

2.3 TOPOGRAFÍA DE LA PRESA 3

2.4 HIDROLOGÍA 4

2.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 4

2.6 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE 4

2.6.1 Presa Jarumas 4

2.6.2 Aliviadero de demasías 4

2.6.3 Compuertas de servicio 5

2.6.4 Canal Quequesane 5

2.7 ENTORNO DE LA PRESA 5

2.7.1 Ubicación
5

2.7.2 Acceso
6

2.7.3 Topográficas
6

2.7.4 Climáticas
6

CAPÍTULO III: PLANEAMIENTO DE ALTERNATIVAS
6

3.1 NIVEL PROYECTADO DEL EMBALSE
6

3.2 ALTERNATIVAS DE ENCIMADO
6

3.3 OBRAS CONEXAS
7

CAPÍTULO IV: CRITERIOS DE DISEÑO
7

4.1 NIVEL DE ALMACENAMIENTO
7

4.2 NIVEL DE ENCIMADO
7

4.3 ALIVIADERO DE DEMASÍAS
7

4.4 COMPUERTAS DE SERVICIO
8

4.5 CANAL QUEQUESANE
8

CAPITULO V: DESCRIPCIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS
8

5.1 ENCIMADO CON PANTALLA DE CONCRETO
8

5.2 ENCIMADO CON GAVIONES
9

5.3 ADECUACIÓN DEL ALIVIADERO DE DEMASÍAS
9

5.4 REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE COMPUERTAS
9

5.5 MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CANAL QUEQUESANE
10

CAPÍTULO VI: PRESUPUESTOS
11

CAPÍTULO VII: PLAZO DE EJECUCIÓN
11

CAPÍTULO VIII: PLANOS
11

CAPÍTULO IX: REQUERIMIENTO PARA LA SIGUIENTE FASE DEL ESTUDIO
12

ANEXOS:
12

ANEXO 1: PRESUPUESTOS

ANEXO 2: METRADOS

ANEXO 3: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

ANEXO 4: PANEL DE FOTOS

ANEXO 5 PLANOS

ANEXO 6: EXPEDIENTE TÉCNICO “OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LA REPRESA JARUMAS Y CULARJAHUIRA”

ENCIMADO DE LA PRESA JARUMAS

INGENIERIA DE ALTERNATIVAS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES DE LA PRESA

La presa Jarumas data del año 1,985, con una capacidad de almacenamiento de 9 MMC, embalsando y regulando las aguas de las quebradas Jarumas y Quequesane, para la atención de las demandas de agua para riego de las localidades de Tarata y Ticaco.

El último estudio relacionado a la presa y obras conexas, se efectuó como parte del programa de atención a la emergencia ocasionada por el terremoto de junio del 2001, y consistió en el diagnóstico geotécnico del estado de las presas Jarumas y Colarjahuira, y la elaboración del expediente técnico definitivo de las obras para la rehabilitación de las referidas estructuras.

El mencionado estudio se materializó en el Expediente Técnico denominado "Obras de Rehabilitación de las presas Jarumas y Culardjahuira", en el que:

- Se concluye que la presa Jarumas está conformada por un núcleo central impermeable de arenas arcillosas de mediana plasticidad, con poca grava, con un grado de compactación aceptable, respaldado aguas arriba y aguas abajo con espaldones conformados por una transición fina, filtro, transición gruesa y enrocado. Al enrocado de aguas arriba después de arreglar la superficie exterior del enrocado el año 1996, se le ha impuesto una losa de concreto.

- Como resultado de los análisis de estabilidad en condiciones estáticas y dinámicas, este último con coeficientes sísmicos de 0.15 y 0.20g, se tienen coeficientes de seguridad por encima de los mínimos exigidos según el US Corp. of Engineers, y por lo tanto la presa es estable.

- De la prospección eléctrica, se registra una "anomalía en el núcleo impermeable"; sin embargo esta singularidad no es analizada a mayor detalle ni se propone ningún estudio posterior o tratamiento al respecto.

- Como trabajos de rehabilitación, sólo se propone trabajos de reemplazo de concreto y enchapados de roca deteriorados, tanto en el aliviadero como en el canal Quequesane, trabajos que fueron ejecutados en su oportunidad.

No habiéndose programado trabajos en el cuerpo de la presa, se induce que la referida anomalía del núcleo no afecta la estabilidad de la presa; por lo que para esta fase del estudio se toma como tal la información sobre la estabilidad de la presa, consignada en el mencionado expediente técnico. Sin embargo este tema deberá ser aclarado para la siguiente fase del estudio.

1.2 OBRAS VINCULADAS A LA PRESA

Vinculadas a la presa Jarumas, existen las siguientes obras conexas:

- Aliviadero de demasías
- Compuertas de servicio.
- Canal Quequesane.

1.3 OBJETIVO

El desarrollo a nivel de perfil de la ingeniería de las alternativas para encimar la presa, correspondiente a un incremento de la capacidad de almacenamiento de 3 MMC.

CAPÍTULO II: INFORMACIÓN BASICA

Se contó con información básica en diferentes disciplinas concurrentes al desarrollo de la ingeniería de los anteproyectos, siendo éstos:

2.1 EXPEDIENTE TÉCNICO "OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REPRESAS JARUMAS Y CULARJAHUIRA"

Ejecutado en diciembre del 2001 por el Consultor José Urteaga Cabrera, en virtud al Programa de atención a la emergencia ocasionada por el terremoto del 23 de junio del 2001.

Consistente en el diagnóstico geotécnico del estado de las presas Jarumas y Colarjahuira, y la elaboración del expediente técnico definitivo de las obras para la rehabilitación de las referidas estructuras.

A través de este estudio se tiene conocimiento de la sección transversal del cuerpo de la presa, el cual ha sido sometido a un análisis de estabilidad, cuyos resultados son los siguientes:

Factores de seguridad en la estabilidad de taludes		
Condiciones de análisis	Método simplificado de Bishop	Recomendado por US Corp of Engineers
Reservorio lleno y flujo establecido - Talud aguas abajo	1.60	1.50
Desembalse rápido - Talud aguas arriba	1.94	1.50
Con presencia de sismo - Talud aguas abajo: para a = 0.15g - Talud aguas abajo: para a = 0.20g	1.20 1.09	1.00 1.00

Obteniéndose coeficientes de seguridad por encima de lo mínimos exigidos según el US Corps of Engineers, y por lo tanto la presa es estable.

2.2 ESTUDIO DE BATIMETRÍA DEL EMBALSE JARUMAS

Ejecutado por la Gerencia de Estudios y Proyectos del Proyecto Especial Tacna, consta de:

- Plano de ubicación del embalse Jarumas
- Plano batimétrico y topográfico del vaso Jarumas
- Curvas Cota - Área - Volumen, mostrado en el siguiente cuadro:

COTA (msnm)	ALTURA (m)	ÁREA (m^2)	ÁREA (Km^2)	ÁREA PROMEDIO (m^2)	VOLUMEN PARCIAL (MMC)	VOLUMEN TOTAL (MMC)
4 492	0	0 000.00	0.0000	0 000.00	0.0000	0.0000
4 494	2	2 769.23	0.0028	1 384.61	0.0028	0.0028
4 496	4	10 335.71	0.0103	6 552.47	0.0131	0.0159
4 498	6	32 347.13	0.0323	21 341.42	0.0427	0.0586
4 500	8	140 031.78	0.1400	86 189.45	0.1724	0.2309
4 502	10	220 901.95	0.2209	180 466.86	0.3609	0.5919
4 504	12	323 928.79	0.3239	272 415.37	0.5448	1.1367
4 506	14	474 385.35	0.4744	399 157.07	0.7983	1.9350
4 508	16	624 773.11	0.6248	549 579.23	1.0992	3.0342
4 510	18	741 104.52	0.7411	682 938.81	1.3659	4.4001
4 512	20	837 713.42	0.8377	789 408.97	1.5788	5.9789
4 514	22	949 647.79	0.9496	893 680.60	1.7874	7.7662
4 516	24	1401 622.14	1.4016	1175 634.96	2.3513	10.1175
4 517	25	1695 649.42	1.6956	1548 635.78	1.5486	11.6661
4 518	26	2005 397.60	2.0054	1850 523.51	1.8505	13.5167

Nota: El aliviadero se encuentra a la cota 4516.18 m.s.n.m.

Condición	Nivel: msnm		Volumen MMC	
	Presa	Embalse	Total	Útil
Actual	4,518.45	4,516.18	10.4	9.0
Proyectada	4,520.50	4,518.00	13.5	12.0

2.3 TOPOGRAFÍA

Ejecutado por la Gerencia de Estudios y Proyectos del Proyecto Especial Tacna, consta de:

- Planta de la presa Jarumas
- Secciones Transversales

2.4 HIDROLOGÍA

De acuerdo al estudio hidrológico desarrollado en el Anexo de Hidrología del presente estudio, se tiene que para un periodo de retorno de 500 años corresponde:

- Caudal de ingreso al embalse : 77.6 m^3/s
- Caudal de vertimiento por aliviadero : 10.1 m^3/s
  (Para 20 m de longitud del vertedero)

2.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Las fuentes de abastecimiento de materiales de préstamo para el encimado de la presa, de acuerdo al expediente técnico "Obras de rehabilitación de las represas Jarumas y Culardjahuira", corresponden a las autorizadas durante la construcción de la presa.

En el referido expediente se consigna que, los agregados para concreto se obtendrán de la cantera denominada Cano, ubicada aproximadamente a 9 km de la presa y la roca del afloramiento de andesita, ubicada a aproximadamente 4 km.

2.6 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

2.6.1 Presa Jarumas

La presa Jarumas, es del tipo enrocado con núcleo central impermeable, provisto de transiciones y filtros entre el enrocado y el núcleo. El paramento aguas arriba presenta una losa de concreto.

Las principales características de la presa son:

- Nivel de coronación : 4,518.45 msnm
- Volumen útil : 9.0 MMC
- Longitud de coronación : 129.40 m
- Ancho de coronación : Variable de 5.7 a 6.20 m
- Talud aguas arriba : 1 V: 1.4 H
- Talud aguas abajo : 1 V: 1.7 H

2.6.2 Aliviadero de demasías

Conformado por un aliviadero lateral y su correspondiente canal de descarga

- Longitud del aliviadero : 20.90 m
- Nivel de vertimiento : 4,516.16 msnm
- Long. canal de descarga : 160 m
- Sección canal de descarga : 2.40 x 1.20 m

La zona del aliviadero y el canal de descarga en sus primeros 60 m se encuentran en buenas condiciones, el resto del canal de descarga presenta erosiones en el piso y en ambos muros hasta la entrega al cauce de la quebrada, con erosiones severas los últimos 20 m.

2.6.3 Compuertas de servicio

El abastecimiento de agua regulada es a través de un túnel de servicio ubicado en la margen derecha de la presa, controlado por dos compuertas, una de servicio y la otra de mantenimiento; accionadas desde una caseta alojada en la parte superior del pique que comunica a las compuertas.

Las compuertas se encuentran trabadas, no siendo factible su operación ni inspección, sobre el particular, el embalse se encuentra en pleno proceso de desembalse para las labores de inspección y evaluación.

A la fecha el PET viene elaborando el correspondiente expediente técnico para la rehabilitación del sistema de compuertas y mecanismos de izaje, condicionado a las nuevas cargas de servicio de acuerdo a los niveles de encimado de la presa Jarumas.

2.6.4 Canal Quequesane

Este canal deriva las aguas de la quebrada Quequesane al embalse de Jarumas para su almacenamiento y regulación, siendo sus características geométricas e hidráulicas las siguientes:

- Longitud del canal : 4,565.50 m
- Caudal de diseño : 3.0 m^3/s
- Pendiente longitudinal : 0.001 m/m
- Tipo de sección : Trapecial
- Material del piso : Concreto simple
- Material de taludes : Mampostería de piedra
- Base menor : 1.65 m
- Altura : 1.40 m
- Talud de muros : Z = 0.5

El canal presenta colmatación en una longitud aproximada de 1.5 km, deterioro de los taludes en una longitud de 2,813 m, asimismo los muros de encauzamiento de la bocatoma han quedado burladas por las crecidas de la quebrada.

Al respecto, en junio del 2005 el PET elaboró el Expediente Técnico “Mantenimiento y Rehabilitación Canal Quequesane”, para lograr la operatividad del canal; el mismo que es detallado en el Anexo 6.

2.7 ENTORNO DE LA PRESA

2.7.1 Ubicación:

La presa, está emplazada al norte del pueblo Tarata, en la cuenca del río Jarumas a una altitud de 4,518.50 msnm.

Políticamente se encuentra en la jurisdicción del distrito Tarata, Provincia de Tarata, Región Tacna; siendo sus coordenadas:

Latitud Norte : 8 079 800 N

Longitud Este : 399 450 E

2.7.2 Acceso:

Es accesible por la vía interprovincial Tacna Tarata y de ésta por la vía Tarata Candarave hasta el desvío de Capazo, Living, Chuapalca que lleva a la zona de Jarumas. Se encuentra a dos horas de viaje en camioneta desde la ciudad de Tarata y a 4 horas de la ciudad de Tacna.

2.7.3 Topográficas:

- Altitud: 4,518 msnm
- Topografía: ondulada

2.7.4 Climáticas:

- Temperatura: - 5º C a 30º C
- Precipitación: Promedio anual 250 mm

CAPÍTULO III: PLANEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

3.4 NIVEL PROYECTADO DE EMBALSE

La capacidad útil de almacenamiento del embalse será incrementado en 3 MMC, de los 9 MMC actuales a los 12 MMC requeridos.

Para el requerimiento del nuevo volumen de almacenamiento de 12 MMC, y de acuerdo a la curva nivel - volumen determinado en el estudio de batimetría del embalse, corresponde un nivel de almacenamiento de 4,518.00 m.

3.5 ALTERNATIVAS DE ENCIMADO

El incremento de la capacidad del embalse se logrará mediante el encimado de la presa, al nivel correspondiente al nuevo volumen de almacenamiento requerido, por lo que las alternativas se identifican desde el punto de vista constructivo y de los materiales a emplearse para el encimado.

Las alternativas identificadas son:

- Alternativa A: Encimado con pantalla de concreto
- Alternativa B: Encimado con gaviones.

3.6 OBRAS CONEXAS

Las obras conexas asociadas a la presa Jarumas, conformadas por el aliviadero de demasías, las compuertas de servicio y el canal Quequesane, son estructuras comunes a las alternativas de encimado de la presa.

Estas no presentan alternativas y le corresponde su adecuación a las nuevas condiciones de trabajo.

CAPÍTULO IV: CRITERIOS DE DISEÑO

4.6 NIVEL DE ALMACENAMIENTO

Para el almacenamiento de los 12 MMC requeridos, de acuerdo a la curva altura volumen del embalse, corresponde un nivel de almacenamiento de 4,518.00 m, denominado NAMO (Nivel de Aguas Máximo Ordinario); a partir del cual el agua vierte por el vertedero de demasías.

4.7 NIVEL DEL ENCIMADO

El nivel de encimado de la presa corresponde al nivel del NAMO 4,518 msnm más las alturas correspondiente a:

- Carga de agua en el vertedero: 0.50 m para una longitud de vertedero de 20 m y un caudal de avenida de 77.6 m^3/s para un periodo de retorno de 500 años.
- Altura de oleaje: 1.50 m para una longitud de fetch de 2.5 km.
- Borde libre: Asumido en 0.50 m.

Por tanto, el nuevo nivel de la presa Jarumas se ha definido en 4,520.50 msnm, teniéndose un encimado de 2.0 m por encima del nivel actual de la corona de la presa.

El encimado de 2.00 m genera aproximadamente un incremento del 10% en las condiciones actuales de trabajo de la presa, que pueden ser absorbidas por la sección actual; dado que los coeficientes de seguridad obtenidos en el Expediente Técnico “Obras de Rehabilitación de las represas Jarumas y Culardjahuira” muestran resultados para la presa Jarumas por encima de los mínimos recomendados por el U.S. Corp. of Engineers.

El encimado propuesto deberá mantener la continuidad de la impermeabilidad del núcleo de la presa.

4.8 ALIVIADERO DE DEMASÍAS

Por consideraciones topográficas y de cercanía a la caseta de mando de las compuertas de servicio, esta estructura tendrá la misma ubicación; correspondiéndole su remodelación y adecuación a las nuevas condiciones de trabajo:

- Nuevo nivel de vertimiento: 4,518.00 msnm.

- Canal de descarga aguas arriba de la presa: Tramo a ser remodelado en conducto cerrado desde la zona de vertimiento hasta cruzar la presa.

- Canal de descarga aguas abajo de la presa: Rehabilitación del tramo de entrega al cauce de quebrada y reparación de los tramos erosionados.

4.4 COMPUERTAS DE SERVICIO

Las dos compuertas de servicio, los mecanismos de izaje y caseta de operación, serán rehabilitadas y acondicionadas de acuerdo a los nuevos niveles de embalse y encimado de la presa.

El correspondiente expediente técnico será proporcionado por el PET e incorporado al presente perfil.

4.5 CANAL QUEQUESANE

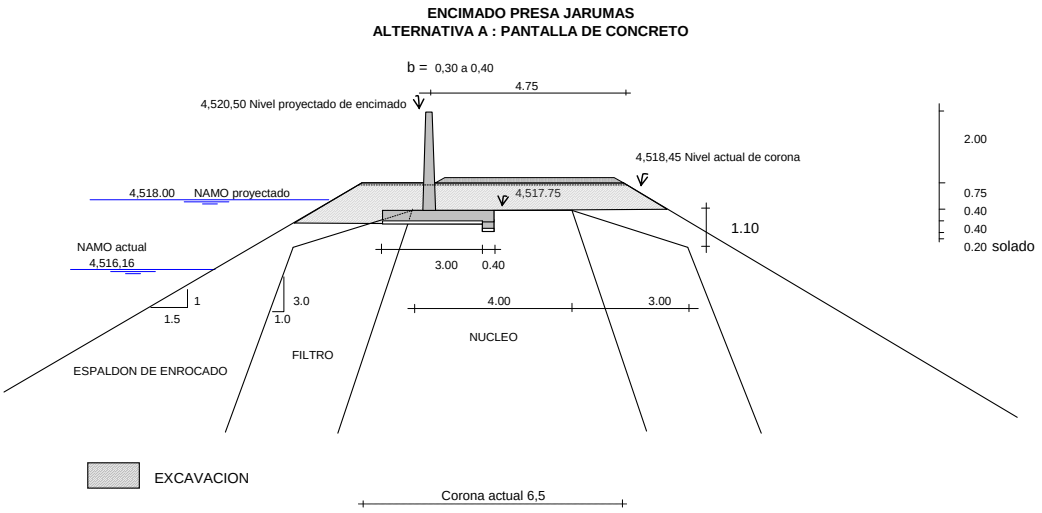
Este canal será rehabilitado, el correspondiente expediente técnico ha sido desarrollado por el PET, cuya información se ha incorporado en el presente perfil.

CAPITULO V: DESCRIPCIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS

5.6 ALTERNATIVA A: ENCIMADO CON PANTALLA DE CONCRETO

Comprende una pantalla de concreto armado, implantada en la corona de la presa por encima del núcleo, de modo de empalmar con el núcleo y mantener la continuidad de la impermeabilidad de la presa.

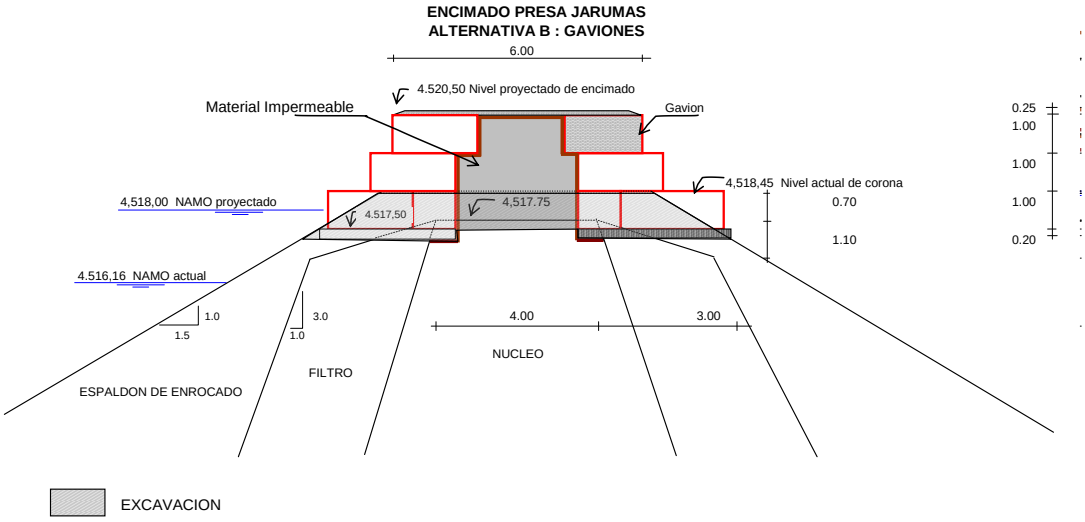
- Longitud de encimado : 164.0 m
- Altura Total : 3.0 m
- Sección : Variable de 0.30 a 0.40 m



5.2 ALTERNATIVA B: ENCIMADO CON GAVIONES

Comprende un cuerpo conformado por gaviones alrededor de un núcleo central de material impermeable, de modo de empalmar con el núcleo y mantener la continuidad de la impermeabilidad de la presa.

- Longitud de encimado : 164.0 m
- Altura Total : 3.0 m
- Sección : Variable de 6.00 a 9.00 m



5.3 ADECUACIÓN DEL ALIVIADERO DE DEMASÍAS

Consiste en la remodelación del aliviadero, mediante las siguientes obras:

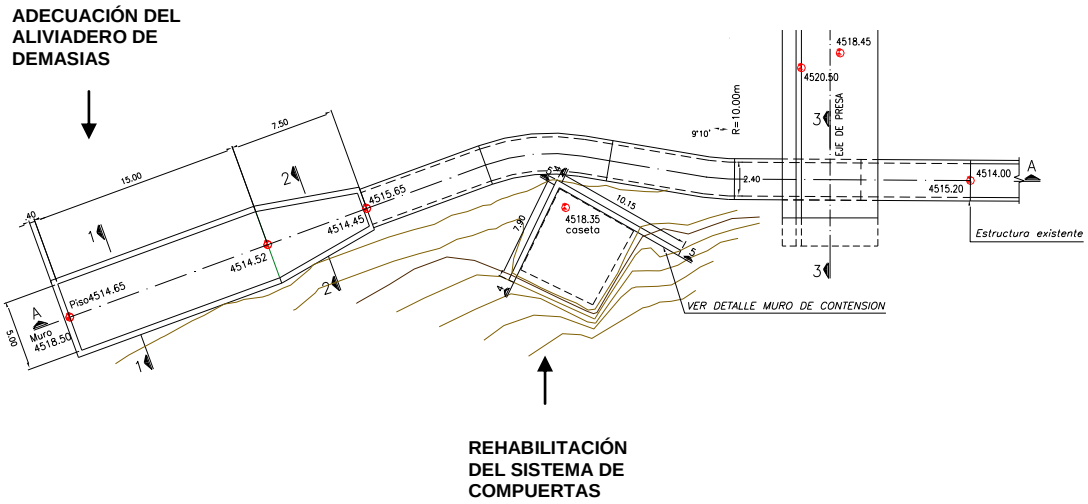
- Demolición del vertedero actual y del canal de descarga en el tramo correspondiente hasta el cruce del cuerpo de la presa.
- Nuevo vertedero de concreto armado, de longitud 20 m y nivel de vertimiento 4,518.00 msnm.
- Tramo de conducto cubierto de concreto armado, desde el vertedor hasta cruzar el cuerpo de la presa.
- Reparación de los tramos erosionados.

5.4 REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE COMPUERTAS

Comprende la adecuación del sistema de compuertas para el nivel de embalse 4,518.00 msnm:

- Desmontaje de las compuertas y mecanismo de izaje existentes.
- Suministro e instalación de nuevas compuertas de servicio y sus correspondientes mecanismos de izaje.

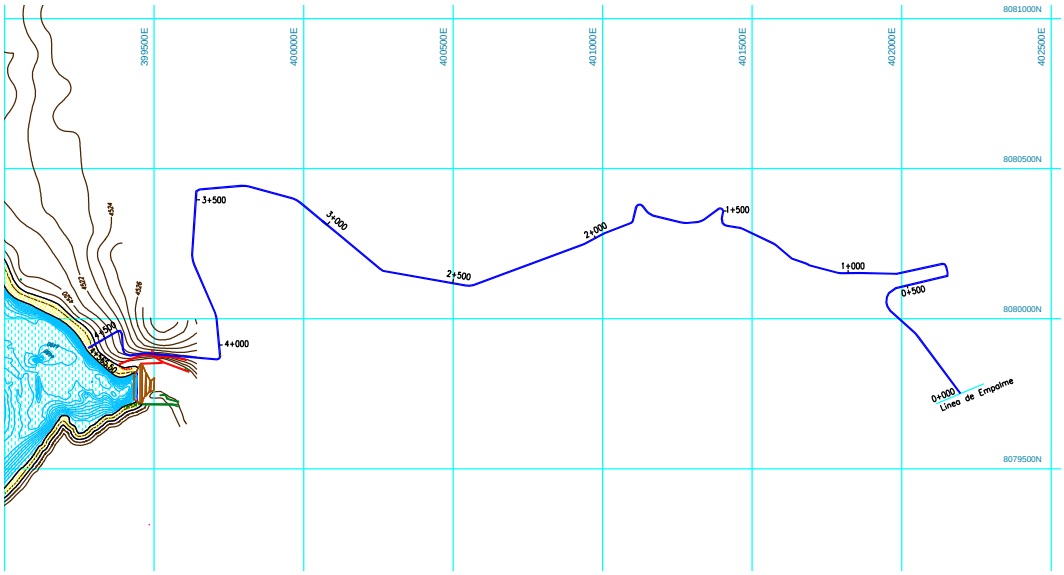
- Muros de confinamiento con nivel de coronación 4,520.5 msnm para aislar la caseta de mando en su nivel actual.
- Reparación de las obras civiles de la caseta de mando.



5.5 MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN CANAL QUEQUESANE

Comprende la ejecución de los siguientes trabajos:

- Descolmatación de 1.5 de canal.
- Reemplazo de 100 metros lineales de piso.
- Remoción y reparación de 2,813 metros lineales de mampostería de los taludes.
- Ampliación de dos aleros de encauzamiento de la bocatoma en la quebrada Quequesane.



REHABILITACIÓN CANAL QUEQUESANE

CAPÍTULO VI: PRESUPUESTOS

Los presupuestos de las alternativas de encimado son:

Concepto	Costo (S/.) por Alternativa	
	A: Pantalla de Concreto	B: Gaviones
1. Costo Directo	1¨885,091.55	1´944,230.61
2. Gastos Generales (15%)	278,263.73	291,634.59
3. Utilidad (10%)	185,509.16	194,423,06
4. Sub Total	2´318,864.44	2´430,288.26
5. IGV (19%)	440,584.24	461,754.77
6. Total	**2´759,448.68**	**2´892,043.03**

CAPÍTULO VII: PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo para la ejecución de las obras propuestas, es de doscientos diez (210) días calendario.

CAPÍTULO VIII: PLANOS

Nº	Denominación	Escala
01	Esquema de Obras Proyectadas	1:10,000
02	Topografía - Batimetría del embalse Jarumas	1:12,500
03	Topografía presa Jarumas - Planta	1:1,000
04	Alternativa A: Encimado con pantalla de concreto Topografía - Planta	1:1,000
05	Alternativa A: Encimado con pantalla de concreto Sección longitudinal y transversales	1:1,000
06	Alternativa A: Encimado con pantalla de concreto Aliviadero - Planta y sección longitudinal	1:250
07	Alternativa A: Encimado con pantalla de concreto Aliviadero - Secciones transversales	1:100
08	Alternativa B: Encimado con gaviones Topografía - Planta	1:1,000
09	Alternativa B: Encimado con gaviones Sección longitudinal y transversales	1:1,000
10	Alternativa B: Encimado con gaviones Aliviadero - Planta y sección longitudinal	1:250
11	Alternativa B: Encimado con gaviones Aliviadero - Secciones transversales	1:100

CAPÍTULO IX: REQUERIMIENTO PARA LA SIGUIENTE FASE DEL ESTUDIO

Para la siguiente fase del estudio, se requiere:

- Ejecución de un programa de investigación geomecánica de los materiales de construcción
- Expediente técnico referido a la rehabilitación de las compuertas de servicio y obras civiles.

ANEXOS

ANEXO 1: PRESUPUESTOS

ANEXO 2: METRADOS

ANEXO 3: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

ANEXO 4: PANEL DE FOTOS

ANEXO 5 PLANOS

ANEXO 6: EXPEDIENTE TÉCNICO “OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LA REPRESA JARUMAS Y CULARJAHUIRA”