REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA
INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS
OFICINA DE PROYECTOS DE AFIANZAMIENTO HIDRICO

P E R F I L

PROYECTO AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS

VOLUMEN III
INGENIERIA DEL PROYECTO

Anexo 3: Infraestructura de Riego
Anexo 3.1: Infraestructura mayor de riego

Lima, Abril del 2007

P E R F I L
PROYECTO AFIANZAMIENTO HIDRICO VALLE DE CUNAS
VOLUMEN III: INGENIERIA DEL PROYECTO
ANEXO 3.0 – INFRAESTRUCTURA DE RIEGO
Anexo 3.1 – Infraestructura Mayor de Riego

ESTADO ACTUAL

El río Cunas, tributario del río Mantaro, principal fuente hídrica de la irrigación, cuya superficie en el cono de deyección se extiende hacia ambas márgenes, entre los niveles del río 3 400 al 3 200 msnm, presenta un área física actual de 12 826ha, correspondiendo a la margen derecha 7 061ha entre las localidades de Ahuac, Ascos, Chupaca y Chongos Bajo y en la margen izquierda 5 765 ha entre Huachac, Sicaya y Pilcomayo.

Actualmente la irrigación Cunas dispone de una infraestructura de riego por gravedad, mediante la cual cubre el riego de 8 711 ha, de las cuales 5 355 ha se ubican en la margen derecha y 3 356 ha en la margen izquierda, aprovechando el agua de escorrentía que produce la sub cuenca, cuya infraestructura está constituida principalmente por dos obras de derivación o bocatomas denominadas Angasmayo y Huarisca, ubicadas en el cauce del río Cunas, en la cabecera de la irrigación aproximadamente a la cota 3 420 msnm, y 3 290 msnm respectivamente, a partir de las cuales se distribuye el caudal de servicio hacia la margen izquierda y derecha respectivamente. Adicionando 4 113 ha al cultivo con secano, correspondiendo 1 705 a la margen derecha y 2 400 a la margen izquierda. Observando que ambas estructuras en general vienen realizando una inadecuada operación de captación y derivación, con algunos inconvenientes en la aproximación del caudal liquido, manejo de los sólidos y operación de compuertas, factores que perturban la garantía de captación, debido principalmente a la falta de algunos elementos hidráulicos que se complementen con la obra existente y el deficiente sistema mecánico de compuertas para realizar la operación de limpia y captación.

Por otro lado, en el ámbito de la irrigación se observa la operación de una mini central hidroeléctrica, que se interconecta al sistema eléctrico nacional, la cual se ubica en la margen izquierda del río a la altura de la bocatoma Huarisca, la que es abastecida con un caudal medio de 2.5 m3/s a través del canal de conducción que se origina en la bocatoma Angasmayo, entregando el caudal turbinado al cauce del río inmediatamente aguas arriba de la bocatoma Huarisca, para luego ser captado y derivado hacia la margen derecha.

La irrigación cuenta con una infraestructura de conducción principal, la cual se observa se encuentra en general funcionando de manera deficiente, debido principalmente a la escasa disponibilidad de obras hidráulicas necesarias en el sistema de riego actual, propicias para conducir, distribuir y controlar el caudal derivado, así como al mal estado que presentan las obras de conducción en gran parte de su desarrollo por falta de trabajos de mantenimiento y existencia de tramos de canal sin revestimiento. Asimismo el sistema de riego dispone de una red de conducción secundaria en canal, de sección hidráulica en tierra. La infraestructura de riego actual esta constituida principalmente por las siguientes obras:

- Margen Izquierda: Bocatoma Angasmayo y Canal principal Angasmayo Sicaya de aproximadamente 15 km de longitud.
- Margen Derecha: Bocatoma Huarisca y Canal principal Huarisca Huayacancha de aproximadamente 4.8 km de longitud.

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Las alternativas de solución, expuestas para análisis, estan orientadas a posibilitar el afianzamiento hídrico, de las áreas agrícolas actuales y nuevas en un total de 15 000 has

netas, ubicadas en el ámbito del valle del río Cunas, aprovechando la disponibilidad de los recursos hídricos de la cuenca, mediante la disposición de reservorios de regulación estacional a ubicar en la cabecera del valle, adicionando al esquema hidráulico, la infraestructura principal existente mejorada y las obras complementarias necesarias para la operación del sistema de riego.

Las alternativas se proyectan en base a la información obtenida, especialmente la incluida en el Estudio de Factibilidad Regulación de las Subcuencas de los Ríos Cunas y Vilca, elaborado por la Consultora CESEL S.A. en Abril del 2 000, relacionada principalmente con las especialidades de topografía, hidrología, geología, geotecnia y diseño, dirigidas al ámbito del proyecto y de manera particular a la zona de emplazamiento y diseño de la presa Yanacocha.

Complementariamente, el presente estudio genero la información hidrológica necesaria, extendiendo la serie histórica con registros de los últimos años, utilizada para el cálculo de la producción hídrica en cada uno de los sitios de cierre propuestos, determinando en el eje de presa Achipampa una masa de agua promedio anual de 100 MMC y para Yanacocha 215 MMC.

El planeamiento de alternativas, contempla la identificación de posibles vasos naturales y sitios de cierre, que presenten características morfológicas adecuadas para conformación de reservorios de almacenamiento y regulación, ubicándose uno de los ejes de cierre en la naciente del río Cunas a la cota 3 700 msnm, en la provincia de Chupaca, denominado Achipampa y el otro eje de presa aguas abajo de la confluencia con la quebrada Mitulluyoc aproximadamente a la cota 3 446 msnm, en la provincia de La Concepción, denominado Yanacocha; a fin de aprovechar, en ambos casos las condiciones naturales que presentan estos sitios, para emplazamiento del cuerpo de presa, obras provisionales para desvío y otras obras de seguridad.

Señalado que el eje de presa Yanacocha se considera por razones coyunturales, debido a que este sitio de cierre fuera incluido anteriormente en el estudio de factibilidad desarrollado por CESEL, contando con la mayor densidad de pruebas e investigaciones geotécnicas realizadas en el cauce y diseño del cuerpo de presa. Solución técnica que se adecua a las condiciones del presente proyecto para comparar con la alternativa de presa Achipampa.

Así, el presente proyecto se elaboró sobre la base de la determinación de los posibles sitios de presa Achipampa y Yanacocha, la producción de agua en la subcuenca y volumen de agua requerida para cubrir las necesidades de riego de 15 000 ha netas consideradas, analizando las soluciones de ambos reservorios con capacidad para almacenar en estos 70 y 30 MMC útiles, para diferentes garantías de riego.

- Alternativa I: Presa de Regulación Yanacocha 30.0 MMC, útiles y 45.0 MMC totales, con una garantía de riego de 86.3%.
- Alternativa I-A: Presa de Regulación Yanacocha 70.0 MMC, útiles y 85.0 MMC totales, con una garantía de riego de 97.7%.
- Alternativa II: Presa de Regulación Achipampa para 30.0 MMC, útiles y 37.0 MMC totales, con una garantía de riego de 79.6 %
- Alternativa II-A: Presa de Regulación Achipampa para 70.0 MMC, útiles y 77.0 MMC totales, con una garantía de riego de 96.8 %

CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios seguidos para desarrollo de los esquemas propuestos, tienen en cuenta las particularidades para cada tipo de obra, principalmente las obras de almacenamiento y regulación, captación o bocatoma, conducciones principales y obras de arte especiales como sifones y conductos cubiertos para cruce de quebradas.

A CRITERIOS GENERALES PARA DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN DEL CUERPO DE PRESA

- Se tiene en cuenta las condiciones morfológicas que presentan las zonas de la boquilla y características de los materiales que conforman la sección de cierre (estribos y cauce), principalmente desde el punto de vista de permeabilidad y capacidad de sustentación. En el caso del cuerpo de presa Yanacocha, se toma en cuenta las características de la sección de cierre adoptada en el estudio presentado por CESEL S.A.

- Identificación de los materiales que existen en las proximidades de la zona de la boquilla, con posibilidades de utilizar en la conformación de los rellenos que den forma a la sección del cuerpo de presa. Para la presa Yanacocha, se prevé utilizar material impermeable de la cantera La Colpa ubicada a una distancia 2.0 km, para filtros y agregados de concreto de la cantera Yanacocha distante a 2.0 km, para roca de la cantera CR-Y-01 a 2.0 km y material para espaldones a 1.0 km. Para la presa Achipampa, se prevé obtener material impermeable de canteras cercanas a las localidades de Cachi y Yanacanchi ubicadas aproximadamente a 10.0 km de la presa, material de filtro roca y agregado para concreto de los depósitos aluviales del fondo del valle adyacentes al eje de presa distante a 2.0 km y para espaldones desde 1.0 km.

- El talud del núcleo impermeable en la base, tanto para aguas arriba como para aguas abajo será de 1:1 (H:V), asegurando un buen empotramiento con la cimentación, procurando un mayor recorrido del flujo.

- El talud del núcleo impermeable en el cuerpo de presa se proyecta de 0.25:1 (H:V), con ancho de corona 6.0m, asegurando el comportamiento impermeable de la pantalla desde el nivel de la fundación.

- Los espaldones a conformarse con gravas arenosas darán estabilidad al cuerpo de presa y permitirán una rápida disipación de la presión de poros debido a su alta permeabilidad, en beneficio de la estabilidad desminuyendo las necesidades de filtros intermedios o zonas de transición para el control de la migración de partículas entre el núcleo y los espaldones.

- El talud exterior de los espaldones en la presa de tierra con núcleo impermeable, será aguas abajo de 2.0:1(H:V) y aguas arriba 2.5:1(H:V), debiendo protegerse estos con la cobertura de material de rip –rap, apoyado sobre el talud de los espaldones, de 0.50 m de espesor. En el caso de la presa de tierra con pantalla de concreto el talud aguas abajo y aguas arriba será 2.0:1(H:V)

- Para la definición de la altura del borde libre, se considera que el vaso no presenta zonas inestables, disminuyendo las posibilidades de deslizamientos como causa de generación de oleajes, por lo que la determinación del borde libre se obtiene básicamente en función de la ocasionada por el viento.

- Se asume una velocidad máxima de viento de 80 km /h en dirección normal al emplazamiento del eje de presa, debido a que no se dispone de mediciones en la zona. El fetch obtenido es aproximadamente de 1.8 km, sobre el que actuará la velocidad del viento.

- La determinación del ancho de corona se obtuvo, con la aplicación de las siguientes expresiones teóricas, considerando una altura máxima de presa de 40 y 50 m.

B CRITERIOS ESPECÍFICOS PARA FORMULACIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS DE PRESA

B.1 Propuesta de Tratamiento de la Fundación

La propuesta de solución del cuerpo de presa Yanacocha, tiene en cuenta la información e interpretación geotécnica detallada, presentada en el estudio realizado por CESEL, en base a los materiales depositados en la zona de fundación. Considerando los siguientes aspectos geotécnicos:

- Cubierta extremadamente profunda de material no rocoso en el cauce del río y especialmente en la margen izquierda del río.
- Alta permeabilidad de los depósitos en el cauce actual y el cauce antiguo del río.
- La permeabilidad potencial de los estribos rocosos, posiblemente ampliada por fenómenos cársticos.
- La estabilidad crítica del depósito proveniente de un antiguo deslizamiento, que cubre actualmente una zona del estribo izquierdo, desde unos 600 m aguas arriba del eje de la presa Yanacocha.
- El posible peligro de liquefacción, de una de las capas limosas dentro del material aluvial o lacustre en el río, en caso de fenómenos sísmicos.

En procura de mejorar las condiciones naturales de la permeabilidad en las zonas de la boquilla, se propone ejecutar una amplia pantalla de cimentación, inclusive en los dos estribos del valle.

Por otro lado en ambas zonas de presa, la estabilidad del material no rocoso en la zona de deslizamiento, aguas arriba de la presa en la margen izquierda, se mejorará por descarga de la parte superior. Lo mismo se recargará el área del cauce del río entre la ataguía aguas arriba y el cuerpo de presa. De esta manera se evitarán en esta área futuros deslizamientos como resultado del embalse.

En el caso del cuerpo de presa Achipampa, la cortina de impermeabilización se plantea de conformación similar a la solución determinada para la presa Yanacocha, en base a la información geológica superficial generada.

B.2 Aliviadero de Excedencias

El aliviadero de excedencias se plantea fuera del cuerpo de presa, del tipo Morning Glory, para trabajar a descarga libre, por ser la solución que mejor se adecua a la topografía. Estructura de alivio, cuya capacidad permitiría transitar por el vertedero el caudal resultante de la avenida máxima instantánea equivalente a un periodo de retorno de mil años, considerando el efecto de amortiguación del embalse por laminación.

B.3 Obra de Toma

Esta obra permitirá realizar el manejo del volumen de agua almacenada en el reservorio, prevista para ser emplazada en el cuerpo de presa al nivel mínimo de operación, conformada principalmente por una bocal de captación, túnel de conducción, sistema de compuertas, portal de salida y poza de amortiguación de energía. El dimensionamiento se proyectó en función del caudal máximo requerido para cubrir la demanda de agua del valle, igual a 14.0 m^3/s.

C CRITERIOS PARA MEJORAMIENTO DE LA CAPTACIÓN Y CONDUCCION

C.1 De la Captación

- El planeamiento contempla conformar cada una de las soluciones propuestas, integrando a estas, las obras de captación existentes Angasmayo y Huarisca, mediante ejecución de obras para mejoramiento y ampliación de la capacidad de captación, adecuando los elementos que la conforman, a fin de garantizar la eficiencia de operación, siguiendo los criterios técnicos usuales en ingeniería para proyectos similares.

- La avenida máxima de diseño considerada es de 280 m3/s, valor equivalente a un período de retorno de 50 años, la que transitará de manera combinada a través de los barrajes móvil y fijo.
- El caudal máximo de diseño, a ser captado por rebose a través de las ventanas de captación en Angasmayo y Huarisca, se ha definido en 9.5 m3/s y 6.5 m3/s. Para controlar el ingreso de sólidos en suspensión y arrastre a través de la ventana de captación, se ha previsto un canal de limpia gruesa, ubicado frente a las ventanas de captación.
- Estará conformada por las siguientes obras principales: barrajes fijo y móvil, muros de encauzamiento aguas arriba, losa de fondo aguas arriba de la captación y canal de limpia, puente de maniobras, obras de protección del piso en la losa existente, enrocado pesado colocado aguas abajo y diques de protección en ambas márgenes. Asimismo, se considera el reemplazo del sistema de compuertas e izaje para la operación de regulación y limpia.

C.2 De la Conducción

- El proyecto considera, mejorar las conducciones existentes, Angasmayo Sicaya y Huarisca Huallacancha, obras de conducción en canal, cuya sección se encuentre revestida con concreto o enchapada de piedra, adecuándolas a las nuevas condiciones de capacidad y estabilidad, integrándolas a los esquemas de solución.
- En general, las excavaciones para la fundación de la sección hidráulica del canal, toma en cuenta la clasificación del material indicado en el estudio geológico, como material suelto, roca suelta y roca fija, representativos de cada uno de los tramos. El talud de excavación de la caja se adopta en 1:1 (V :H) y de la plataforma1:0.5 (V :H)
- La sección hidráulica de las conducciones se proyectan totalmente en corte, pudiendo el camino de acceso proyectarse en relleno con talud 1:1.5 (V:H).
- Camino de mantenimiento con material lastrado de 3.60 m de ancho, constituido por una capa de material de grava de 0.15 m de espesor a lo largo del canal,

DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS

A continuación se describe el conjunto de obras que conforman las alternativas de solución propuestas, planteadas en los esquemas de regulación denominados Yanacoha I y 1-A, y Achipampa II y II-A; con la finalidad de atender el riego de 15 000 has netas.

A ALTERNATIVA I y I-A: REGULACION YANACOCHA

El análisis hidrológico de la subcuenca Cunas, determino que la producción hídrica en el eje de presa Yanacocha a la cota 3 446 msnm, alcanza un volumen promedio anual de 215 MMC; recurso que se prevé aprovechar mediante el emplazamiento de obras de almacenamiento y regulación en el sitio de Yanacocha; para lo cual se proyecta un tipo de presa de tierra para dos alturas, con capacidad para contener un volumen útil de 30 y 70.0 MMC y volumen muerto para sedimentos 15.0 MMC calculado para un periodo de vida útil de 50 años, conteniendo un volumen total de 45 y 85.0 MMC respectivamente, ambas con capacidad prevista para cubrir la demanda de agua para riego de 15 000 ha netas, con una garantía de riego del 86.3 % y 97.7%, considerando el servicio priorizado de 6 058 ha actuales desarrolladas bajo riego.

De la curva área volumen, se obtiene valores de niveles relacionados con los volúmenes de almacenamiento, así para 30 MMC y 70 MMC, corresponde al nivel normal de operación del embalse las cotas 3 473.50 msnm y 3 483.90 msnm, la que incrementada en 5.5 m de altura por carga de agua mas borde libre alcanzan las cotas de corona 3479.00 msnm y 3 489.40 msnm respectivamente.

Para la operación de los sistema de regulación, se prevé soltar al cauce del río Cunas un caudal máximo regulado de 14.0 m3/s, para luego ser captado aguas abajo en las

bocatomas existentes Angasmayo a la cota 3 420 y Huariscas a la cota 3 290 msnm y derivar el caudal hacia ambas márgenes.

Señalando que el sitio presenta características morfológicas con posibilidades de emplazar una presa de relleno con núcleo central impermeable y espaldones de enrocado, de 36.5 m y 46.90 m de altura, adicionando a estas, obras de carácter temporal, como ataguías primaria y secundaria, túnel de desvío y obras de seguridad como aliviadero tipo Mornin Glori para eliminación de un caudal máximo de excedencias de 495 m3/s, equivalente a un periodo de retorno de 1 000 años.

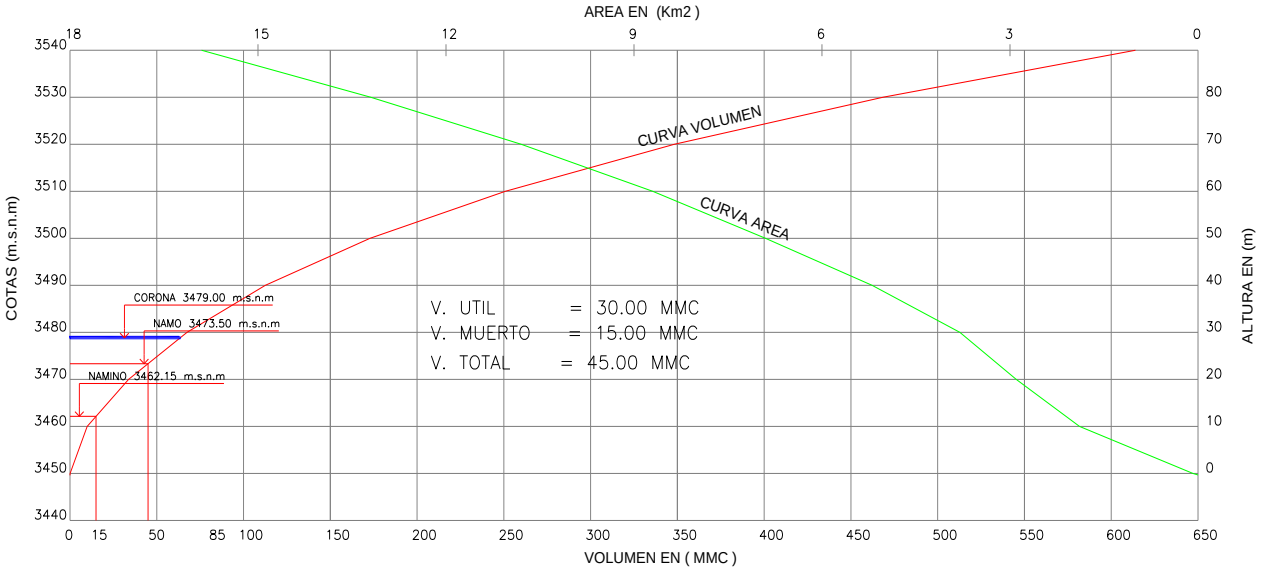
El núcleo de la presa se cimentará sobre los suelos lacustres, atravesando la capa superficial permeable de gravas y arenas. Asimismo el sector del muro diafragma de concreto plástico, se proyecta para ser conformado con arcillas de mediana plasticidad.

La sección del cuerpo de presa se prevé conformada por un núcleo central que se extiende hacia el pie de aguas arriba, para alojar el cabezal del muro diafragma. El núcleo estará protegido por dos capas de filtros en el talud de aguas arriba y por dos filtros y una capa de transición en la cara de aguas abajo. Completa la sección de la presa los espaldones de aguas arriba y aguas abajo, conformados por fragmentos de rocas. Finalmente la cara aguas arriba estará protegida con rip – rap.

Los espaldones de la presa de relleno, que podrán ser de enrocado, serán ubicados principalmente sobre los depósitos aluviales con un mínimo de excavación de la capa superior. Asentamientos no muy grandes en los espaldones no pondrán en peligro la integridad de la presa. La ubicación del muro diafragma proyectado en el pie de aguas arriba, tiene por objeto disponer de una superficie desde donde se pueda efectuar trabajos de perforación e inyectado a través de la cimentación, considerando que en el futuro se podrán requerir trabajos complementarios de impermeabilización.

Las obras conexas de la presa de relleno como, túnel de desvío, descarga de fondo, aliviadero, se colocarán en el estribo derecho sobre condiciones geotécnicas aceptables y con un mínimo de excavaciones del suelo

Gráfico Nº 01 Curva Área Volumen Yanacocha 30 MMC Utiles

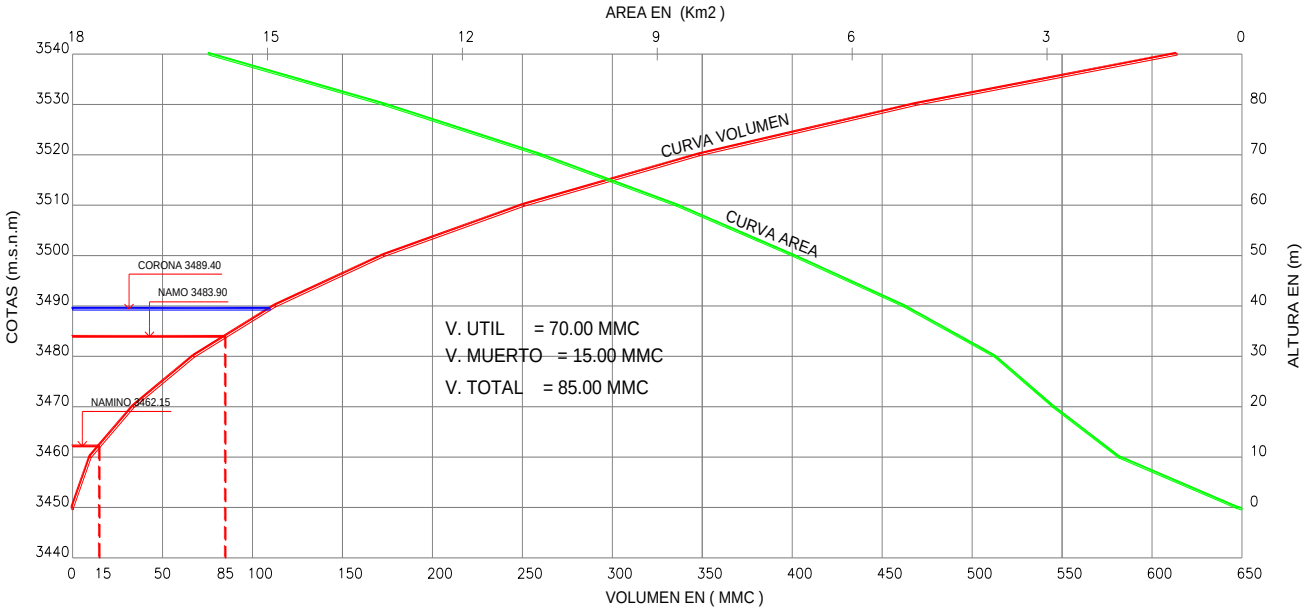


<u>Características del reservorio Yanacocha 30 MMC</u>

- Operación .....Almacenamiento y regulación
- Nivel de corona .....3 479.00 msnm
- Nivel normal de operación.....3 473.50 msnm
- Nivel máximo de sedimentos .....3 462.15 msnm
- Nivel del cauce .....3 449.00 msnm

- Longitud de la presa (corona) ..... 300.00 m
- Altura de presa ..... 36.50 m
- Ancho de la corona ..... 10.00 m
- Volumen útil .....30.00 MMC
- Volumen de sedimentos (Tr = 50 años) .....15.00 MMC
- Caudal máximo de servicio ..... 13.00 m^3/s

Gráfico Nº 02 Curva Área Volumen Yanacocha 70 MMC Utiles



Características del reservorio Yanacocha 70 MMC

- Operación .....Almacenamiento y regulación
- Nivel de corona .....3 489.40 msnm
- Nivel normal de operación.....3 483.90 msnm
- Nivel máximo de sedimentos .....3 462.15 msnm
- Nivel del cauce .....3 449.00 msnm
- Longitud de la presa (corona) ..... 323.00 m
- Altura de presa ..... 46.90 m
- Ancho de la corona ..... 10.00 m
- Volumen útil .....70.00 MMC
- Volumen de sedimentos (Tr = 50 años) .....15.00 MMC
- Caudal máximo de servicio ..... 13.00 m^3/s

A.1 Obras de Captación y Derivación Margen Izquierda: Bocatoma Angasmayo

- Como se indica en el planeamiento, el presente proyecto contempla, el mejoramiento y ampliación de la obra de captación existente Angasmayo, ubicada en el cauce del rúo Cunas aproximadamente a la cota 3 420 msnm, con bocal de derivación en la margen izquierda. Estructura común que se prevé formará parte de cada una de las alternativas de solución planteadas, para atender principalmente las áreas actualmente cultivadas, considerando realizar el mejoramiento y ampliación de los elementos que la conforman, a fin de asegurar la estabilidad de la obra y la eficiencia en la operación de captación, incidiendo en la bocal de captación, barraje móvil y barraje fijo, para garantizar la derivación de un caudal máximo de 9.50 m3/s y capacidad para transitar a través de la bocatoma un caudal máximo de 280 m3/s equivalente a un periodo de retorno de 50 años.

Características de las obras de Bocatoma Angasmayo

- Caudal de captación.....9.50 m3/s
- Caudal de alivio, para Tr 50 años.....280.00 m3/s
- Ancho de la bocatoma ..... 20.00 m
- Longitud del barraje fijo ..... 20.00 m
- Longitud poza disipadora ..... 26.00 m
- Ancho poza disipadora ..... 20.00 m
- Ancho canal de limpia ..... 3.80 m
- Longitud poza de aproximación frente a compuertas de captación ..... 13.5 m
- Compuertas de captación (3 und.) ..... 2 m de largo x 1.5 m de alto
- Enrocado de protección aguas abajo 10.00m

A.2 Obra de Captación y Derivación Margen Derecha: Bocatoma Huarisca

Obra de derivación existente, ubicada en el cauce del río Cunas aproximadamente a la cota 3 290 msnm frente a la Central Hidroeléctrica Huarisca, estructura de derivación que se considera forma parte de ambas alternativas de regulación, para lo cual el proyecto prevé realizar obras de mejoramiento y ampliación de la misma, con bocal de captación en la margen derecha, para atender principalmente el requerimiento de la demanda de agua de las áreas ubicadas en esta margen, con la finalidad de obtener una estructura segura desde el punto de vista de estabilidad, eficiencia en la operación de captación para garantizar la captación de un caudal máximo de 6.5 m3/s, razonablemente económica y con capacidad para transitar a través de la bocatoma un caudal máximo de 280 m3/s equivalente a un periodo de retorno de 50 años.

Características de las obras de Bocatoma Huarisca

- Caudal de captación.....6.50 m3/s
- Caudal de alivio, para Tr 50 años.....280.00 m3/s
- Ancho de la bocatoma ..... 23.50 m
- Longitud del barraje fijo ..... 15.00 m
- Longitud poza disipadora ..... 17.00 m
- Ancho poza disipadora ..... 15.00 m
- Ancho canal de limpia ..... 2.50 m
- Longitud losa de aproximación frente a compuertas de captación ..... 23.00 m
- Compuertas de captación (2 und.) ..... 2 m de largo x 1.5 m de alto
- Enrocado de protección aguas abajo 10.00m

A.3 Obra de Conducción Principal y Obras de Arte, sobre la Margen Izquierda.

El desarrollo de la conducción principal proyectada sobre la margen izquierda, se origina a partir de la bocatoma Angasmayo aproximadamente a la cota 3 420 msnm, desarrollando en túnel y canal una longitud proyectada de 20.7 km, que se prevé formará parte de cada una de las alternativas de solución planteadas, para atender un total de 8 300 ha, priorizando el servicio de las áreas actualmente cultivadas.

El proyecto contempla adecuar la conducción existente Angasmayo Sicaya, previendo realizar el mejoramiento y ampliación de la sección hidráulica de la conducción a los nuevos requerimientos de capacidad para conducir un caudal máximo de 7.0 m3/s.

A.4 Obra de Conducción Principal y Obras de Arte, sobre la Margen Derecha.

La conducción principal proyectada en la margen izquierda, se desarrolla básicamente sobre el trazo del canal existente Huarisca Huallacancha de 4.8 km de longitud, el que presenta una sección hidráulica enchapada de piedra, con capacidad para conducir 3.0 m3/s. El presente proyecto considera adecuar la sección del canal existente, ampliándola para una capacidad máxima de 6.5 m3/s y mínima de 1.5 m3/s, originada a partir de la bocatoma Huarisca aproximadamente a la cota 3 290 msnm, desarrollando en canal una

longitud proyectada de 13.37 km, para atender un total de 6 800 ha netas , priorizando el servicio de las áreas actualmente cultivadas.

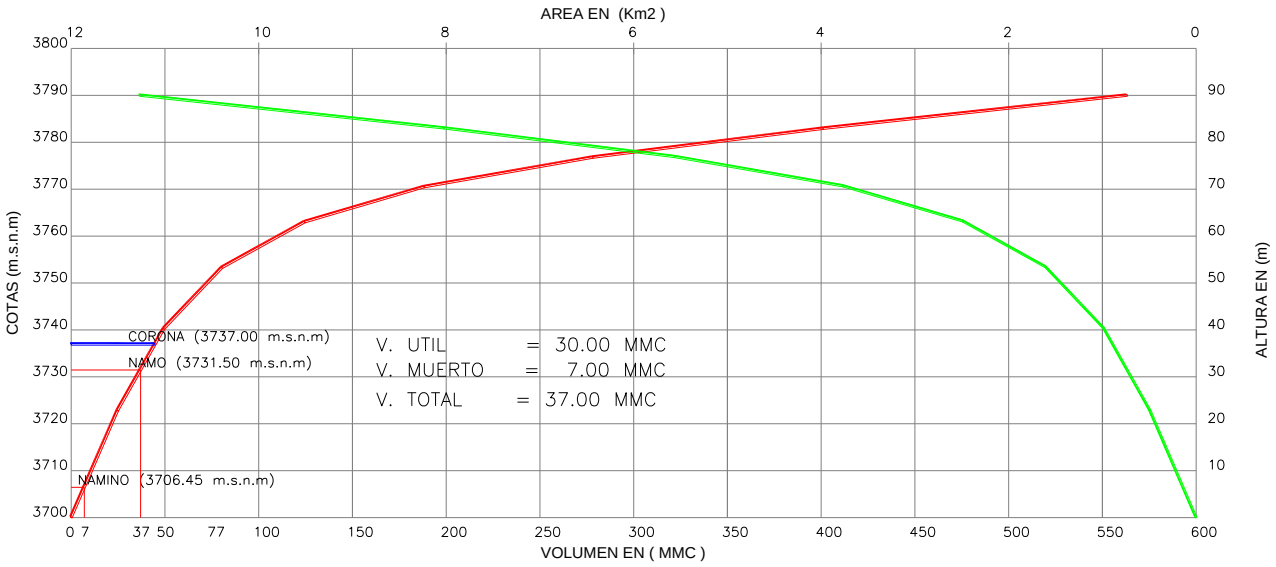
B ALTERNATIVA II y II-A: REGULACIÓN ACHIPAMPA

El análisis hidrológico de la subcuenca Cunas, determina que la producción hídrica en el eje de presa Achipampa, ubicado en el cauce del río Cunas aproximadamente a la cota 3 700 msnm, alcanza un volumen promedio anual de 100 MMC. Esta alternativa de regulación Achipampa, proyectada para almacenar en el vaso un total de 37.0 y 77.0 MMC, de los cuales 30.0 y 70.0 MMC corresponden al volumen útil, calculados para cubrir el déficit de la demanda de agua del proyecto para riego de 15 000 ha netas, incluyendo el servicio priorizado de 6 058 ha actuales desarrolladas bajo riego y un volumen de sedimentos de 7.0 MMC para un periodo de vida útil de 50 años; valores que relacionados con la curva área volumen, le corresponde al nivel normal de operación del embalse las cotas 3 731.50 msnm y 3 751.80 msnm, niveles que incrementados en 5.5 m de altura por carga de agua mas borde libre alcanzan las cotas de corona 3 737.00 msnm y 3 757.30 msnm respectivamente.

Como en el caso de la alternativas anterior, la operación del sistema de regulación, contempla soltar el caudal regulado al cauce del río Cunas, para luego ser captado aguas abajo en las bocatomas existentes Angasmayo a la cota 3 420 y Huariscas a la cota 3 290 msnm, derivando el caudal hacia ambas márgenes.

El análisis considera, la posibilidad de emplazar en este sitio una presa de relleno con núcleo central impermeable y espaldones de enrocado, de 57.30 m de altura, adicionando a esta, obras de carácter temporal, como ataguías primaria y secundaria, túnel de desvío y obras de seguridad como aliviadero tipo Mornin Glori para eliminación de un caudal máximo de excedencias de 219 m3/s, equivalente a un periodo de retorno de 1 000 años.

Gráfico N° 03 Curva Area Volumen Achipampa 30 MMC Utiles

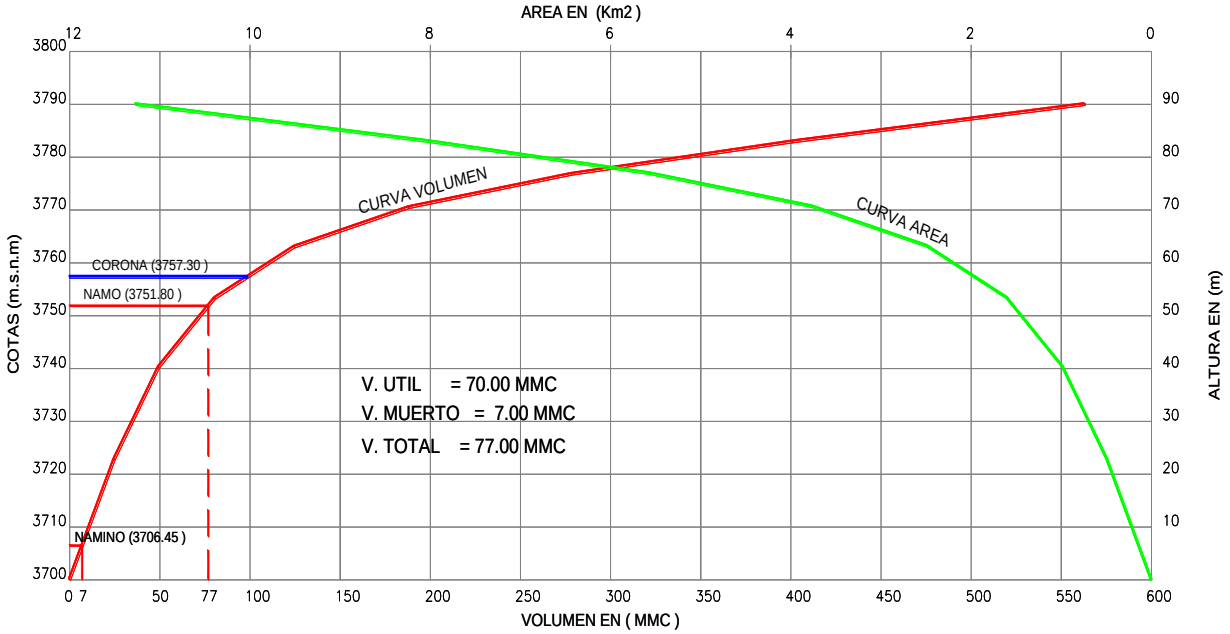


Características del reservorio Achipampa 30 MMC

- Operación .....Almacenamiento y regulación
- Nivel de corona .....3 737.00 msnm
- Nivel normal de operación.....3 731.50 msnm
- Nivel máximo de sedimentos .....3 706.45 msnm

- Nivel del cauce .....3 700.00 msnm
- Longitud de la presa (corona) ..... 274.00 m
- Altura de presa ..... 37.00 m
- Ancho de la corona ..... 10.00 m
- Volumen útil .....30.00 MMC
- Volumen de sedimentos (Tr = 50 años) .....7.00 MMC
- Caudal máximo de servicio ..... 13.00 m^3/s

Gráfico Nº 04 Curva Área Volumen Achipampa 70 MMC Utiles



Características del reservorio Achipampa 70 MMC

- Operación .....Almacenamiento y regulación
- Nivel de corona .....3 757.30 msnm
- Nivel normal de operación.....3 751.80 msnm
- Nivel máximo de sedimentos .....3 706.45 msnm
- Nivel del cauce .....3 700.00 msnm
- Longitud de la presa (corona) ..... 320.00 m
- Altura de presa ..... 57.30 m
- Ancho de la corona ..... 10.00 m
- Volumen útil .....70.00 MMC
- Volumen de sedimentos (Tr = 50 años) .....7.00 MMC
- Caudal máximo de servicio ..... 13.00 m^3/s

B.1 Obra de Captación y Derivación: Angasmayo y Huarisca

Como se indica en el planeamiento, el esquema hidráulico del proyecto considera para ambas alternativas de almacenamiento y regulación, la inclusión de las estructuras de derivación existentes, Angasmayo y Huarisca, bajo las mismas premisas de mejoramiento y ampliación de la estructura existente, con iguales características de capacidad y forma, para derivar hacia la margen izquierda y derecha respectivamente, garantizando la derivación del caudal de la demanda de agua para 15 000 ha netas. Las características de estas estructuras se indican en la alternativa Yanacocha.

B.2 Obra de Conducción Principal y Obras de Arte, sobre Ambas Márgenes.

Obra común de conducción, que se propone formará parte de cada una de las alternativas de regulación propuestas Angasmayo y Yanacocha, con origen en las

bocatomas Angasmayo y Huarisca, de iguales características hidráulicas y constructivas, descritas anteriormente, con capacidad para cubrir el servicio de la demanda de agua de 15 000 ha netas de la irrigación.

METRADOS Y PRESUPUESTOS

Se calcularon los metrados de los elementos principales de las diferentes obras que conforman las alternativas planteadas, complementándose estos volúmenes de obra con estimaciones de los elementos secundarios no metrados, en base a resultados obtenidos en proyectos similares y relativamente por su poca incidencia en el costo final del mismo.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Con la finalidad de evaluar económicamente las obras proyectadas, se prepararon análisis de costos unitarios, con precios de mercado actualizados al 28 de Febrero del presente año, teniendo en consideración que estos costos se aplicarán en obras de irrigaciones.

Asimismo, por experiencia en elaboración de proyectos de obras de almacenamiento, captación y conducción similares, se tubo en cuenta que los costos unitarios con mayor incidencia en la formulación de los presupuestos corresponden a las partidas de movimiento de tierras, razón por la cual se ha puesto especial atención en la obtención de estos costos, para su aplicación en el presupuesto de las obras consideradas.

Dentro de este contexto, los costos unitarios obtenidos, incluyen los insumos de mano de obra, materiales, equipo y herramienta manual, a costos vigentes en la región, la incidencia de cada uno de estos en el rendimiento y unidad de medida.

Presupuesto Consolidado Alternativas I, I-A, II y II-A
Precios a Febrero del 2 007

Alternativas / Descripción	Volumen Util 30 MMC		Volumen Util 70 MMC	
	Alternativa I Yanacocha	Alternativa II Achipampa	Alternativa I-A Yanacocha	Alternativa II-A Achipampa
Costo Directo	115 004 974.14	125 428 587.13	161 584 296.35	184 673 535.76
Gastos Generales (10%)	11 500 497.41	12 542 858.71	16 158 429.63	18 467 353.58
Utilidad (08%)	9 200 397.93	10 034 286.97	12 926 743.71	14 773 882.86
Sub total	135 705 869.48	148 005 732.81	190 669 469.69	217 914 772.19
IGV (19%)	25 784 115.20	28 121 089.23	36 227 199.24	41 403 806.72
Total Presupuesto	161 489 984.68	176 126 822.04	226 896 668.93	259 318 578.91

P E R F I L
PROYECTO AFIANZAMIENTO HIDRICO VALLE DE CUNAS
VOLUMEN III: INGENIERIA DEL PROYECTO
ANEXO 3.0 – INFRAESTRUCTURA DE RIEGO
Anexo 3.1 – Infraestructura Mayor de Riego

CAPITULO I : ESTADO ACTUAL

El río Cunas, tributario del río Mantaro, principal fuente hídrica de la irrigación, cuya superficie en el cono de deyección se extiende hacia ambas márgenes, entre los niveles del río 3 400 al 3 200 msnm, presenta un área física actual de 12 826ha, correspondiendo a la margen derecha 7 061ha entre las localidades de Ahuac, Ascos, Chupaca y Chongos Bajo y en la margen izquierda 5 765 ha entre Huachac, Sicaya y Pilcomayo.

Actualmente la irrigación Cunas dispone de una infraestructura de riego por gravedad, mediante la cual cubre el riego de 8 711 ha, de las cuales 5 355 ha se ubican en la margen derecha y 3 356 ha en la margen izquierda, aprovechando el agua de escorrentía que produce la sub cuenca, cuya infraestructura está constituida principalmente por dos obras de derivación o bocatomas denominadas Angasmayo y Huarisca, ubicadas en el cauce del río Cunas, en la cabecera de la irrigación aproximadamente a la cota 3 420 msnm, y 3 290 msnm respectivamente, a partir de las cuales se distribuye el caudal de servicio hacia la margen izquierda y derecha respectivamente. Adicionando 4 113 ha al cultivo con secano, correspondiendo 1 705 a la margen derecha y 2 400 a la margen izquierda. Observando que ambas estructuras en general vienen realizando una inadecuada operación de captación y derivación, con algunos inconvenientes en la aproximación del caudal liquido, manejo de los sólidos y operación de compuertas, factores que perturban la garantía de captación, debido principalmente a la falta de algunos elementos hidráulicos que se complementen con la obra existente y el deficiente sistema mecánico de compuertas para realizar la operación de limpia y captación.

Por otro lado, en el ámbito de la irrigación se observa la operación de una mini central hidroeléctrica, que se interconecta al sistema eléctrico nacional, la cual se ubica en la margen izquierda del río a la altura de la bocatoma Huarisca, la que es abastecida con un caudal medio de 2.5 m3/s a través del canal de conducción que se origina en la bocatoma Angasmayo, entregando el caudal turbinado al cauce del río inmediatamente aguas arriba de la bocatoma Huarisca, para luego ser captado y derivado hacia la margen derecha.

La irrigación cuenta con una infraestructura de conducción principal, la cual se observa se encuentra en general funcionando de manera deficiente, debido principalmente a la escasa disponibilidad de obras hidráulicas necesarias en el sistema de riego actual, propicias para conducir, distribuir y controlar el caudal derivado, así como al mal estado que presentan las obras de conducción en gran parte de su desarrollo por falta de trabajos de mantenimiento y existencia de tramos de canal sin revestimiento. Asimismo el sistema de riego dispone de una red de conducción secundaria en canal, de sección hidráulica en tierra. La infraestructura de riego actual esta constituida principalmente por las siguientes obras:

- Margen Izquierda: Bocatoma Angasmayo y Canal principal Angasmayo Sicaya de aproximadamente 15 km de longitud.
- Margen Derecha: Bocatoma Huarisca y Canal principal Huarisca Huayacancha de aproximadamente 4.8 km de longitud.

1.1 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE MARGEN IZQUIERDA

1.1.1 Captación: Bocatoma Angasmayo

Estructura de derivación principal del sistema riego de la margen izquierda, emplazada en el cauce del río Cunas aproximadamente a la cota 3 420 msnm, conformada de concreto armado, recientemente reparada, la cual requiere complementar con obras hidráulicas adecuadas, necesarias para garantizar el riego de las áreas de los distritos de Sicaya, Orcotuna, Chalhuas y Huachac, presenta las siguientes características predominantes: capacidad para derivar un caudal máximo de 4.7 m3/s, de forma convencional, incluye barraje fijo, barraje móvil, bocal de captación en la margen izquierda, canal de limpia, poza de disipación de energía, puente de maniobras, compuertas de regulación y canal de transición antes de ingresar al primer túnel de la irrigación, obra a partir de la cual se origina el desarrollo de la conducción existente Angasmayo Sicaya de 15.7 km de longitud, de sección variable con capacidad para transitar un caudal entre 4.7 a 2.0 m3/s.

Para fines del presente proyecto, se propone el mejoramiento de la obra actual e inclusión de obras complementarias que garanticen realizar de manera eficiente y segura la operación de captación y derivación del nuevo caudal de servicio, el cual se prevé incrementar de 4.7 m3/s a 9.5 m3/s. En este sentido, el mejoramiento y ampliación de la obra existente estará orientada a garantizar la seguridad de la obra, eficiencia en la operación y economía en la solución adoptada.

Las obras complementarias se refieren a la proyección de ampliación del barraje móvil, bocal de captación, canal de limpia y compuertas de regulación, que permitan dar carga a la ventana de captación y canal de limpia, para asegurar el ingreso del caudal de servicio y eliminar la acumulación de sólidos que se depositen frente a la bocal de captación. Además de proponerse el reemplazo del sistema de compuertas e izaje y ampliación de un puente de maniobras que facilite el manejo del futuro sistema de regulación. Entre las obras de seguridad se propone incluir diques de encauzamiento y protección, que garanticen la aproximación del caudal del río hacia la bocatoma, el ingreso del caudal líquido a la zona de captación y protección contra la acción de la erosión que pudiera burlar la estructura de bocatoma cuando se presenten las grandes avenidas.

1.1.2 Conducción Principal sobre la Margen Izquierda: Angasmayo Sicaya

Sobre la margen izquierda del valle, se desarrolla la conducción principal, denominada Angasmayo Sicaya de 15.7 km de longitud, la que se origina inmediatamente aguas abajo de la bocatoma Angasmayo, de los cuales la sección hidráulica del canal se encuentra revestida de concreto en un tramo de 12.8 km y sin revestir 2.9 km.

El primer tramo de conducción de aproximadamente 6.0 km de longitud hasta la ubicación de CC.HH. Huarisca, se desarrolla paralelo al cauce del río, presentando 6 tramos de conducción en túneles (km 0.0 al km 6.0), con capacidad para conducir un caudal máximo de 4.7 m3/s, a partir de la cual la conducción penetra hacia el valle aproximadamente hasta el km 15.0 con capacidad para conducir un caudal máximo de 2.0 m3/s. Complementándose el sistema de riego actual, con una red de conducción secundaria, de sección hidráulica parcialmente revestida, con las siguientes características:

Cuadro 01 Características de la Conducción Principal y Secundaria Existente Margen Izquierda

CANAL	CAUDAL (m3/s)	LONGITUD (m)	LONGITUD REVESTIDA (ml)	LONGITUD SIN REVESTIR (ml)	COMISION DE REGANTES
CANALES PRINCIPALES					
CANAL ANGASMAYO - HUARISCA	4.70	5800.00	5800.00	0.00	
CANAL ANGASMAYO - SICAYA	2.00	9900.00	6990.00	2910.00	SICAYA ORCOTUNA CHALHUAS - ANTAPAMPA HUACHAC - MANZANARES
CANAL PILCOMAYO	0.50	1500.00	1200.00	300.00	COMITÉ PILCOMAYO
CANAL BUENOS AIRES	0.50	3000.00		3000.00	
TOTAL		**20200.00**	**13990.00**	**6210.00**	
CANALES SECUNDARIOS					
CANAL ANGASMAYO SICAYA:					
COMISION DE REGANTES SICAYA - ORCOTUNA					
CANAL OESTE	1.10	7580.00	0.00	7580.00	SICAYA - ORCOTUNA
CANAL CENTRAL	1.10	6875.00	0.00	6875.00	SICAYA - ORCOTUNA
CANAL ESTE	1.10	6800.00	0.00	6800.00	SICAYA - ORCOTUNA
CANAL VICSO	0.20	2500.00	1500.00	1000.00	SICAYA - ORCOTUNA
COMISION DE REGANTES HUACHAC - MANZANARES					
CANAL PAMPAMARCA	0.50	8200.00	1800.00	6400.00	HUACHAC - MANZANARES
CANAL COLPAS VIVIO	0.15	1500.00	0.00	1500.00	HUACHAC - MANZANARES
CANAL HUAYAO	0.20	1000.00	0.00	1000.00	HUACHAC - MANZANARES
CANAL MARCATUNA	0.20	1100.00	0.00	1100.00	HUACHAC - MANZANARES
CANAL LA UNION	0.10	1250.00	0.00	1250.00	HUACHAC - MANZANARES
TOTAL		**36805.00**	**3300.00**	**33505.00**	

1.1.3 Otras Conducciones

Aguas abajo, de la Bocatoma Angasmayo sobre la margen izquierda del río Cunas, se desarrollan dos canales, denominados Buenos Aires y Pilcomayo de aproximadamente 3.0 km y 1.5 km de longitud respectivamente, originados a partir de bocatomas rusticas, con capacidad para conducir aproximadamente un caudal máximo de 0.50 m3/s, observándose que el estado actual de estas conducciones no garantizan la operación conducción del caudal necesario, para cubrir de manera oportuna los requerimientos de la demanda de agua de las actuales tierras agrícolas, debido principalmente a las obras de captación de carácter provisional y a las limitaciones físicas que presentan las conducciones.

1.2 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE MARGEN DERECHA

1.2.1 Captación: Bocatoma Huarisca

Obra de derivación principal del sistema de riego de la margen derecha, emplazada en el cauce del río Cunas a la cota 3 290 msnm, aproximadamente a 6.0 km aguas abajo de la bocatoma Angasmayo, conformada de concreto armado, para irrigar las áreas agrícolas actuales de los distritos de Chupaca, Ahuac, Iscos y Chongos Bajo. Como en el caso de la bocatoma anterior, esta obra de carácter permanente se encuentra en aceptable estado de conservación y presenta las siguientes características predominantes: capacidad para derivar un caudal máximo de 3.0 m3/s, de forma convencional, incluyendo barraje fijo, barraje móvil, bocal de captación, canal de limpia, poza de disipación de energía, puente de maniobras, compuertas de regulación y canal de transición para empalmar con el canal del mismo nombre. Obra a partir de la cual se origina al desarrollo de la conducción existente Huarisca Huayllacancha de 4.9 km de longitud, de sección variable con capacidad para conducir un caudal máximo de 3.0 m3/s.

Estructura de bocatoma incluida en el nuevo esquema hidráulico de la irrigación Cunas, la que deberá adecuarse a los nuevos condiciones del proyecto, proponiéndose realizar el mejoramiento de la obra actual con inclusión de obras complementarias para asegurar

la operación de captación y derivación del nuevo caudal de servicio, el cual se contempla incrementar de 3.0 m3/s a 6.5 m3/s.

Las obras complementarias deberán asegurar la eficiencia en la operación de captación del caudal de servicio 6.5 m3/s, eliminación del material sólido que se deposite frente a la bocal de captación, facilidad en el manejo del sistema de regulación y obras de seguridad como diques de encauzamiento y protección, que garanticen la aproximación del caudal del río hacia la bocatoma, evitando la acción de la erosión cuando se presenten las grandes avenidas.

1.2.2 Conducción Principal sobre la Margen Derecha: Huarisca Huayacancha

El canal principal de la margen derecha, denominado Huarisca Huayacancha, se origina inmediatamente aguas abajo de la bocal de captación de la bocatoma Huarisca, desarrollando 4.8 km de longitud hasta la zona del partidor, de sección revestida con enchape de piedra emboquillada con mortero de cemento, con capacidad para conducir un caudal máximo de 3.0 m3/s.

A continuación del partidor, se derivan los laterales (A-A1-A2), Vista Alegre y Pincha, de longitudes 21.5 km, 4.8 km y 6.5 km, respectivamente, presentando estos una sección hidráulica revestida de concreto, siendo el primero de 10.5 km, el segundo de 2.3 km y el ultimo de 4.0 km de longitud.

Cuadro 02 Características de la Conducción Principal y Secundaria Existente Margen Derecha

CANAL	CAUDAL (m3/s)	LONGITUD (m)	LONGITUD REVESTIDA (ml)	LONGITUD SIN REVESTIR (ml)	COMISION DE REGANTES
CANALES PRINCIPALES					
CANAL HUARISCA - HUALLACANCHA	3.00	4809.00	4809.00	0.00	CHUPACA
					AHUAC
					YSCOS
					CHONGOS BAJO
CANAL HUAMANCACA CHICO	0.70	1200.00	1200.00	0.00	HUAMANCACA CHICO
CANAL AURORA LA VICTORIA	0.5	1100	1100	0.00	AURORA LA VICTORIA
TOTAL		**7109.00**	**7109.00**	**0.00**	
CANALES SECUNDARIOS					
CANAL HUARISCA - HUALLACANCHA:					
COMISION DE REGANTES CHUPACA					
CANAL LA VICTORIA LA LIBERTAD	1.70	451.00	451.00	0.00	CHUPACA
CANAL PINCHA LA VICTORIA	1.10	3585.00	1200.00	2385.00	CHUPACA
CANAL PINCHA LA LIBERTAD	1.10	2680.00	2380.00	300.00	CHUPACA
CANAL VISTA ALEGRE	0.70	4800.00	2300.00	2500.00	CHUPACA
COMISION DE REGANTES AHUAC - YSCOS - CHONGOS BAJOS					
CANAL LATERAL A	1.20	1247.00	1137.00	110.00	AHUAC - YSCOS - CHONGOS BAJOS
CANAL LATERAL A-1	1.20	13368.00	8200.00	5168.00	AHUAC - YSCOS - CHONGOS BAJOS
CANAL LATERAL A-2	1.20	7000.00	1200.00	5800.00	AHUAC - YSCOS - CHONGOS BAJOS
TOTAL		**33131.00**	**16868.00**	**16263.00**	

1.2.3 Otras Conducciones

Adicionalmente, aguas abajo de la bocatoma Huarisca se presentan dos canales que se inician en el cauce del río Cunas cerca a la desembocadura con el río Mantaro, denominados Huamancaca Chico de 5.2 km de longitud total y revestido 2.1 km, y Aurora La Victoria de 4.8 km de longitud total y revestido de 2.0 km, con capacidad para conducir aproximadamente un caudal máximo de 1.0 m3/s. Observando que el estado actual de la infraestructura existente, no garantiza la operación de captación y conducción del caudal necesario que se presenta en el cauce del río Cunas, debido principalmente a las limitaciones físicas que presentan las obras rusticas.

En consecuencia, en base al reconocimiento de campo realizado se precisa que el estado actual de la infraestructura de riego existente como bocatomas y conducciones principales, en general requieren ser mejorada para ser incluidas en el presente proyecto de la irrigación Cunas, aspecto que permitiría garantizar la captación y conducción del caudal necesario, otorgando estabilidad y economía al conjunto de obras del proyecto.

CAPITULO II : PLANEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

El presente acápite se refiere al planteamiento de alternativas de solución, expuestas para análisis, orientadas a posibilitar el afianzamiento hídrico especialmente en el periodo de estiaje, de las áreas agrícolas actuales y nuevas en un total de 15 000 has netas, ubicadas en el ámbito del valle del río Cunas, aprovechando la disponibilidad de los recursos hídricos de la cuenca, mediante la disposición de reservorios de regulación estacional a ubicar en la cabecera del valle, adicionando al esquema hidráulico, la infraestructura principal existente mejorada y las obras complementarias necesarias para la operación del sistema de riego.

El planeamiento de alternativas se proyecta en base a la información obtenida, especialmente la incluida en el Estudio de Factibilidad Regulación de las Subcuencas de los Ríos Cunas y Vilca, elaborado por la Consultora CESEL S.A. en Abril del 2 000, relacionada principalmente con las especialidades de topografía, hidrología, geología, geotecnia y diseño, dirigidas al ámbito del proyecto y de manera particular a la zona de emplazamiento y diseño de la presa Yanacocha.

Complementariamente, el presente estudio genero la información hidrológica necesaria, extendiendo la serie histórica con registros de los últimos años, utilizada para el cálculo de la producción hídrica en cada uno de los sitios de cierre propuestos, determinando en el eje de presa Achipampa una masa de agua promedio anual de 100 MMC y para Yanacocha 215 MMC.

El planeamiento de alternativas, contempla la identificación de posibles vasos naturales y sitios de cierre, que presenten características morfológicas adecuadas para conformación de reservorios de almacenamiento y regulación, ubicándose uno de los ejes de cierre en la naciente del río Cunas a la cota 3 700 msnm, en la provincia de Chupaca, denominado Achipampa y el otro eje de presa aguas abajo de la confluencia con la quebrada Mitulluyoc aproximadamente a la cota 3 446 msnm, en la provincia de La Concepción, denominado Yanacocha; a fin de aprovechar, en ambos casos las condiciones naturales que presentan estos sitios, para emplazamiento del cuerpo de presa, obras provisionales para desvío y otras obras de seguridad.

Señalado que el eje de presa Yanacocha se considera por razones coyunturales, debido a que este sitio de cierre fuera incluido anteriormente en el estudio de factibilidad desarrollado por CESEL, contando con la mayor densidad de pruebas e investigaciones geotécnicas realizadas en el cauce y diseño del cuerpo de presa. Solución técnica que se adecua a las condiciones del presente proyecto para comparar con la alternativa de presa Achipampa.

Así, el presente proyecto se elaboró sobre la base de la determinación de los posibles sitios de presa Achipampa y Yanacocha, la producción de agua en la subcuenca y volumen de agua requerida para cubrir las necesidades de riego de 15 000 ha netas consideradas, analizando las soluciones de ambos reservorios con capacidad para almacenar en estos 70 y 30 MMC útiles, para diferentes garantías de riego.

- Alternativa I: Presa de Regulación Yanacocha 30.0 MMC, útiles y 45.0 MMC totales, con una garantía de riego de 86.3%.
- Alternativa I-A: Presa de Regulación Yanacocha 70.0 MMC, útiles y 85.0 MMC totales, con una garantía de riego de 97.7%.
- Alternativa II: Presa de Regulación Achipampa para 30.0 MMC, útiles y 37.0 MMC totales, con una garantía de riego de 79.6 %
- Alternativa II-A: Presa de Regulación Achipampa para 70.0 MMC, útiles y 77.0 MMC totales, con una garantía de riego de 96.8 %

Los esquemas hidráulicos alternativos, se complementan con la proyección del mejoramiento y ampliación de la capacidad hidráulica de las estructuras de derivación o bocatomas existentes Angasmayo y Huarisca, las mismas que dan origen a los sistemas de riego principal y secundario proyectado en las márgenes izquierda y derecha respectivamente, para dominar 8 200 ha netas en la margen izquierda, de las cuales 7 300 ha se atenderán por gravedad y 900 ha por bombeo y en la margen derecha 6 800 ha netas, de las cuales 6 100 ha se atenderán por gravedad y 700 ha por bombeo.

Es de indicar que en el Informe presentado por CESEL S.A. en el año 2 000, se afirma lo siguiente: "la evaluación de las condiciones geológicas-geotécnicas del suelo de cimentación de la presa, indica que presenta suficiente resistencia al corte para aceptar la carga de la estructura de la presa, pero que podían existir problemas de infiltración y pérdida de agua del embalse a través de las capas de suelo permeable, identificadas como capas A y C que abarcan todo el ancho del valle". Dentro de este marco, el proyecto considera el tratamiento de la cimentación mediante la proyección de un muro diafragma de concreto plástico.

CAPITULO III : INFORMACIÓN BÁSICA

El esquema hidráulico del proyecto se desarrolló sobre la base de la recopilación de la información existente, destacando el Estudio de Factibilidad Regulación de las Sub cuencas de los Ríos Cunas y Vilca (Moya Quillon) y otros trabajos de campo y estudios programados como: topografía, hidrología y geología y geotecnia.

3.1 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Se obtuvo del IGN información cartográfica de las provincia de Concepción, Chupaca y Huancayo, a escala 1:100 000, 1:50 000 y 1:25 000, complementando la información con levantamientos topográficos semi detallados en planta de la zona del reservorio Yanacocha, obtenidos del Estudio Factibilidad Regulación de las Sub cuencas de los Ríos Cunas y Vilca, e información cartográfica digitalizada del IGN.

La información cartográfica sirvió de base para elaborar los esquemas hidráulicos correspondientes a cada una de las alternativas planteadas, incluyendo la ubicación de las obras de regulación, derivación y desarrollo de las rutas de conducción y obras de arte

3.2 HIDROLOGÍA

3.2.1 Información Pluviométrica de la zona de Estudio

Con información disponible en las estaciones Yanacocha y Angasmayo, que controlan 970 km^2 y 1660 km^2 de cuenca respectivamente, se determinaron las precipitaciones medias de cada sector de cuenca considerada, obteniendo valores bastante uniformes, como los indicados en el cuadro siguiente:

Cuenca Cunas Secciones Interés	Área (Km^2)	P_{media}
Sección Angasmayo	1660	541
Sección Yanacocha-Presa	1527	540
Sección Yanacocha-Estación	970	531
Sección Achipampa	680	532

Los volúmenes precipitados son un componente importante en la determinación de los caudales en las secciones sin información; se procedió por lo tanto a la determinación de los volúmenes precipitados, siendo estos los siguientes:

Cuenca Cunas Secciones Interés	Volumen Precipitado (MMC)
Sección Angasmayo	898
Sección Yanacocha-Presa	861
Sección Yanacocha-Estación	503
Sección Achipampa	375

3.2.2 Disponibilidad Hídrica

El análisis de estiajes se realiza con la información disponible originalmente, previo a la homogenización de los registros, condiciones que permite analizar con mayor exactitud el fenómeno del karstisismo. Los rendimientos anuales de las estación en Yanacocha y Angasmayo son 5.85 y 8.56 l/s/km^2 respectivamente; el aumento desde la primera estación a la segunda es de 46.49 % a nivel anual, pero a nivel mensual se llega a valores muy altos, así para agosto se tiene un aumento del 181.44% y en los otros meses de estiaje, también son altos los aumentos. Si la lluvia en esta época es nula y si el comportamiento de la cuenca fuera uniforme, el aumento esperado debería ser proporcional a la relación de áreas, es decir 71% más. Esto ya indica que la cuenca entre Yanacocha y Angasmayo recibe aportes extras que podrían ser los incrementos subterráneos de otras cuencas.

3.2.3 Oferta de Agua en Lugares de Embalses

Para estimar los caudales en los lugares con posibilidad de embalses se usa la siguiente relación:

$$\frac{Q_{embalse}}{Q_{estación}} = \frac{Volumen\ Precipitado_{embalse}}{Volumen\ Precipitado_{estación}}$$

Donde:

$Q_{embalse}$**:** Caudal a determinarse

$Q_{estación}$: Caudal registrado en estación de aforo

$Volumen\ Precipitado_{embalse}$: volumen precipitado hasta la sección del embalse

$Volumen\ Preciptado_{estación}$: volumen precipitado hasta la estación de aforos

Cuadro 03 Caudales Característicos

Estación	Q_{anual}	Probabilidad de Excedencia (%)	Año	Estación	Q_{anual}	Probabilidad de Excedencia (%)	Año
Achipampa	8.50	5.60	1973	Yanacocha Presa	23.4	5.60	1972
	5.70	25.0	1982		18.10	25.0	1976
	3.90	50.0	1988		13.30	50.0	1988
	2.60	75.0	1995		10.20	75.0	1995
	0.50	95.0	1990		7.20	95.0	1990
Yanacocha Estación	11.4	5.60	1973	Angasmayo Estación	23.90	5.60	1973
	7.70	25.0	1982		18.50	25.0	1982
	5.20	50.0	1988		13.60	50.0	1988
	3.50	75.0	1995		10.50	75.0	1995
	0.70	95.0	1990		7.40	95.0	1990

Considerando que se embalsará los recursos entre los meses de Diciembre y Abril de cada año, la oferta potencial a ser regulada en los embalses es la siguiente:

- Yanacocha - Presa: 215 MMC/año
- Achipampa: 100 MMC/año

3.2.4 Determinación de los Caudales Máximos

Los caudales máximos promedios diarios, resultado del ajuste a la distribución Log Pearson III, a condiciones de caudales instantáneos.

Una expresión común es la de Fuller:

$$Q_{inst} = Q_{mpd}(1 + \frac{2.66}{A^{0.3}})$$

Q_{inst}: Caudal máximo instantáneo en m^3/s

Q_{mpd}: Caudal máximo promedio diario en m^3/s

A : Área de la cuenca en km^2

- Yanacocha, 970 km^2, f: 1.34
- Angasmayo, 1660 km^2, f: 1.29

Cuadro 04 Caudales Máximos Cuenca Achipampa

Tr (años)	Qmax M^3/s	km^2	Rendimiento $M^3/s/km^2$
		680.00	
10000	354		0.52
2000	267		0.39
1000	235		0.35
500	205		0.30
200	170		0.25
100	146		0.21
50	125		0.18
20	98		0.14

Cuadro 05 Caudales Máximos Cuenca Yanacocha

Tr (años)	Qmax M^3/s	km^2	Rendimiento $M^3/s/km^2$
		1,527.00	
10000	793		0.52
2000	600		0.39
1000	528		0.35
500	461		0.30
200	381		0.25
100	328		0.21
50	280		0.18
20	221		0.14

3.2.5 Caudales Transitados

El procedimiento de cálculo realizado corresponde a lo siguiente:

- Cálculo del tiempo de concentración

- Determinación del hidrograma unitario para definir el tiempo de la avenida
- Tránsito de la avenida

Para el cálculo del tiempo de concentración: $T_c = [0.87\ L^3/H]^{0.385}$

L: longitud mas larga en km

H: diferencia de cotas mayor y menor

Sub cuenca	Achipampa	Yanacocha
L (km)	44	68
H (m)	900	1090
T_c (horas)	5.50	8.40

3.2.6 Hidrograma Unitario

El hidrograma unitario estará compuesto por los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno, el tiempo al pico y el tiempo de retardo.

El tiempo al pico esta dado por la siguiente expresión: $T_p = [D/2]+[0.6T_c]$

D: duración de la lluvia (estimada en 6 horas)

El tiempo base, corresponde al tiempo total del hidrograma y esta dado por la siguiente expresión: $T_b = 2.67\ T_p$

Sub cuenca	Achipampa	Yanacocha
Th (horas)	15.00	21.20
Tp (horas)	6.10	7.90
Tr (horas)	8.90	13.30
T_c (horas)	5.50	8.40

3.2.7 Tránsito de la Avenida

Los datos de entrada, hidrograma de entrada, los hidrogramas por tramos y los caudales de salida, hidrograma de salida, se presentan en forma tabulada en los cuadros anexos, para los caudales máximos de periodos de retorno 50, 100 y 1000 años.

Cuadro 06 Caudales Máximos y Caudales Máximos Transitados
Cuencas Achipampa y Yanacoacha

Cuenca	Área (km^2)	Caudales Máximos (m^3/s)		
		$Tr_{(50)}$	$Tr_{(100)}$	$Tr_{(1000)}$
Achipampa	680	125	146	234
Yanacocha	1527	280	328	528
Cuenca	**Área (km^2)**	**Caudales Máximos Transitados (m^3/s)**		
		$Tr_{(50)}$	$Tr_{(100)}$	$Tr_{(10000)}$
Achipampa	680	116	136	219
Yanacocha	1527	263	308	495

3.2.8 Cobertura de Riego en Función del Volumen Util

Cuadro 07 Cobertura de Riego en Función del Volumen Util

VOLUMEN UTIL DE EMBALSE (MMC)	COBERTURA DE RIEGO	VOLUMEN UTIL DE EMBALSE (MMC)	COBERTURA DE RIEGO
YANACOCHA		ACHIPAMPA	
15	74.8%	15	67.6%
20	78.2%	20	71.1%
25	81.9%	25	75.2%
30	86.3%	30	79.6%
40	92.1%	40	87.3%
50	94.9%	50	91.2%
60	96.1%	60	94.9%
70	97.7%	70	96.8%

3.3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Para el presente acápite de Geología y Geotecnia se tomo la información básica del Informe del Estudio de Factibilidad Regulaciones de las Subcuencas de los ríos Cunas y Vilca (Moya – Quillón) elaborado por CESEL S.A, a fin de dar el marco geológico regional del proyecto y asimismo describir las características geológicas y geotécnicas de las alternativas Yanacocha y Achipampa propuestas dentro del Estudio de Factibilidad desarrollado por CESEL S.A., en donde el estudio de la subcuenca del río cunas se enmarca dentro de la necesidad de incrementar los recursos hídricos del río Mantaro en los meses de estiaje para el incremento de la energía firme generada en el complejo hidroenergético Mantaro.

La cuenca del río Mantaro dispone de gran información Hidrometereológica y sus recursos no están totalmente explotados.

3.3.1 Geología Regional

Regionalmente el área de estudio abarca sectores de las Altas Mesetas Centrales y de la Cordillera Oriental, donde se observan restos de la superficie "Puna" entre los 4000 y 4500 m.s.n.m, la cual fue profundamente erosionada por los glaciares y la escorrentía superficial.

Las rocas del Paleozoico yacen discordantemente sobre el basamento metamórfico y está compuesto de 3 grandes conjuntos: una serie marina del Paleozoico Inferior, una serie marina-continental del Paleozoico Superior y un conjunto molásico tardío del Pérmico Superior al Triásico Inferior.

El Mesozoico se inició con una subsidencia marcada y continua afectando la plataforma y en menor grado el futuro geoanticlinal, dando lugar a la deposición de 1,700 m. de calizas y de una serie calcárea más condensada de 800 m. de espesor, correspondientes a la formación Chambará y Condorsinga. Durante el Cretáceo la plataforma fue invadida por un mar somero, en el cual se acumuló la sucesión clástica de los estratos calcáreos de las formaciones Chulec, Pariatambo y Jumasha.

La sedimentación marina se interrumpió definitivamente después del Coniaciano, debido a la emersión general que siguió a los movimientos tardicretáceos, y luego se depositaron

en un ambiente continental las areniscas y conglomerados rojos llamados Capas Rojas o formación Casapalca.

En el Terciario superior ocurrieron varias fases de deformación, erosión y extenso volcanismo que dio lugar a los Volcánicos Astobamba, Volcánicos Heru y finalmente las Tobas Ingahuasi.

Los depósitos cuaternarios son particularmente abundantes; se reconocen depósitos lacustres Pleistocénicos y tres conjuntos sedimentarios más recientes (morrenas, escombros y terrazas) que se relacionan con tres etapas de glaciación.

En el aspecto tectónico se reconocen los efectos de varias fases tectónicas, que van desde la fase eo-hercinica hasta las fases más débiles del Cuaternario (geotectónica), caracterizadas por pliegues isoclinales los cuales suelen presentar esquistocidad y desarrollo de epimetamorfismo.

3.3.2 Geodinámica Externa

La geomorfología de la subcuenca Cunas desde los territorios comprometidos con la alternativa Achipampa hasta la alternativa Yanacocha, en términos generales presenta condiciones bastante estables, debido a la presencia de promontorios de poca elevación, de morfología ondulada, con taludes inferiores a los 30º y predominancia de afloramientos rocosos correspondientes a la formación Casapalca y volcánicos Astobamba. También coadyuvaran a dicha estabilidad el escaso desarrollo de depósitos cuaternarios.

Para este sector del área del proyecto son válidas las apreciaciones efectuadas para los valles vecinos en lo referente a deslizamientos de suelos y rocas, acción glaciar y procesos erosivos; sin embargo, es preciso mencionar que para el caso de la alternativa Yanacocha, en zonas adyacentes al posible eje de presa, se ha identificado antiguos deslizamientos especialmente aquel identificado desde los estudios precedentes que se ubica en el flanco izquierdo, aguas arriba del eje de presa. Dicho deslizamiento no solamente comprometería la capacidad del embalse sino también la propia estabilidad de la presa.

Finalmente es normal considerar a los procesos de intemperismo: viento, precipitación pluvial, cambios de temperatura, y otros, que vienen afectando a las rocas y suelos, de manera poco significativa, en el cuadro Nº 1 se describen los principales tipos de fenómenos de geodinámica externa ocurridos en la subcuenca Cunas

3.3.3 Aspectos de Sismicidad

Teniendo en consideración de que las fuentes del peligro sísmico en un ámbito regional radican en la actividad tectónica más significativa, en nuestro caso, los estudios revelan que, en las inmediaciones y en la zona la evidencia mas clara de influencia neotectónica, está referida a la falla Huaytapallana, considerándose a ésta como una falla activa, la misma que se encuentra al pie de la cordillera del mismo nombre; el trazo de la falla de varios kilómetros de extensión tiene rumbo NO-SE con buzamiento de 65° hacia el NE. Esta falla a raíz del sismo de 1969 tuvo un movimiento siniestral inverso, siendo el desplazamiento vertical variable, pero en todos los casos es inferior a los 2.0 m.

De acuerdo a la zonificación sismo tectónica, el territorio nacional se divide en tres zonas, en este sentido el área del proyecto está comprendido en la zona 2, con un factor Z de

0.3, interpretándose este factor como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años.

Cuadro 08 Sismicidad - Factores de Zona

Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

La sismicidad histórica indica que en el área de la provincia de Jauja se han producido sismos de intensidades hasta el grado VI en la escala de Mercali Modificada

La sismotectónica regional y local indica que para determinar el peligro sísmico en el área del proyecto hay que considerar los sismos de subducción y los sismos continentales superficiales, con sus diferentes atenuaciones sísmicas.

Finalmente cabe indicar que la zona cordillerana en general tiene focos sísmicos ubicados en la litosfera continental entre 0 y 50 Km. de profundidad.

3.3.4 Condiciones Geológicas Geotécnicas Alternativa Achipampa

3.3.4.1 Ubicación

Esta alternativa se ubica en el curso superior del valle del río Cunas, aguas arriba de la alternativa de Yanacocha. Administrativamente pertenece al distrito de San Juan de Jarpa, provincia de Chupaca, departamento de Junín. El eje de presa se identifica mediante las siguientes coordenadas UTM: N=8 657 387, E=457 480 , aproximadamente a los 3 700 msnm.

La principal vía de acceso es la que parte de Huancayo hacia Chupaca, Yanacocha, Jarpa, Achipampa, con una longitud aproximada de 5 km.

3.3.4.2 Geomorfología

El vaso del embalse presenta una morfología de una amplia llanura aluvial, cuya litología está compuesta por cantos rodados y gravas heterométricas, con relleno areno limoso, de características muy permeables.

Preliminarmente, el espesor de los depósitos aluviales se infiere en 30 – 35 m; es decir, la superficie del basamento rocoso debe encontrarse a la profundidad antes referida. La cubeta del futuro embalse está labrada casi íntegramente sobre macizos rocosos volcánicos constituidos por derrames lávicos y tufos andesíticos, gris verdosos, correspondientes al volcánico Astobamba (Ts-va).

Aproximadamente a unos 2 km aguas arriba del eje de presa afloran formaciones sedimentarias, constituidas por calizas y areniscas. Las formaciones calcáreas por su potencial carsticidad deben ser evaluadas con mayor detalle.

Los taludes rocosos, con pendientes de 25 – 30º, se muestran muy estables y la posibilidad de procesos de desestabilización con embalse lleno quedan descartadas, sobre todo por la escasa cobertura de suelos.

En relación a las condiciones de estanqueidad, el área de embalse merece una evaluación favorable, debido a que las rocas volcánicas no son proclives a los procesos cársticos, y principalmente porque la roca basamento se considera impermeable, a excepción de un tramo constituido por rocas calcáreas, cuyas condiciones geológicas e hidrogeológicas deben ser estudiadas en detalle.

3.3.5 Condiciones Geológicas Geotécnicas del Área de Presa

El eje de presa está ubicado en un estrechamiento del valle, donde el río ha labrado su curso, ligeramente sinuoso, en macizos rocosos constituidos por caliza de la formación Condorsinga (Ji-c).

Dicho estrechamiento o garganta tiene forma trapezoidal, con taludes pronunciados en ambos flancos (35 – 45 º). En el fondo del valle, las terrazas aluviales se elevan en 2 – 3 m por encima del cauce actual del río, cuya gradiente no supera el 2%.

El eje de presa fue ubicado, aproximadamente, a 1.5 km aguas abajo del inicio de la garganta. En este sector, ambos estribos están constituidos por macizos rocosos de caliza, bien expuestos, prácticamente carentes de cobertura de suelo.

El macizo rocoso superficialmente se presenta moderadamente fracturado, poco alterado, con ligeras huellas de actividad cársticas. Al golpe de martillo se comportan duras y resistentes.

Se asume que las propiedades físico-mecánicas de estas rocas corresponden a roca buena y regular.

Las terrazas aluviales del fondo del valle están constituidas por cantos rodados y gravas, rellenados por arena limosa; al interior se presume que existen algunos lentes limo-arcillosos.

La superficie del basamento rocoso se infiere aproximadamente a los 30 – 35 m. Los depósitos aluviales se infieren de propiedades permeables a muy permeables ($K = 10^{-2}$, 10^{-3} cm/s); el ángulo de fricción de los horizontes aluviales más compactos se estima en 25 – 28º, la cohesión se estima muy baja o que dichos suelos no presenten cohesión.

3.3.6 Condiciones Geológicas Geotécnicas Alternativa Yanacocha

3.3.6.1 Ubicación

La alternativa Yanacocha está ubicada en el valle del río Cunas, identificándose el sector del cierre en las siguientes coordenadas UTM N = 8 674 800.00, E = 449790.00. La base del valle en ese sector alcanza la cota 3,443 msnm.

El territorio involucrado con la alternativa, político administrativamente pertenece al distrito de San Juan de Quero Provincia de Huancayo departamento de Junín.

El acceso al área de la alternativa está facilitado por la carretera que une Lima-Huancayo-Chupaca-Yauyos-Cañete-Lima.

3.3.6.2 Geomorfología

En base a la disponibilidad de los recursos hídricos regulables además de otras consideraciones que resultan del planteamiento, se determinó una altura de presa de

aproximadamente 70 m, alcanzando el nivel de agua de máxima operación (NAMO) a la cota 3520 msnm, generándose así un gran espejo de agua que invade los valles y/o quebradas de Cunas, Colpa, Consac, Chalhuas, Acuachi y Mitulluyo.

Los contrafuertes de la cubeta de inundación se caracterizan por su morfología ondulada, conformada por lomas o colinas de pendientes suaves, disectadas por las numerosas quebradas antes mencionadas. Los taludes naturales de dichas colinas generalmente no sobrepasan los 25 – 30º. El río Cunas y quebradas adyacentes presentan gradientes cercanas al 1% de tal manera que el embalse se extenderá siguiendo las depresiones entre 6 y 7 km desde el eje de presa.

La cubeta natural, que servirá de vaso para el embalse Yanacocha, está íntegramente labrada sobre los macizos rocosos que conforman la formación Casapalca (Ksp-c), constituido por una secuencia de conglomerados, bancos de calizas y margas, areniscas y lutitas de tonalidades abigarradas.

La formación Casapalca tiene gran propagación en dirección sur del área de estudio, extendiéndose aproximadamente unos 15 km por el valle de Cunas, hasta la localidad de San Juan de Jarpa mientras que hacía cada uno de los flancos del valle se extiende unos 5 km.

La estructura geológica dominante del área de embalse es la de un monoclinal, siendo la tendencia de rumbo de los estratos NO – SE, cuyos ángulos de buzamiento varían entre 10° y 45° y la dirección de buzamiento es hacia el SO.

Los depósitos cuaternarios de mayor propagación en el área del embalse, resultan ser los depósitos aluviales correspondientes a los cauces anegadizos y supraanegadizos del río Cunas y sus tributarios (Qiv-al), constituidos por cantos rodados y gravas con relleno areno-limoso, cuyos espesores en profundidad varían entre 8 a 10 m.

En relación a los depósitos de deslizamiento, aunque ocupan posiciones marginales se considera muy importante su referencia. Uno de los conos de deslizamiento, se encuentra ubicado en el flanco izquierdo del valle de Cunas, adyacentes al eje de presa; este deslizamiento por tener implicancias directas con la seguridad del embalse y con las obras de regulación será evaluado en numeral aparte.

Durante los recorridos geológicos por las quebradas tributarias, incluso más allá de los límites del área de influencia de la zona del embalse no fueron observadas áreas con procesos erosivos acelerados, focos de erosión, denudación y acarreo acelerado de sólidos en suspensión o de arrastre, que podrían colmatar y restar la vida útil del embalse. En consecuencia los procesos erosivos existentes se encuentran dentro de los riesgos admisibles y no requieren de la previsión de medidas especiales para su atenuación.

La acción erosiva y acarreo de sólidos desde las cabeceras del río Cunas y de sus principales tributarios, deben ser evaluadas y tomadas en consideración desde el punto de vista hidrológico.

Cabe resaltar que en el flanco izquierdo del valle de Cunas existen por lo menos dos sectores deslizados que concitan la atención como potenciales focos de peligro geológico y que merecen ser evaluados en detalle.

Uno de ellos es el antiguo deslizamiento, ya antes referido, ubicado aguas arriba y adyacente al estribo izquierdo del eje de presa, que para los objetivos del presente estudio se denominará como deslizamiento Auquilluyo por estar ubicado al pie de dicho promontorio, cuyas condiciones de estabilidad serán tratadas numeral aparte, más adelante.

El otro sector es el gran deslizamiento ubicado aguas abajo del eje de presa y que se extiende por el flanco izquierdo del valle por cerca de 5 km, aproximadamente hasta la localidad de Roncha. Altimétricamente se propaga aproximadamente desde las cotas 3400 a 3450 msnm, que coincide con el curso del río Cunas, elevándose hasta las cotas 3700 y 3800 msnm y cuyo límite superior es irregular y ondulado; este deslizamiento en adelante se denominará Uchapata en alusión a esta localidad.

Manifestaciones de agua subterránea se observan en forma de zonas de humectación, donde los pastos permanecen verdes durante todo el año; estos puntos de humectaciones se ubican hacia las nacientes o cotas superiores de los deslizamientos.

Referente a las condiciones de estabilidad de estas zonas de deslizamiento, se ha percibido que no existen huellas o cicatrices recientes que acusen movimientos de la masa.

Yanacocha es una de las alternativas más atractivas por el gran volumen de su embalse que sobrepasa de 3 a 6 veces el volumen del reservorio de cualquiera de las alternativas antes estudiadas.

Al mismo tiempo el problema de estanquidad del embalse Yanacocha resultó el más preocupante, en comparación con las demás alternativas, motivado por sospechas que pudieran producirse grandes pérdidas de agua por filtración a través de los bordes del reservorio. Considerado como un problema clave para la factibilidad de la alternativa, por lo que fue decidido resolverlo de antemano empleando algunos métodos especiales de estudio por simulación numérica de la situación hidrogeológica.

3.3.7 Condiciones Geológicas Geotécnicas del Área de Presa

En la práctica hay escasa holgura para jugar o buscar un mejor emplazamiento del eje de presa; si se intenta trasladar hacia aguas abajo el eje involucra el deslizamiento Uchapata y si se traslada hacia aguas arriba el eje se interna en el cuerpo del deslizamiento Auquilluyo.

En relación a los resultados obtenidos en los estudios previos, surgió la necesidad de establecer con mayor realismo la configuración del modelo geológico – estructural, definir las condiciones hidrogeológicas, y especialmente proporcionar los elementos de juicio necesarios para juzgar las condiciones de fundación de la presa, condiciones de estabilidad del estribo izquierdo, entre otros objetivos.

Se consideró como dato referencial la altura de presa de 70 m., cuyo nivel NAMO alcanzará aproximadamente la cota 3520 msnm.

3.3.7.1 Condiciones Geológicas del Estribo Izquierdo

El flanco izquierdo del valle involucrado con el estribo izquierdo, presenta relieve topográfico irregular y cuyo talud promedio tiene aproximadamente 40º, dicho sector está cubierto totalmente por depósitos cuaternarios deslizados, y la roca basamento

aproximadamente aflora a partir de la cota 3,600 – 3,650 msnm. Dicho afloramiento consiste de calizas gris oscuras finas, aunque por alteración cambian a tonalidades claras, algunos bancos o estratos presentan abundantes restos de fósiles de bivalvos y lamelibranquios, estudios efectuados por Megard et.al. para Binnie & Partners (1980)[34], asignan dichos afloramientos a la edad Jurásica inferior correlativas a la formación Condorsinga, se ha determinado la estructura de un gran anticlinal tumbado cuyo eje axial pasa por el cerro Auquilluyo con dirección NO-SE en cuyo núcleo involucra a las formaciones Aramachay y Chambará.

En los afloramientos registrados en cotas superiores al estribo de la presa las calizas se muestran bastante fracturadas y moderadamente alteradas

En profundidad, debajo de los depósitos de deslizamiento, la superficie del macizo rocoso presenta fuerte inclinación, aproximadamente 55º - 60º.

Los depósitos cuaternarios están constituidos predominantemente por bloques heterométricos de caliza, con inclusiones de bloque de travertino, chert y areniscas en los niveles cercanos a la superficie. Los bloques rocosos están rellenados por suelo arcillo – limoso de tonalidades marrón rojizas provenientes probablemente de la desintegración de las rocas de la formación Casapalca, principalmente. La predominancia de los fragmentos rocosos frente a los materiales finos se estima entre 60 – 80%, aunque se observan bruscas variaciones locales en cuanto a su edominancia.

La presencia de bolsonadas pseudos horizontales de capas de arenas limosas con depositación rítmica en las paredes de la galería 1045, son interpretadas como antiguas cavidades càrsticas o espacios vacíos – interbloques, que fueron rellenados paulatinamente en épocas asociadas al embalse natural y formación de la laguna Yanacocha. La existencia de sedimentos de tipo lacustrino en posición horizontal ayuda a confirmar que la masa deslizada es anterior a la formación de la laguna y que su estabilidad no ha sido afectada en tiempos geológicos recientes (últimos 10,000 años), aunque no se descarta la ocurrencia de episodios posteriores de movimientos.

3.3.7.2 Condiciones Geológicas del estribo Derecho

En el flanco derecho del valle afloran rocas sedimentarias constituido por molasas y calizas correspondientes a la formación Casapalca (KsTi – c).

El estribo derecho de la presa constituido por una sucesión de bancos de limonita y argilita, intercala do con horizontes conglomerádicos, de propiedades impermeables, en cuya base descansan horizontes de calizas con intercalaciones de areniscas y limonitas.

Comúnmente estos horizontes litológicos, en superficie se presentan muy alterados y fracturados, siendo posible identificar con claridad las orientaciones de estratificación y con mucha dificultad a las orientaciones de fracturamiento.

En superficie se observa que los diferentes horizontes de la formación Casapalca presentan rumbo aproximadamente NO-SE y buzamiento hacia el SO con ángulos de 10 – 25º. En los límites de afloramiento de la formación Casapalca, también fueron observados ligeros plegamientos con el eje axial con dirección N –S; sin embargo dichas particularidades no están reflejados en los planos geológicos por razones de escala.

Los depósitos cuaternarios cartografiados en el estribo derecho del eje de presa consistentes de depósitos deluviales (Qiv – dl), constituidos por suelo arcilloso, rojizo,

plástico con escasas inclusiones de fragmentos sólidos. Dichos depósitos fueron formados principalmente por la erosión y transporte desde la penillanura Colpa Loma, donde yace un gran banco de arcillas.

El espesor de los conos deluviales acumulados tanto aguas abajo como arriba del eje de presa, se estiman entre 15 a 20 m, los mismos que deben ser retirados en el proceso de construcción de la presa. Sus propiedades litológicas granulométricas y físico – mecánicas están descritas en el numeral 6.0 bajo el título de materiales de construcción – Cantera Colpa.

3.3.7.3 Condiciones Geológicas en la base del valle

La superficie de contacto entre la roca basamento y los depósitos cuaternario, corresponde a la morfología de un paleovalle, con la parte más profunda hacia el sector del flanco izquierdo donde antiguos horizontes aluviales (QIII-al) han quedado enterrados por los materiales del antiguo deslizamiento Auquilluyo. En consecuencia el antiguo curso del río Cunas habría tenido su cauce más hacia el flanco izquierdo del valle.

La profundidad de la superficie de contacto suelo/roca, debajo del cauce actual del río y más hacia la izquierda, fue definida entre 76 y 80 m, debajo de la terraza aluvial (QIV – al) reciente. La profundidad del contacto suelo/roca decrece paulatinamente hasta alcanzar 20 – 25 m. al pie del talud del estribo derecho.

La litología debajo de la terraza aluvial (QIV-al) presenta anisotropía vertical. Se compone de una secuencia de horizontes gravosos con relleno arenoso (GP), muy permeables, intercalados con lentes arcillo limosos ligeramente orgánicos, húmedos a saturados, de consistencia plásticas, de 5,8 y 10 m. de espesor, cuya propagación lateral es horizontal y en forma de lentes.

3.3.8 Materiales de Construcción Alternativa Achipampa

En áreas adyacentes al eje de presa existen áreas de préstamo de materiales de construcción locales. De las proximidades de las localidades de Cachi y Yanacancha, distantes entre 10 – 15 km, se puede obtener material arcillo-limoso para núcleo impermeable.

De los depósitos aluviales del fondo del valle, adyacentes al eje de presa, se puede obtener materiales para agregados de concreto, filtro y rip-rap. La granulometría, predominantemente gruesa, de cantos mayores a las 3” (60%), obligará al uso de una planta chancadora. Para la obtención de materiales para enrocado se recomienda explotar mediante voladura los macizos rocosos volcánicos ampliamente expuestos en ambos flancos del valle, cercanos al área de embalse.

Para la explotación de las áreas de préstamo de finos y cantera de enrocado se debe prever la construcción de vías de acceso auxiliares (algunos kilómetros) a partir de la vía de acceso principal.

3.3.9 Materiales de Construcción Alternativa Yanacocha

3.3.9.1 Material Impermeable

Para esta alternativa se ha considerado la cantera La Colpa, por su cercanía al eje de presa (1km); el suelo que predomina en estas canteras es arcilla (CL) plásticas, con 16 a

25 % de arena, descartando las áreas de arcillas muy plásticas, (LL= 30 – 45%, IP= 10 – 30%)

El material impermeable de esta cantera es regular, para ser usado como núcleo e la presa por tener baja resistencia al corte en estado compacto y saturado, es impermeable en estado compactado.

Se debe bajar la plasticidad para no tener problemas de dispersividad, haciendo una mezcla con material gravoso (cantera Yanacocha), 70% de material arcilloso y 30% de material gravoso, con la cual se mejora la resistencia al corte y se baja la plasticidad.

Tiene una sección probada de 1 km por 300m y una potencia de 4m.; una sección probable de 1 km por 350 m y una potencia de 6 m, teniendo un volumen disponible de 2`100,000m3.

3.3.9.2 Materiales de agregados para concreto

Para esta alternativa se ha considerado la cantera Yanacocha por su cercanía del eje de la presa. Tiene una sección promedio de 63 ha con una altura probada de 3.0m y probable de 5 – 6 m, obteniendo un volumen total probado de 1`890,000 m3 y probable de 3`150,000 m3.

La disponibilidad de estos materiales en la Cantera de Yanacocha es:

<u>Material para volumen probado</u>

- Grava 328,500 m3
- Arena 604,800 m3
- Material para chancar de 4” a 1” 774,900 m3

<u>Material para volumen probable</u>

- Grava 547,500 m3
- Arena 1`008,000 m3
- Material para chancar de 4” a 1” 1`291,500 m3

En cuanto al agregado fino de esta cantera, la gradación indica que es una arena gruesa y en consecuencia se debe efectuar un trabajo complementario para obtener arena de menor diámetro, esto por medio de una chancadora.

3.3.9.3 Material para enrocado

Para esta alternativa se han ubicado dos canteras:

a. Cantera de Roca CR-Y-01

Se encuentra en la ladera derecha del valle del río Cunas y aguas abajo del área de represamiento; tiene las siguientes coordenadas:

- N = 8674900
- E = 450390

Encontrándose a una altitud máxima de 3700 msnm y mínima de 3600 msnm, de pendientes moderadas que van de 25 a 35º, se encuentra distante 1 a 1.5 km del eje de presa, constituidos por rocas calizas areniscosas que presenta características físico-

mecánicas aceptables y con reservas ilimitadas, dichas características se hallan detalladas en el cuadro Nº 10 del Estudio Geológico Geotécnico.

b. Cantera de Roca CR-Y-02

Se ubica en el flanco derecho del valle Cunas, cerca de la hacienda Colpa, distante aproximadamente a 3.0 km del eje de presa, encontrándosele en las siguientes coordenadas UTM:

- N = 8673200
- E = 449.250

Se presenta a una altitud máxima de 3600 msnm y altitud mínima de 3550 msnm, y de pendientes moderadas que están entre 20 – 25º , esta ladera esta constituida principalmente por rocas volcánicas (intercalación de andesitas y brechas tobáceas), las características físico-mecánicas de las andesitas son apropiadas para este tipo de obras, mientras que las brechas tobáceas son inapropiadas por su fuerte alteración, esta cantera tiene un volumen mayor a 281,250 m3 con reservas ilimitadas, las características físico – mecánicas se resumen en el cuadro Nº 11 del Estudio Geológico Geotécnico.

CAPITULO IV : CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios seguidos para desarrollo de los esquemas propuestos, tienen en cuenta las particularidades para cada tipo de obra, principalmente las obras de almacenamiento y regulación, captación o bocatoma, conducciones principales y obras de arte especiales como sifones y conductos cubiertos para cruce de quebradas. En general, los esquemas hidráulicos propuestos se proyectan en base a la información obtenida, destacando la contenida en el Estudio de Factibilidad Regulaciones Sub Cuencas de los Ríos Cunas y Vilca elaborada por la consultora CESEL S.A. en Abril del 2 000. Los esquemas alternativos incluyen todas las obras de cabecera necesarias para la operación de riego con regulación, dejando para la siguiente fase del estudio, realizar un análisis más detallado que determine con mayor precisión las formas de estas estructuras.

4.1 CRITERIOS GENERALES PARA DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN DEL CUERPO DE PRESA

- Se tiene en cuenta las condiciones morfológicas que presentan las zonas de la boquilla y características de los materiales que conforman la sección de cierre (estribos y cauce), principalmente desde el punto de vista de permeabilidad y capacidad de sustentación. En el caso del cuerpo de presa Yanacocha, se toma en cuenta las características de la sección de cierre adoptada en el estudio presentado por CESEL S.A.

- Identificación de los materiales que existen en las proximidades de la zona de la boquilla, con posibilidades de utilizar en la conformación de los rellenos que den forma a la sección del cuerpo de presa. Para la presa Yanacocha, se prevé utilizar material impermeable de la cantera La Colpa ubicada a una distancia 2.0 km, para filtros y agregados de concreto de la cantera Yanacocha distante a 2.0 km, para roca de la cantera CR-Y-01 a 2.0 km y material para espaldones a 1.0 km. Para la presa Achipampa, se prevé obtener material impermeable de canteras cercanas a las localidades de Cachi y Yanacanchi ubicadas aproximadamente a 10.0 km de la presa, material de filtro roca y agregado para concreto de los depósitos aluviales del fondo del valle adyacentes al eje de presa distante a 2.0 km y para espaldones desde 1.0 km.

- El talud del núcleo impermeable en la base, tanto para aguas arriba como para aguas abajo será de 1:1 (H:V), asegurando un buen empotramiento con la cimentación, procurando un mayor recorrido del flujo.

- El talud del núcleo impermeable en el cuerpo de presa se proyecta de 0.25:1 (H:V), con ancho de corona 6.0m, asegurando el comportamiento impermeable de la pantalla desde el nivel de la fundación.

- Los espaldones a conformarse con gravas arenosas darán estabilidad al cuerpo de presa y permitirán una rápida disipación de la presión de poros debido a su alta permeabilidad, en beneficio de la estabilidad desminuyendo las necesidades de filtros intermedios o zonas de transición para el control de la migración de partículas entre el núcleo y los espaldones.

- El talud exterior de los espaldones en la presa de tierra con núcleo impermeable, será aguas abajo de 2.0:1(H:V) y aguas arriba 2.5:1(H:V), debiendo protegerse estos con la cobertura de material de rip –rap, apoyado sobre el talud de los espaldones, de 0.50 m de espesor. En el caso de la presa de tierra con pantalla de concreto el talud aguas abajo y aguas arriba será 2.0:1(H:V)

- Para la definición de la altura del borde libre, se considera que el vaso no presenta zonas inestables, disminuyendo las posibilidades de deslizamientos como causa de generación de oleajes, por lo que la determinación del borde libre se obtiene básicamente en función de la ocasionada por el viento.

- Se asume una velocidad máxima de viento de 80 km /h en dirección normal al emplazamiento del eje de presa, debido a que no se dispone de mediciones en la zona. El fetch obtenido es aproximadamente de 1.8 km, sobre el que actuará la velocidad del viento. Para fines de determinación de la altura de la ola se emplearon las siguientes expresiones teóricas.

  - US ARM y Coastal Enginners Research Center.

$$g \times h/V2 = 0.283 * tg\ h\ (0.025(g*fe/V^2)^{0.42})$$

Donde: tgh = tangente hiperbólica.

Fe = fetch efectivo.

V = velocidad del viento.

G = Aceleración de la gravedad

H = altura de la ola.

  - Stevenson.

$$h = 0.76 + 0.34(Fe)^{0.5} - 0.26(Fe)^{0.25}$$

  - Iribarren

$$h = 1.20(Fe)^{0.25}$$

Para el diseño, se adopta el borde libre con factor de seguridad 1.5 veces la altura de la ola calculada. Se determinó un borde libre de 5.5 m de altura, considerando las posibilidades de generación de oleajes principalmente debido a la corta longitud del embalse.

- La determinación del ancho de corona se obtuvo, con la aplicación de las siguientes expresiones teóricas, considerando una altura máxima de presa de 40 y 50 m.

  - Bureau of Reclamation.

$$B = (H/5) + 10$$

  - Formula Italiana.

$$B = 1.4\ (H - 1.5)^{0.5}$$

  - Norma de España

$$B = 1.5\ (3 + 1.5\ (H - 15)^{1/3})$$

Se adopto, un ancho de corona igual a 10.0 m para las diferentes alturas.

4.2 CRITERIOS ESPECÍFICOS PARA FORMULACIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS DE PRESA

4.2.1 Propuesta de Tratamiento de la Fundación

La propuesta de solución del cuerpo de presa Yanacocha, tiene en cuenta la información e interpretación geotécnica detallada, presentada en el estudio realizado por CESEL, considerando para el presente proyecto el diseño de la pantalla de impermeabilización, incluyendo las zonas de los estribos, en base a los materiales depositados en la zona de fundación. Considerando los siguientes aspectos geotécnicos:

- Cubierta extremadamente profunda de material no rocoso en el cauce del río y especialmente en la margen izquierda del río.

- Alta permeabilidad de los depósitos en el cauce actual y el cauce antiguo del río.

- La permeabilidad potencial de los estribos rocosos, posiblemente ampliada por fenómenos cársticos.

- La estabilidad crítica del depósito proveniente de un antiguo deslizamiento, que cubre actualmente una zona del estribo izquierdo, desde unos 600 m aguas arriba del eje de la presa Yanacocha.

- El posible peligro de liquefacción, de una de las capas limosas dentro del material aluvial o lacustre en el río, en caso de fenómenos sísmicos.

En procura de mejorar las condiciones naturales de la permeabilidad en las zonas de la boquilla, se propone ejecutar una amplia pantalla de cimentación, inclusive en los dos estribos del valle.

Por otro lado en ambas zonas de presa, la estabilidad del material no rocoso en la zona de deslizamiento, aguas arriba de la presa en la margen izquierda, se mejorará por descarga de la parte superior. Lo mismo se recargará el área del cauce del río entre la ataguía aguas arriba y el cuerpo de presa. De esta manera se evitarán en esta área futuros deslizamientos como resultado del embalse.

En el caso del cuerpo de presa Achipampa, la cortina de impermeabilización se plantea de conformación similar a la solución determinada para la presa Yanacocha, en base a la información geológica superficial generada.

4.2.2 Aliviadero de Excedencias

El aliviadero de excedencias se plantea fuera del cuerpo de presa, del tipo Morning Glory, para trabajar a descarga libre, por ser la solución que mejor se adecua a la topografía. Estructura de alivio, cuya capacidad permitiría transitar por el vertedero el caudal resultante de la avenida máxima instantánea equivalente a un periodo de retorno de mil años, considerando el efecto de amortiguación del embalse por laminación.

La operación del embalse consistirá en mantener el nivel normal (NAMO) coincidente con el nivel de la cresta del vertedero. Determinando las formas con la siguiente expresión.

$$Q = C\,L\,H^{3/2}$$

Donde: Q = Caudal de descarga.
C = Coeficiente de descarga.
L = Longitud neta de cresta del vertedero.
H = Altura del tirante de agua.

En general, el emplazamiento de la sección del canal de descarga se prevé íntegramente en corte, sobre una plataforma en ladera, de forma rectangular de concreto armado de $f'c$=210 kg/cm^2.

4.2.3 Obra de Toma

Esta obra permitirá realizar el manejo del volumen de agua almacenada en el reservorio, prevista para ser emplazada en el cuerpo de presa al nivel mínimo de operación, conformada principalmente por una bocal de captación, túnel de conducción, sistema de compuertas, portal de salida y poza de amortiguación de energía. El dimensionamiento se proyectó en función del caudal máximo requerido para cubrir la demanda de agua del valle, igual a 14.0 m^3/s.

4.3 CRITERIOS PARA MEJORAMIENTO DE LA CAPTACIÓN Y CONDUCCION

4.3.1 De la Captación

- El planeamiento contempla conformar cada una de las soluciones propuestas, integrando a estas, las obras de captación existentes Angasmayo y Huarisca, mediante ejecución de obras para mejoramiento y ampliación de la capacidad de captación, adecuando los elementos que la conforman, a fin de garantizar la eficiencia de operación, siguiendo los criterios técnicos usuales en ingeniería para proyectos similares.

- La avenida máxima de diseño considerada es de 280 m3/s, valor equivalente a un período de retorno de 50 años, la que transitará de manera combinada a través de los barrajes móvil y fijo.
- El caudal máximo de diseño, a ser captado por rebose a través de las ventanas de captación en Angasmayo y Huarisca, se ha definido en 9.5 m3/s y 6.5 m3/s. Para controlar el ingreso de sólidos en suspensión y arrastre a través de la ventana de captación, se ha previsto un canal de limpia gruesa, ubicado frente a las ventanas de captación.
- Estará conformada por las siguientes obras principales: barrajes fijo y móvil, muros de encauzamiento aguas arriba, losa de fondo aguas arriba de la captación y canal de limpia, puente de maniobras, obras de protección del piso en la losa existente, enrocado pesado colocado aguas abajo y diques de protección en ambas márgenes. Asimismo, se considera el reemplazo del sistema de compuertas e izaje para la operación de regulación y limpia.

4.3.2 De la Conducción

- El proyecto considera, mejorar las conducciones existentes, Angasmayo Sicaya y Huarisca Huallacancha, obras de conducción en canal, cuya sección se encuentre revestida con concreto o enchapada de piedra, adecuándolas a las nuevas condiciones de capacidad y estabilidad, integrándolas a los esquemas de solución.
- En general, las excavaciones para la fundación de la sección hidráulica del canal, toma en cuenta la clasificación del material indicado en el estudio geológico, como material suelto, roca suelta y roca fija, representativos de cada uno de los tramos. El talud de excavación de la caja se adopta en 1:1 (V :H) y de la plataforma1:0.5 (V :H)
- La sección hidráulica de las conducciones se proyectan totalmente en corte, pudiendo el camino de acceso proyectarse en relleno con talud 1:1.5 (V:H).
- Camino de mantenimiento con material lastrado de 3.60 m de ancho, constituido por una capa de material de grava de 0.15 m de espesor a lo largo del canal,

CAPITULO V : DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS

A continuación se describe el conjunto de obras que conforman las alternativas de solución propuestas, planteadas en los esquemas de regulación denominados Yanacoha I y 1-A, y Achipampa II y II-A; con la finalidad de atender el riego de 15 000 has netas.

5.1 ALTERNATIVA I y I-A: REGULACION YANACOCHA

El análisis hidrológico de la subcuenca Cunas, determino que la producción hídrica en el eje de presa Yanacocha a la cota 3 446 msnm, alcanza un volumen promedio anual de 215 MMC; recurso que se prevé aprovechar mediante el emplazamiento de obras de almacenamiento y regulación en el sitio de Yanacocha; para lo cual se proyecta un tipo de presa de tierra para dos alturas, con capacidad para contener un volumen útil de 30 y 70.0 MMC y volumen muerto para sedimentos 15.0 MMC calculado para un periodo de vida útil de 50 años, conteniendo un volumen total de 45 y 85.0 MMC respectivamente, ambas con capacidad prevista para cubrir la demanda de agua para riego de 15 000 ha netas, con una garantía de riego del 86.3 % y 97.7%, considerando el servicio priorizado de 6 058 ha actuales desarrolladas bajo riego.

De la curva área volumen, se obtiene valores de niveles relacionados con los volúmenes de almacenamiento, así para 30 MMC y 70 MMC, corresponde al nivel normal de operación del embalse las cotas 3 473.50 msnm y 3 483.90 msnm, la que incrementada en 5.5 m de altura por carga de agua mas borde libre alcanzan las cotas de corona 3479.00 msnm y 3 489.40 msnm respectivamente.

Para la operación de los sistema de regulación, se prevé soltar al cauce del río Cunas un caudal máximo regulado de 14.0 m3/s, para luego ser captado aguas abajo en las bocatomas existentes Angasmayo a la cota 3 420 y Huariscas a la cota 3 290 msnm y derivar el caudal hacia ambas márgenes.

Reiterando que el presente estudio considera para el sitio de Yanacocha, la solución adoptada en el Estudio de Factibilidad de las Subcuencas de los Ríos Cunas y Vilca, elaborado por CESEL S.A. en Abril del 2 000, por considerar que esta solución se sustenta en investigaciones geotécnicas a nivel de detalle. Señalando que el sitio presenta características morfológicas con posibilidades de emplazar en este sitio una presa de relleno con núcleo central impermeable y espaldones de enrocado, de 36.5 m y 46.90 m de altura, adicionando a estas, obras de carácter temporal, como ataguías primaria y secundaria, túnel de desvío y obras de seguridad como aliviadero tipo Mornin Glori para eliminación de un caudal máximo de excedencias de 495 m3/s, equivalente a un periodo de retorno de 1 000 años.

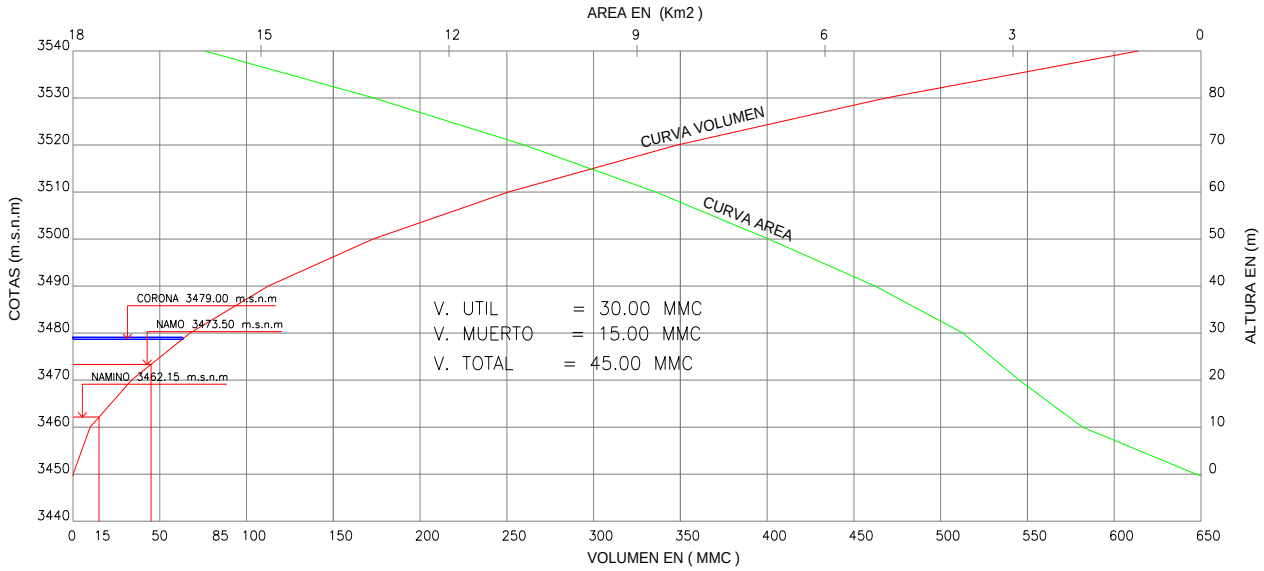
El núcleo de la presa se cimentará sobre los suelos lacustres, atravesando la capa superficial permeable de gravas y arenas. Asimismo el sector del muro diafragma de concreto plástico, se proyecta para ser conformado con arcillas de mediana plasticidad.

La sección del cuerpo de presa se prevé conformada por un núcleo central que se extiende hacia el pie de aguas arriba, para alojar el cabezal del muro diafragma. El núcleo estará protegido por dos capas de filtros en el talud de aguas arriba y por dos filtros y una capa de transición en la cara de aguas abajo. Completa la sección de la presa los espaldones de aguas arriba y aguas abajo, conformados por fragmentos de rocas. Finalmente la cara aguas arriba estará protegida con rip – rap.

Los espaldones de la presa de relleno, que podrán ser de enrocado, serán ubicados principalmente sobre los depósitos aluviales con un mínimo de excavación de la capa superior. Asentamientos no muy grandes en los espaldones no pondrán en peligro la integridad de la presa. La ubicación del muro diafragma proyectado en el pie de aguas arriba, tiene por objeto disponer de una superficie desde donde se pueda efectuar trabajos de perforación e inyectado a través de la cimentación, considerando que en el futuro se podrán requerir trabajos complementarios de impermeabilización.

Las obras conexas de la presa de relleno como, túnel de desvío, descarga de fondo, aliviadero, se colocarán en el estribo derecho sobre condiciones geotécnicas aceptables y con un mínimo de excavaciones del suelo. Para la siguiente etapa del estudio se propone incluir en el análisis la alternativa de presa de gravedad, de concreto rodillado; en el caso de que resultados de mayores investigaciones geotécnicas evidencien el riesgo de licuefacción del suelo de cimentación.

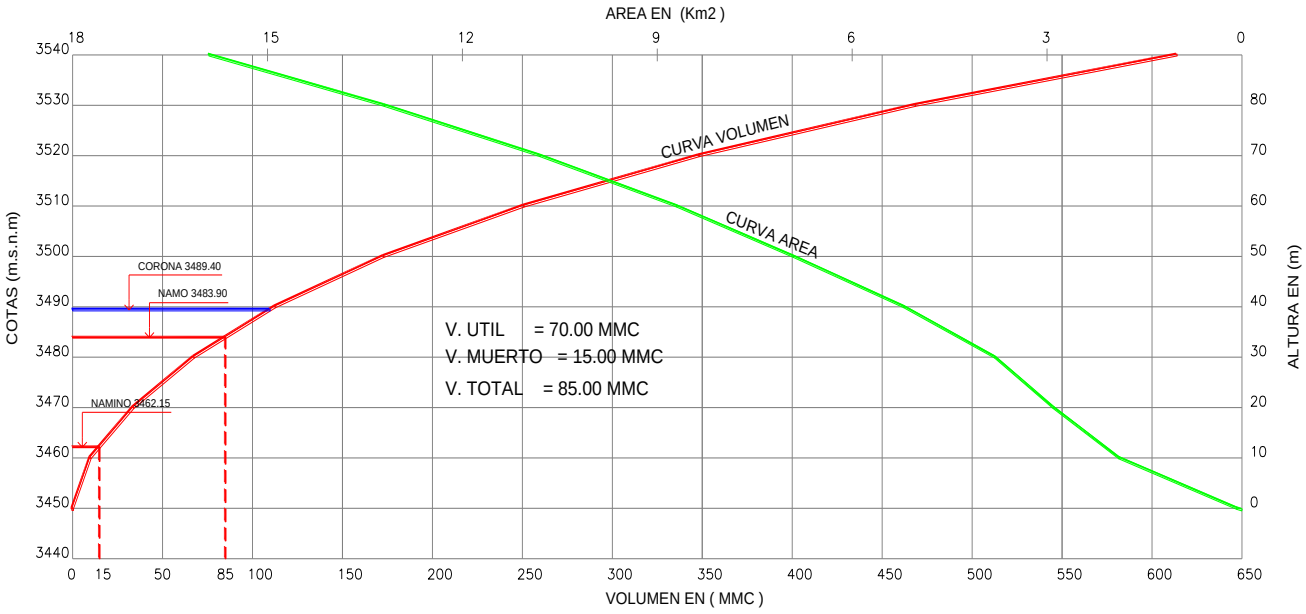
Gráfico Nº 01 Curva Área Volumen Yanacocha 30 MMC Utiles



Características del reservorio Yanacocha 30 MMC

- Operación .....Almacenamiento y regulación
- Nivel de corona .....3 479.00 msnm
- Nivel normal de operación.....3 473.50 msnm
- Nivel máximo de sedimentos .....3 462.15 msnm
- Nivel del cauce .....3 449.00 msnm
- Longitud de la presa (corona) ..... 300.00 m
- Altura de presa ..... 36.50 m
- Ancho de la corona ..... 10.00 m
- Volumen útil .....30.00 MMC
- Volumen de sedimentos (Tr = 50 años) .....15.00 MMC
- Caudal máximo de servicio ..... 13.00 m^3/s

Gráfico Nº 02 Curva Área Volumen Yanacocha 70 MMC Utiles



Características del reservorio Yanacocha 70 MMC

- Operación .....Almacenamiento y regulación
- Nivel de corona .....3 489.40 msnm
- Nivel normal de operación.....3 483.90 msnm
- Nivel máximo de sedimentos .....3 462.15 msnm
- Nivel del cauce .....3 449.00 msnm
- Longitud de la presa (corona) ..... 323.00 m
- Altura de presa ..... 46.90 m
- Ancho de la corona ..... 10.00 m
- Volumen útil .....70.00 MMC
- Volumen de sedimentos (Tr = 50 años) .....15.00 MMC
- Caudal máximo de servicio ..... 13.00 m^3/s

5.1.1 Obras de Captación y Derivación Margen Izquierda: Bocatoma Angasmayo

Como se indica en el planeamiento, el presente proyecto contempla, el mejoramiento y ampliación de la obra de captación existente Angasmayo, ubicada en el cauce del rúo Cunas aproximadamente a la cota 3 420 msnm, con bocal de derivación en la margen izquierda. Estructura común que se prevé formará parte de cada una de las alternativas de solución planteadas, para atender principalmente las áreas actualmente cultivadas, considerando realizar el mejoramiento y ampliación de los elementos que la conforman, a fin de asegurar la estabilidad de la obra y la eficiencia en la operación de captación, incidiendo en la bocal de captación, barraje móvil y barraje fijo, para garantizar la derivación de un caudal máximo de 9.50 m3/s y capacidad para transitar a través de la bocatoma un caudal máximo de 280 m3/s equivalente a un periodo de retorno de 50 años.

Dentro de la concepción del proyecto, para mejoramiento y ampliación de la bocatoma, se consideró la proyección de las siguientes obras principales:

5.1.1.1 Obras de funcionamiento

- Incremento de 10.0 m en la longitud de la poza disipadora y canal de limpia.
- Mampostería de piedra de 0.40 m sobre la superficie del barraje fijo y poza de disipación de energía
- Incremento en la longitud de la bocal de captación, adicionando una ventana con umbral de 4.0 m, colocada al mismo nivel que las ventanas existentes y adecuación de los muros y losa de fondo frente al ingreso del túnel.
- Sobreelevación de los muros de encauzamiento existentes en 1.50 m y prolongación de estos en 10.0 m de longitud aguas arriba y aguas abajo.
- Prolongación del muro guía, de 5.0 m de longitud

5.1.1.2 Obras de seguridad

- Diques de enrocado de 10.0 m aguas arriba y aguas abajo de la bocatoma, a fin de garantizar la aproximación del caudal de escorrentía a la bocatoma.
- Enrocado pesado de 10.0 m de longitud, de θ 1.0 m, en piso inmediatamente aguas abajo de la poza disipadora.

5.1.1.3 Obras de regulación

- Demolición y construcción de un nuevo puente de maniobras, para facilitar la operación de las compuertas, de 4.0 m de ancho.
- Implementación de nuevo sistema de compuertas y mecanismo de izaje, rejillas, etc.,

Las obras propuestas prevén otorgarle a la bocatoma, capacidad y eficiencia para realizar la operación de captación, permitir el transito de avenidas extraordinarias y por otro lado seguridad, evitando daños que pudieran poner en riesgo su estabilidad y por ende el éxito del proyecto.

<u>Características de las obras de Bocatoma Angasmayo</u>

- ❖ Caudal de captación.....9.50 m3/s
- ❖ Caudal de alivio, para Tr 50 años.....280.00 m3/s
- ❖ Ancho de la bocatoma ..... 20.00 m
- ❖ Longitud del barraje fijo ..... 20.00 m
- ❖ Longitud poza disipadora ..... 26.00 m
- ❖ Ancho poza disipadora ..... 20.00 m
- ❖ Ancho canal de limpia ..... 3.80 m
- ❖ Longitud poza de aproximación frente a compuertas de captación ..... 13.5 m
- ❖ Compuertas de captación (3 und.) ..... 2 m de largo x 1.5 m de alto
- ❖ Enrocado de protección aguas abajo 10.00m

5.1.2 Obra de Captación y Derivación Margen Derecha: Bocatoma Huarisca

Obra de derivación existente, ubicada en el cauce del río Cunas aproximadamente a la cota 3 290 msnm frente a la Central Hidroeléctrica Huarisca, estructura de derivación que se considera forma parte de ambas alternativas de regulación, para lo cual el proyecto prevé realizar obras de mejoramiento y ampliación de la misma, con bocal de captación en la margen derecha, para atender principalmente el requerimiento de la demanda de agua de las áreas ubicadas en esta margen, con la finalidad de obtener una estructura segura desde el punto de vista de estabilidad, eficiencia en la operación de captación para garantizar la captación de un caudal máximo de 6.5 m3/s, razonablemente económica y con capacidad para transitar a través de la bocatoma un caudal máximo de 280 m3/s equivalente a un periodo de retorno de 50 años.

Dentro de la concepción del proyecto, para mejoramiento y ampliación de la bocatoma, se consideró la proyección de las siguientes obras principales:

5.1.2.1 Obras de funcionamiento

- Incremento de 10.0 m en la longitud de la poza disipadora y canal de limpia.
- Mampostería de piedra de 0.40 m sobre la superficie del barraje fijo y poza de disipación de energía
- Eliminación de pilares intermedios existentes en el canal de limpia y disposición de nuevos pilares para emplazamiento de dos compuertas de limpia e incremento en la longitud de la bocal de captación adicionando dos ventana en el barraje móvil, con umbral de 4.0 m, colocada al mismo nivel que las ventanas existentes.
- Sobreelevación de los muros de encauzamiento existentes en 1.50 m y prolongación de estos en 10.0 m de longitud aguas arriba y aguas abajo.
- Prolongación del muro guía, de 5.0 m de longitud

5.1.2.2 Obras de seguridad

- Diques de enrocado de 10.0 m aguas arriba y aguas abajo de la bocatoma, a fin de garantizar la aproximación del caudal de escorrentía a la bocatoma.
- Enrocado pesado, θ 1.0 m, en piso inmediatamente aguas abajo de la poza disipadora.

5.1.2.3 Obras de regulación

- Demolición y construcción de un nuevo puente de maniobras, para facilitar la operación de las compuertas, de 4.0 m de ancho.
- Implementación de nuevo sistema de compuertas y mecanismo de izaje, rejillas, etc.,

Las obras propuestas prevén otorgarle a la bocatoma, capacidad y eficiencia para realizar la operación de captación, permitir el transito de avenidas extraordinarias y por otro lado seguridad, evitando daños que pudieran poner en riesgo su estabilidad y por ende el éxito del proyecto.

<u>Características de las obras de Bocatoma Huarisca</u>

- ❖ Caudal de captación.....6.50 m3/s
- ❖ Caudal de alivio, para Tr 50 años.....280.00 m3/s
- ❖ Ancho de la bocatoma ..... 23.50 m
- ❖ Longitud del barraje fijo ..... 15.00 m
- ❖ Longitud poza disipadora ..... 17.00 m
- ❖ Ancho poza disipadora ..... 15.00 m
- ❖ Ancho canal de limpia ..... 2.50 m
- ❖ Longitud losa de aproximación frente a compuertas de captación ..... 23.00 m
- ❖ Compuertas de captación (2 und.) ..... 2 m de largo x 1.5 m de alto
- ❖ Enrocado de protección aguas abajo 10.00m

5.1.3 Obra de Conducción Principal y Obras de Arte, sobre la Margen Izquierda.

El desarrollo de la conducción principal proyectada sobre la margen izquierda, se origina a partir de la bocatoma Angasmayo aproximadamente a la cota 3 420 msnm, desarrollando en túnel y canal una longitud proyectada de 20.7 km, que se prevé formará parte de cada una de las alternativas de solución planteadas, para atender un total de 8 300 ha, priorizando el servicio de las áreas actualmente cultivadas.

El proyecto contempla adecuar la conducción existente Angasmayo Sicaya, previendo realizar el mejoramiento y ampliación de la sección hidráulica de la conducción a los nuevos requerimientos de capacidad para conducir un caudal máximo de 7.0 m3/s.

El sistema de conducción de la margen izquierda incluye los siguientes tramos de canal:

- El tramo de conducción del km 0+000 al km 5+850, presenta 6 túneles de corta longitud; estructuras cuya sección hidráulica se proyecta ampliar para conducir el caudal máximo de 9.5 m3/s hasta antes de la cámara de carga de la Central Hidroeléctrica Huarisca, a partir de la cual se bifurca 2.5 m3/s para la Central Hidroeléctrica y 7.0 m3/s para atender las demandas de riego de la parte baja.
- Continuando en canal la conducción del km 5+850 al km 20+700, se considera ampliar la sección trapezoidal telescópica revestida de concreto, adecuada para conducir un caudal máximo de 7.0 m3/s y un mínimo de 3.0 m3/s. En el km 14+000 se proyecta un túnel de 300 m de longitud.
- Asimismo, se contempla el emplazamiento de obras de arte principales del tipo conducto cubierto y sifones, para superar el cruce de caminos y quebradas ríos y depresiones y otras obras de arte menores como tomas laterales, alcantarillas etc.

5.1.3.1 Sifones invertidos:

- Sifón Nº1: KM 17+000, de 50 m de longitud
- Sifón Nº2: KM 18+000, de 50 m de longitud
- Sifón Nº3: KM 18+700, de 50 m de longitud

5.1.3.2 Conducto Cubierto

- CC. Nº 1: km 7+050, de 30.0 m de longitud.
- CC. Nº 2: km 9+650, de 30.0 m de longitud.
- CC. Nº 3: km 11+500, de 30.0 m de longitud.
- CC. Nº 4: km 19+200, de 30.0 m de longitud.

5.1.4 Obra de Conducción Principal y Obras de Arte, sobre la Margen Derecha.

La conducción principal proyectada en la margen izquierda, se desarrolla básicamente sobre el trazo del canal existente Huarisca Huallacancha de 4.8 km de longitud, el que presenta una sección hidráulica enchapada de piedra, con capacidad para conducir 3.0 m3/s. El presente proyecto considera adecuar la sección del canal existente, ampliándola para una capacidad máxima de 6.5 m3/s y mínima de 1.5 m3/s, originada a partir de la bocatoma Huarisca aproximadamente a la cota 3 290 msnm, desarrollando en canal una longitud proyectada de 13.37 km, para atender un total de 6 800 ha netas , priorizando el servicio de las áreas actualmente cultivadas.

El sistema de conducción de la margen izquierda incluye los siguientes tramos de canal:

- El tramo de canal existente, Huarisca Huallacancha, del km 0+000 al km 4+800, cuya sección hidráulica se proyecta mejorar y ampliar para conducir un caudal máximo de 6.5 m3/s, revestido con enchape de piedra, con desarrollo hasta antes del partidor.
- En el tramo de canal existente, entre el partidor Huallacancha y el sector de Chongos Bajo, del km 4+8000 al km 14+500, de sección revestida de concreto; el proyecto considera conformar la sección del canal adecuándola para conducir un caudal máximo de 3.0 m3/s.

- En el tramo de canal nuevo, entre el km 14+500 al km 19+700, el proyecto considera conformar una sección de canal telescópica, con capacidad para conducir un caudal máximo de 1.5 m3/s.
- Asimismo, se contempla el emplazamiento de obras de arte principales del tipo conducto cubierto y sifones, para superar el cruce de caminos y quebradas ríos y depresiones y otras obras de arte menores como tomas laterales, alcantarillas etc.

5.1.4.1 Sifones invertidos:

- Sifón Nº1: KM 15+700, de 50 m de longitud
- Sifón Nº2: KM 18+600, de 50 m de longitud

5.1.4.2 Conducto Cubierto

- CC. Nº 1: km 2+000, de 30.0 m de longitud.
- CC. Nº 2: km 4+700, de 30.0 m de longitud.
- CC. Nº 3: km 5+900, de 30.0 m de longitud.
- CC. Nº 4: km 7+900, de 30.0 m de longitud.
- CC. Nº 5: km 11+200, de 30.0 m de longitud

5.2 ALTERNATIVA II y II-A: REGULACIÓN ACHIPAMPA

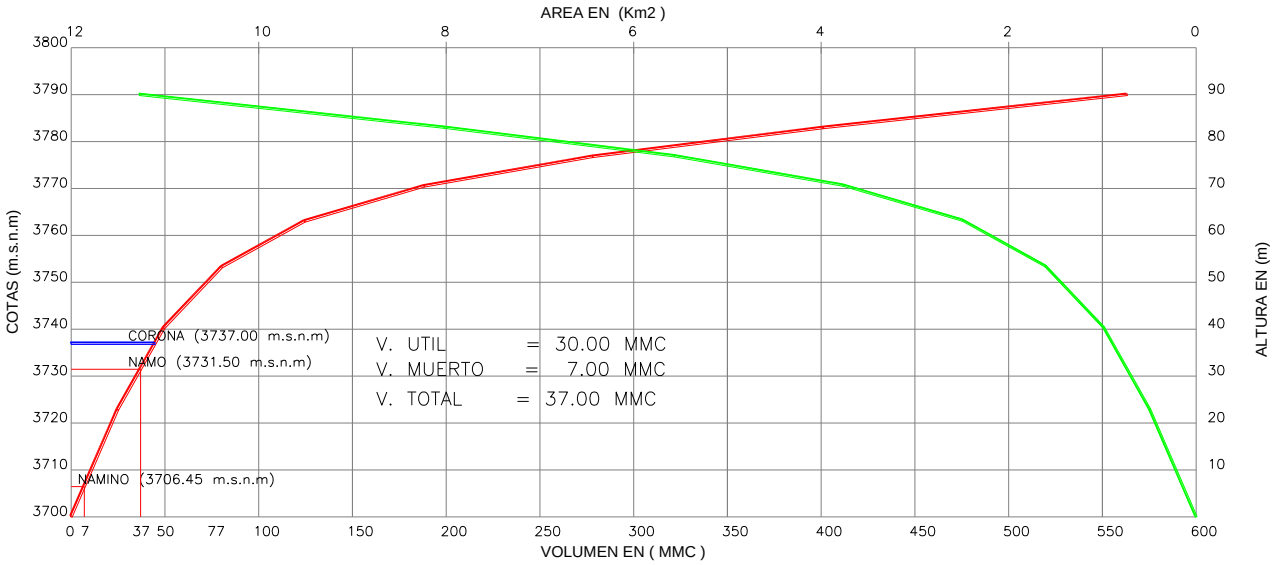
El análisis hidrológico de la subcuenca Cunas, determina que la producción hídrica en el eje de presa Achipampa, ubicado en el cauce del río Cunas aproximadamente a la cota 3 700 msnm, alcanza un volumen promedio anual de 100 MMC. Esta alternativa de regulación Achipampa, proyectada para almacenar en el vaso un total de 37.0 y 77.0 MMC, de los cuales 30.0 y 70.0 MMC corresponden al volumen útil, calculados para cubrir el déficit de la demanda de agua del proyecto para riego de 15 000 ha netas, incluyendo el servicio priorizado de 6 058 ha actuales desarrolladas bajo riego y un volumen de sedimentos de 7.0 MMC para un periodo de vida útil de 50 años; valores que relacionados con la curva área volumen, le corresponde al nivel normal de operación del embalse las cotas 3 731.50 msnm y 3 751.80 msnm, niveles que incrementados en 5.5 m de altura por carga de agua mas borde libre alcanzan las cotas de corona 3 737.00 msnm y 3 757.30 msnm respectivamente.

Como en el caso de la alternativas anterior, la operación del sistema de regulación, contempla soltar el caudal regulado al cauce del río Cunas, para luego ser captado aguas abajo en las bocatomas existentes Angasmayo a la cota 3 420 y Huariscas a la cota 3 290 msnm, derivando el caudal hacia ambas márgenes.

El análisis considera, la posibilidad de emplazar en este sitio una presa de relleno con núcleo central impermeable y espaldones de enrocado, de 57.30 m de altura, adicionando a esta, obras de carácter temporal, como ataguías primaria y secundaria, túnel de desvío y obras de seguridad como aliviadero tipo Mornin Glori para eliminación de un caudal máximo de excedencias de 219 m3/s, equivalente a un periodo de retorno de 1 000 años.

Para la siguiente etapa del estudio se propone incluir en el análisis la alternativa de presa de gravedad, de concreto rodillado; en el caso de que resultados de mayores investigaciones geotécnicas evidencien el riesgo de licuefacción del suelo de cimentación.

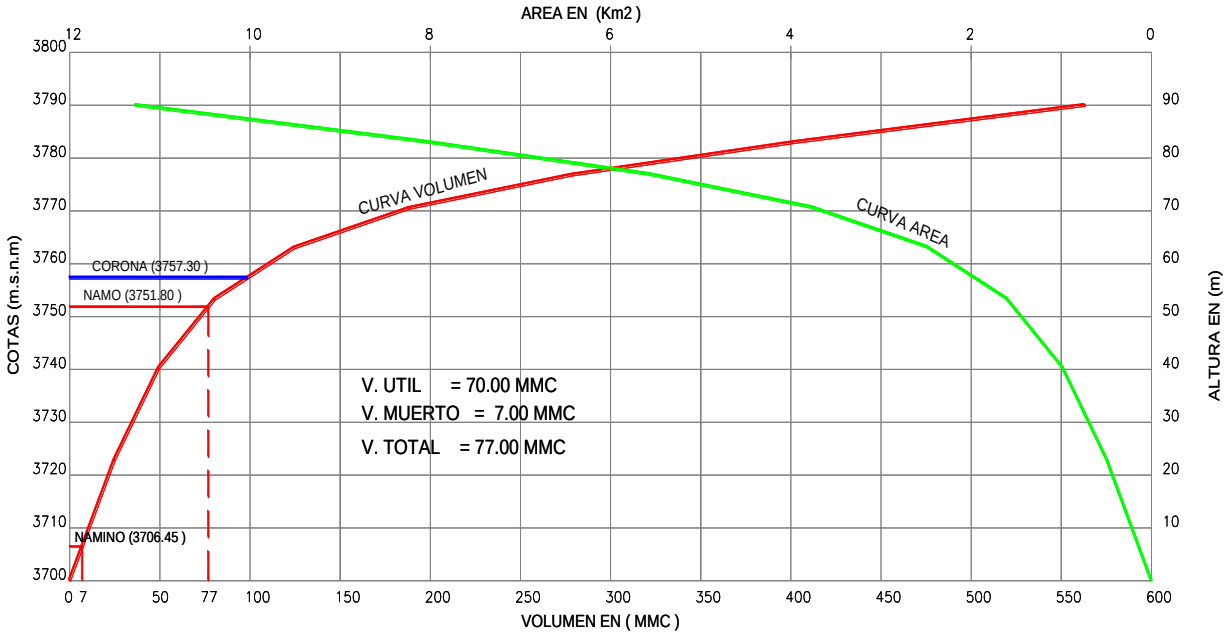
Gráfico N° 03 Curva Area Volumen Achipampa 30 MMC Utiles



Características del reservorio Achipampa 30 MMC

- Operación .....Almacenamiento y regulación
- Nivel de corona .....3 737.00 msnm
- Nivel normal de operación.....3 731.50 msnm
- Nivel máximo de sedimentos .....3 706.45 msnm
- Nivel del cauce .....3 700.00 msnm
- Longitud de la presa (corona) ..... 274.00 m
- Altura de presa ..... 37.00 m
- Ancho de la corona ..... 10.00 m
- Volumen útil .....30.00 MMC
- Volumen de sedimentos (Tr = 50 años) .....7.00 MMC
- Caudal máximo de servicio ..... 13.00 m^3/s

Gráfico Nº 04 Curva Área Volumen Achipampa 70 MMC Utiles



Características del reservorio Achipampa 70 MMC

- Operación .....Almacenamiento y regulación
- Nivel de corona .....3 757.30 msnm
- Nivel normal de operación.....3 751.80 msnm
- Nivel máximo de sedimentos .....3 706.45 msnm
- Nivel del cauce .....3 700.00 msnm
- Longitud de la presa (corona) ..... 320.00 m
- Altura de presa ..... 57.30 m
- Ancho de la corona ..... 10.00 m
- Volumen útil .....70.00 MMC
- Volumen de sedimentos (Tr = 50 años) .....7.00 MMC
- Caudal máximo de servicio ..... 13.00 m^3/s

5.2.1 Obra de Captación y Derivación: Angasmayo y Huarisca

Como se indica en el planeamiento, el esquema hidráulico del proyecto considera para ambas alternativas de almacenamiento y regulación, la inclusión de las estructuras de derivación existentes, Angasmayo y Huarisca, bajo las mismas premisas de mejoramiento y ampliación de la estructura existente, con iguales características de capacidad y forma, para derivar hacia la margen izquierda y derecha respectivamente, garantizando la derivación del caudal de la demanda de agua para 15 000 ha netas. Las características de estas estructuras se indican en la alternativa Yanacocha.

5.2.2 Obra de Conducción Principal y Obras de Arte, sobre Ambas Márgenes.

Obra común de conducción, que se propone formará parte de cada una de las alternativas de regulación propuestas Angasmayo y Yanacocha, con origen en las bocatomas Angasmayo y Huarisca, de iguales características hidráulicas y constructivas, descritas anteriormente, con capacidad para cubrir el servicio de la demanda de agua de 15 000 ha netas de la irrigación.

CAPITULO VI : METRADOS Y PRESUPUESTOS

Se calcularon los metrados de los elementos principales de las diferentes obras que conforman las alternativas planteadas, complementándose estos volúmenes de obra con estimaciones de los elementos secundarios no metrados, en base a resultados obtenidos en proyectos similares y relativamente por su poca incidencia en el costo final del mismo. El criterio a seguir para la determinación de las cantidades correspondientes a cada una de las estructuras planteadas, se basa principalmente en la información obtenida como resultados de los estudios básicos realizados como: topografía, hidrología, geología y geotecnia, especialidades que nos permitirán ubicar y evaluar a nivel del estudio, los suelos de la fundación, materiales, canteras y en función de las formas indicadas en planos elaborados para el nivel de estudio.

CAPITULO VII : ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Con la finalidad de evaluar económicamente las obras proyectadas, se prepararon análisis de costos unitarios, con precios de mercado actualizados al 28 de Febrero del presente año, teniendo en consideración que estos costos se aplicarán en obras de irrigaciones.

Asimismo, por experiencia en elaboración de proyectos de obras de almacenamiento, captación y conducción similares, se tubo en cuenta que los costos unitarios con mayor incidencia en la formulación de los presupuestos corresponden a las partidas de movimiento de tierras, razón por la cual se ha puesto especial atención en la obtención de estos costos, para su aplicación en el presupuesto de las obras consideradas.

Dentro de este contexto, los costos unitarios obtenidos, incluyen los insumos de mano de obra, materiales, equipo y herramienta manual, a costos vigentes en la región, la incidencia de cada uno de estos en el rendimiento y unidad de medida.

Cuadro 09
Presupuesto Consolidado (Alternativa I) 30 MMC Vol Util
Precios a Febrero del 2 007

Ítem	Descripción					Costo S/.
1	**Obras Provisionales**					**142 010.84**
2	**Reservorio Yanacocha**	Secc. Tierra Núcleo Impermeable Vol Util 30 MMC				**90 982 335.03**
3	**Margen Derecha**	**(Long Total =**	**19+700**	**km. Inc obras de arte)**		**5 795 701.18**
3.1	Obra de Captación Huarisca					541 804.06
3.2	Conducción Principal		L =	19+450 km		4 232 203.19
	3.21 Tramo	19+450 km	Secc trapez revestido concreto (e=0.075 m)			
3.3	Obras de Arte					
	3.31 Conductos Cubiertos		L =	0+150 km		347 409.95
	CC-1D	2+000 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-2D	4+700 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-3D	5+900 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-4D	7+900 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-5D	11+200 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	3.32 Sifones		L =	0+100 km		163 437.01
	Sifón 1-D	15+700 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 2-D	18+600 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	3.33 Otras Obras de Arte					510 846.96
	Tomas, puentes, alcantarillas, etc.					
4	**Margen Izquierda**	**(Long Total =**	**20+700**	**km. Inc obras de arte)**		**18 084 927.09**
4.1	Obra de Captación Angasmayo					997 485.07
4.2	Conducción Principal		L =	18+634 km		6 888 861.54
	4.21 Tramo	18+634 km	Secc trapez revestido concreto (e=0.075 m)			
4.3	Túneles		L =	1+796 km		9 041 838.51
	4.31 Túnel 1	0+000 km	310.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.32 Túnel 2	0+500 km	351.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.33 Túnel 3	1+200 km	128.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.34 Túnel 4	1+400 km	186.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.35 Túnel 5	1+800 km	410.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.36 Túnel 7	13+900 km	300.0 m	Sec concreto armado proyectado		
	4.37 Túnel 6	4+100 km	111.0 m	Sec concreto armado existente		
4.4	Obras de Arte					
	4.41 Conductos Cubiertos		L =	0+120 km		289 471.08
	CC-1I	7+050 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-2I	9+650 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-3I	11+500 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-4I	19+200 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	4.42 Sifones		L =	0+150 km		288 899.91
	Sifón 1-I	17+000 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 2-I	18+000 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 3-I	18+700 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	4.43 Otras Obras de Arte					578 370.99
	Tomas, puentes, alcantarillas, etc.					
	Costo Directo					**115 004 974.14**
	Gastos Generales				**10%**	**11 500 497.41**
	Utilidad				**8%**	**9 200 397.93**
	Sub total					**135 705 869.48**
	I.G:V.				**19%**	**25 784 115.20**
	Presupuesto Total					**161 489 984.68**

Cuadro 10
Presupuesto Consolidado (Alternativa I-A) 70 MMC Vol Util
Precios a Febrero del 2 007

Ítem	Descripción					Costo S/.
1	**Obras Provisionales**					**142 010.84**
2	**Reservorio Yanacocha**	Secc Tierra Núcleo Impermeable 70 MMC Vol Util				**137 561 657.24**
3	**Margen Derecha**	**(Long Total =**	**19+700**	**km. Inc obras de arte)**		**5 795 701.18**
3.1	Obra de Captación Huarisca					541 804.06
3.2	Conducción Principal		L =	19+450 km		4 232 203.19
	3.21 Tramo	19+450 km	Secc trapez revestido concreto (e=0.075 m)			
3.3	Obras de Arte					
	3.31 Conductos Cubiertos		L =	0+150 km		347 409.95
	CC-1D	2+000 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-2D	4+700 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-3D	5+900 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-4D	7+900 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-5D	11+200 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	3.32 Sifones		L =	0+100 km		163 437.01
	Sifón 1-D	15+700 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 2-D	18+600 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	3.33 Otras Obras de Arte					510 846.96
	Tomas, puentes, alcantarillas, etc.					
4	**Margen Izquierda**	**(Long Total =**	**20+700**	**km. Inc obras de arte)**		**18 084 927.09**
4.1	Obra de Captación Angasmayo					997 485.07
4.2	Conducción Principal		L =	18+634 km		6 888 861.54
	4.21 Tramo	18+634 km	Secc trapez revestido concreto (e=0.075 m)			
4.3	Túneles		L =	1+796 km		9 041 838.51
	4.31 Túnel 1	0+000 km	310.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.32 Túnel 2	0+500 km	351.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.33 Túnel 3	1+200 km	128.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.34 Túnel 4	1+400 km	186.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.35 Túnel 5	1+800 km	410.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.36 Túnel 7	13+900 km	300.0 m	Sec concreto armado proyectado		
	4.37 Túnel 6	4+100 km	111.0 m	Sec concreto armado existente		
4.4	Obras de Arte					
	4.41 Conductos Cubiertos		L =	0+120 km		289 471.08
	CC-1I	7+050 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-2I	9+650 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-3I	11+500 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-4I	19+200 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	4.42 Sifones		L =	0+150 km		288 899.91
	Sifón 1-I	17+000 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 2-I	18+000 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 3-I	18+700 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	4.43 Otras Obras de Arte					578 370.99
	Tomas, puentes, alcantarillas, etc.					
	Costo Directo					**161 584 296.35**
	Gastos Generales				**10%**	**16 158 429.63**
	Utilidad				**8%**	**12 926 743.71**
	Sub total					**190 669 469.69**
	I.G:V.				**19%**	**36 227 199.24**
	Presupuesto Total					**226 896 668.93**

Cuadro 11
Presupuesto Consolidado (Alternativa II) 30 MMC Vol Util
Precios a Febrero del 2 007

Ítem	Descripción					Costo S/.
1	**Obras Provisionales**					**142 010.84**
2	**Reservorio Achipampa**	Secc.Tierra Núcleo Impermeable Vol Util 30 MMC				**101 405 948.02**
3	**Margen Derecha**	**(Long Total =**	**19+700**	**km. Inc obras de arte)**		**5 795 701.18**
3.1	Obra de Captación Huarisca					541 804.06
3.2	Conducción Principal		L =	19+450 km		4 232 203.19
	3.21 Tramo	19+450 km	Secc trapez revestido concreto (e=0.075 m)			
3.3	Obras de Arte					
	3.31 Conductos Cubiertos		L =	0+150 km		347 409.95
	CC-1D	2+000 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-2D	4+700 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-3D	5+900 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-4D	7+900 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-5D	11+200 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	3.32 Sifones		L =	0+100 km		163 437.01
	Sifón 1-D	15+700 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 2-D	18+600 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	3.33 Otras Obras de Arte					510 846.96
	Tomas, puentes, alcantarillas, etc.					
4	**Margen Izquierda**	**(Long Total =**	**20+700**	**km. Inc obras de arte)**		**18 084 927.09**
4.1	Obra de Captación Angasmayo					997 485.07
4.2	Conducción Principal		L =	18+634 km		6 888 861.54
	4.21 Tramo	18+634 km	Secc trapez revestido concreto (e=0.075 m)			
4.3	Túneles		L =	1+796 km		9 041 838.51
	4.31 Túnel 1	0+000 km	310.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.32 Túnel 2	0+500 km	351.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.33 Túnel 3	1+200 km	128.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.34 Túnel 4	1+400 km	186.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.35 Túnel 5	1+800 km	410.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.36 Túnel 7	13+900 km	300.0 m	Sec concreto armado proyectado		
	4.37 Túnel 6	4+100 km	111.0 m	Sec concreto armado existente		
4.4	Obras de Arte					
	4.41 Conductos Cubiertos		L =	0+120 km		289 471.08
	CC-1I	7+050 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-2I	9+650 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-3I	11+500 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-4I	19+200 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	4.42 Sifones		L =	0+150 km		288 899.91
	Sifón 1-I	17+000 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 2-I	18+000 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 3-I	18+700 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	4.43 Otras Obras de Arte					578 370.99
	Tomas, puentes, alcantarillas, etc.					
	Costo Directo					**125 428 587.13**
	Gastos Generales				**10%**	**12 542 858.71**
	Utilidad				**8%**	**10 034 286.97**
	Sub total					**148 005 732.81**
	I.G:V.				**19%**	**28 121 089.23**
	Presupuesto Total					**176 126 822.04**

Cuadro 12
Presupuesto Consolidado (Alternativa II-A) 70 MMC Vol Util
Precios a Febrero del 2 007

Ítem	Descripción					Costo S/.
1	**Obras Provisionales**					**142 010.84**
2	**Reservorio Achipampa**	Secc Tierra Núcleo Impermeable 70 MMC Vol Util				**160 650 896.65**
3	**Margen Derecha**	**(Long Total =**	**19+700**	**km. Inc obras de arte)**		**5 795 701.18**
3.1	Obra de Captación Huarisca					541 804.06
3.2	Conducción Principal		L =	19+450 km		4 232 203.19
	3.21 Tramo	19+450 km	Secc trapez revestido concreto (e=0.075 m)			
3.3	Obras de Arte					
	3.31 Conductos Cubiertos		L =	0+150 km		347 409.95
	CC-1D	2+000 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-2D	4+700 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-3D	5+900 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-4D	7+900 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-5D	11+200 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	3.32 Sifones		L =	0+100 km		163 437.01
	Sifón 1-D	15+700 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 2-D	18+600 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	3.33 Otras Obras de Arte					510 846.96
	Tomas, puentes, alcantarillas, etc.					
4	**Margen Izquierda**	**(Long Total =**	**20+700**	**km. Inc obras de arte)**		**18 084 927.09**
4.1	Obra de Captación Angasmayo					997 485.07
4.2	Conducción Principal		L =	18+634 km		6 888 861.54
	4.21 Tramo	18+634 km	Secc trapez revestido concreto (e=0.075 m)			
4.3	Túneles		L =	1+796 km		9 041 838.51
	4.31 Túnel 1	0+000 km	310.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.32 Túnel 2	0+500 km	351.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.33 Túnel 3	1+200 km	128.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.34 Túnel 4	1+400 km	186.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.35 Túnel 5	1+800 km	410.0 m	Sec concreto armado existente		
	4.36 Túnel 7	13+900 km	300.0 m	Sec concreto armado proyectado		
	4.37 Túnel 6	4+100 km	111.0 m	Sec concreto armado existente		
4.4	Obras de Arte					
	4.41 Conductos Cubiertos		L =	0+120 km		289 471.08
	CC-1I	7+050 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-2I	9+650 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-3I	11+500 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	CC-4I	19+200 km	30.0 m	Sección de concreto armado		
	4.42 Sifones		L =	0+150 km		288 899.91
	Sifón 1-I	17+000 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 2-I	18+000 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	Sifón 3-I	18+700 km	50.0 m	Tubería de Acero		
	4.43 Otras Obras de Arte					578 370.99
	Tomas, puentes, alcantarillas, etc.					
	Costo Directo					**184 673 535.76**
	Gastos Generales				**10%**	**18 467 353.58**
	Utilidad				**8%**	**14 773 882.86**
	Sub total					**217 914 772.19**
	I.G:V.				**19%**	**41 403 806.72**
	Presupuesto Total					**259 318 578.91**

Cuadro 13
Presupuesto Consolidado Alternativas I, I-A, II y II-A
Precios a Febrero del 2 007

Alternativas / Descripción	Volumen Util 30 MMC		Volumen Util 70 MMC	
	Alternativa I Yanacocha	Alternativa II Achipampa	Alternativa I-A Yanacocha	Alternativa II-A Achipampa
Costo Directo	115 004 974.14	125 428 587.13	161 584 296.35	184 673 535.76
Gastos Generales (10%)	11 500 497.41	12 542 858.71	16 158 429.63	18 467 353.58
Utilidad (08%)	9 200 397.93	10 034 286.97	12 926 743.71	14 773 882.86
Sub total	135 705 869.48	148 005 732.81	190 669 469.69	217 914 772.19
IGV (19%)	25 784 115.20	28 121 089.23	36 227 199.24	41 403 806.72
Total Presupuesto	161 489 984.68	176 126 822.04	226 896 668.93	259 318 578.91

P E R F I L

PROYECTO DE IRRIGACION LOS MOLINOS

VOLUMEN III: INGENIERIA DEL PROYECTO

ANEXO 3.0 – INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

Anexo 3.1 – Infraestructura Mayor de Riego

INDICE

CAPITULO I : ESTADO ACTUAL

1.1 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE MARGEN IZQUIERDA
- 1.1.1 Captación: Bocatoma Angasmayo
- 1.1.2 Conducción Principal sobre la Margen Izquierda: Angasmayo Sicaya
- 1.1.3 Otras Conducciones

1.2 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE MARGEN DERECHA
- 1.2.1 Captación: Bocatoma Huarisca
- 1.2.2 Conducción Principal sobre la Margen Derecha: Huarisca Huayacancha
- 1.2.3 Otras Conducciones

CAPITULO II : PLANEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

CAPITULO III : INFORMACIÓN BÁSICA

3.2 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

3.2 HIDROLOGÍA
- 3.2.2 Información Pluviométrica de la zona de Estudio
- 3.2.3 Disponibilidad Hídrica
- 3.2.4 Oferta de Agua en Lugares de Embalses
- 3.2.7 Determinación de los Caudales Máximos
- 3.2.8 Caudales Transitados
- 3.2.9 Hidrograma Unitario
- 3.2.7 Tránsito de la Avenida
- 3.2.8 Cobertura de Riego en Función del Volumen Util

3.3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- 3.3.1 Geología Regional
- 3.3.2 Geodinámica Externa
- 3.3.3 Aspectos de Sismicidad
- 3.3.4 Condiciones Geológicas Geotécnicas Alternativa Achipampa
  - 3.3.4.1 Ubicación
  - 3.3.4.2 Geomorfología
- 3.3.5 Condiciones Geológicas Geotécnicas del Área de Presa
- 3.3.6 Condiciones Geológicas Geotécnicas Alternativa Yanacocha
  - 3.3.6.1 Ubicación
  - 3.3.6.2 Geomorfología
- 3.3.7 Condiciones Geológicas Geotécnicas del Área de Presa
  - 3.3.7.1 Condiciones Geológicas del Estribo Izquierdo
  - 3.3.7.2 Condiciones Geológicas del estribo Derecho
  - 3.3.7.3 Condiciones Geológicas en la base del valle
- 3.3.8 Materiales de Construcción Alternativa Achipampa
- 3.3.9 Materiales de Construcción Alternativa Yanacocha
- 3.3.9.1 Material Impermeable
- 3.3.9.2 Materiales de agregados para concreto
- 3.3.9.3 Material para enrocado

CAPITULO IV : CRITERIOS DE DISEÑO

4.1 CRITERIOS GENERALES PARA DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN DEL CUERPO DE PRESA
4.3 CRITERIOS ESPECÍFICOS PARA FORMULACIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS DE PRESA
4.2.1 Propuesta de Tratamiento de la Fundación
4.2.2 Aliviadero de Excedencias
4.2.3 Obra de Toma
4.3 CRITERIOS PARA MEJORAMIENTO DE LA CAPTACIÓN Y CONDUCCION
4.3.1 De la Captación
4.3.2 De la Conducción

CAPITULO V : DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS

5.1 ALTERNATIVA I: REGULACION YANACOCHA
5.1.5 Obras de Captación y Derivación Margen Izquierda: Bocatoma Angasmayo
5.1.1.1 Obras de funcionamiento
5.1.1.2 Obras de seguridad
5.1.1.3 Obras de regulación
5.1.6 Obra de Captación y Derivación Margen Derecha: Bocatoma Huarisca
5.1.2.1 Obras de funcionamiento
5.1.2.2 Obras de seguridad
5.1.2.3 Obras de regulación
5.1.7 Obra de Conducción Principal y Obras de Arte, sobre la Margen Izquierda
5.1.3.1 Sifones invertidos:
5.1.3.2 Conducto Cubierto
5.1.8 Obra de Conducción Principal y Obras de Arte, sobre la Margen Derecha
5.1.4.1 Sifones invertidos
5.1.4.2 Conducto Cubierto
5.2 ALTERNATIVA II: REGULACIÓN ACHIPAMPA
5.2.3 Obra de Captación y Derivación: Angasmayo y Huarisca
5.2.4 Obra de Conducción Principal y Obras de Arte, sobre Ambas Márgenes

CAPITULO VI : METRADOS Y PRESUPUESTOS

CAPITULO VII : ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CUADROS

CUADRO 01 CARACTERÍSTICAS DE LA CONDUCCIÓN PRINCIPAL Y SECUNDARIA EXISTENTE MARGEN IZQUIERDA
CUADRO 02 CARACTERÍSTICAS DE LA CONDUCCIÓN PRINCIPAL Y SECUNDARIA EXISTENTE MARGEN DERECHA
CUADRO 03 CAUDALES CARACTERÍSTICOS
CUADRO 04 CAUDALES MÁXIMOS CUENCA ACHIPAMPA
CUADRO 05 CAUDALES MÁXIMOS CUENCA YANACOCHA
CUADRO 06 CAUDALES MÁXIMOS Y CAUDALES MÁXIMOS TRANSITADOS CUENCAS ACHIPAMPA Y YANACOACHA
CUADRO 07 COBERTURA DE RIEGO EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN UTIL
CUADRO 08 SISMICIDAD - FACTORES DE ZONA
CUADRO 09 CONSOLIDADO COSTOS ALTERNATIVA I YANACOCHA 30 MMC VOLUMEN UTIL

CUADRO 10 CONSOLIDADO COSTOS ALTERNATIVA I YANACOCHA 70 MMC VOLUMEN UTIL
CUADRO 11 CONSOLIDADO COSTOS ALTERNATIVA II ACHIPAMPA 30 MMC VOLUMEN UTIL
CUADRO 12 CONSOLIDADO COSTOS ALTERNATIVA II ACHIPAMPA 30 MMC VOLUMEN UTIL
CUADRO 13 PRESUPUESTO CONSOLIDADO ALTERNATIVAS I y II PARA 30 y 70 MMC VOLUMEN UTIL

GRAFICOS

GRAFICO 01 CURVA ÁREA VOLUMEN YANACOCHA 30 MMC VOL UTIL
GRAFICO 02 CURVA ÁREA VOLUMEN YANACOCHA 70 MMC VOL UTIL
GRAFICO 03 CURVA ÁREA VOLUMEN ACHIPAMPA 30 MMC VOL UTIL
GRAFICO 04 CURVA ÁREA VOLUMEN ACHIPAMPA 70 MMC VOL UTIL

ANEXOS

ANEXO 01 PRESUPUESTOS
ANEXO 02 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS Y RELACION DE INSUMOS
ANEXO 03 PLANILLAS DE METRADO

A N E X O 3.2

INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO

I N D I C E

		pág.
1.	**INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO**	
1.1	Red de riego existente	2
1.2.	Costos	5

1. INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO

1.1 Red de riego existente

El presente Anexo toca el tema de la infraestructura menor de riego, es decir la referente a los canales secundarios y terciarios y toda aquella estructura artificial de conducción de agua con fines de riego, hasta llegar a cabecera de parcela.

La red de canales existente en el área beneficiada con el proyecto es la siguiente.

CANALES DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CUNAS

CANAL ANGASMAYO-SICAYA

La bocatoma de este canal se encuentra ubicada en la localidad de Angasmayo y conduce un caudal variable entre 3.5 y 4.5 m3/seg. dependiendo de la disponibilidad del recurso hídrico. Este canal beneficia a 3 Comisiones de regantes: Comisión de Chalhuas-Antapampa, Comisión de Huachac-Manzanares, Comisión de Sicaya-Orcotuna, irrigando un total de 2287 has. y 3454 usuarios empadronados.

La población que beneficia actualmente este canal es de 10,820 hab. éstos son los distritos de Huachac, Manzanares, Sicaya, y Orcotuna. Estos productores están organizados a través de Comisiones de Regantes y Comités de Regantes quienes pertenecen a la Junta de Usuarios del Mantaro.

La Comisión de Huachac-Manzanares se cuenta con 9 Comités que benefician a los sectores de Pamparca, La Unión, Colpas Vivio, Quishuar, Marcatuna, Huachac, Manzanares, Mata Cruz, Huayao, cada uno con sus tomas laterales. Esta Comisión cuenta con 1127.50 has 1829 usuarios todos empadronados.

En la Comisión de Sicaya-Orcotuna se tienen los siguientes sectores: Lateral Vicso, Lateral Oeste, Lateral Central, Lateral Este, Sector Orcotuna, y Sector Buenos Aires. Se apreció en el caso de los laterales de Sicaya que se cuentan con aforadores y los caudales eran variables entre 400 y 800 lt/seg. Esta Comisión cuenta con 1041.79 has y 1320 usuarios todos empadronados.

En la Comisión de Chalhuas-Antapampa se tienen los sectores de Antapampa, Cucho, Chalhuas, Orcon Cruz. Esta Comisión cuenta con 78.50 has y 250 usuarios empadronados

La longitud del canal Principal hasta la toma lateral de Pamparca es de 15,700 ml de los cuales faltan revestir 2910 ml. el estado en el que se encuentra este canal es deficiente recomendándose realizar pruebas de aforamiento para determinar la eficiencia de conducción que actualmente tiene este canal.

El Canal inicia en la localidad de Angasmayo, y requiere revestir por tramos conducen un caudal entre 1.5 m^3/seg y 2 m^3/seg dependiendo de la disponibilidad del recurso hídrico. La fuente de agua es el río Cunas y la disponibilidad es de 16.6 m^3/seg como caudal promedio anual.

CANAL DE PILCOMAYO:

Esta ubicado en el Distrito de Pilcomayo, Provincia de Huancayo cuenta con una bocatoma semi rustica barraje rustico y compuertas y canal revestido de una sección de 0.70x0.70 m conduciendo un caudal entre 0.35 m^3/seg y 0.45 m^3/seg para irrigar los terrenos del Distrito de Pilcolmayo. La población de Pilcomayo de acuerdo al Censo de 1993 es de 5400 hab.

CANALES DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CUNAS

CANAL HUARISCA - HUAYLLACANCHA:

La bocatoma de este canal se encuentra en la localidad de Huarisca, dicha bocatoma es de concreto armado, con barraje de concreto y esta diseñado para conducir un caudal de 3m^3/seg. Hasta el repartidor de Hayllacancha tiene una longitud de 4800 ml. de los cuales se encuentra revestido en un 100 %, la sección del canal es Trapezoidal y esta revestido con concreto simple y en un 45% esta revestido con mampostería de piedra.

En dicho partidor el agua se divide en tres laterales: Lateral A que conduce las aguas para las Comisiones de Ahuac, Iscos, Chongos Bajo; y tiene un caudal de diseño de 1200 lt/seg. Lateral B que conduce las aguas para el comité de Vista Alegre y tiene un diseño de 700 lt/seg., el Lateral C que conduce las aguas para los laterales de La Libertad y La Victoria y que llega a los Distritos de Chupaca, Huamancaca y Tres de diciembre cada uno de ellos esta diseñado para conducir un caudal de 1100 lt/seg y de acuerdo a la disponibilidad del recurso hídrico conducen todo ese caudal para sus laterales.

La Comisión de Chupaca usa el 55% del agua que se capta de Huarisca, cuenta con los siguientes comités de riego: La Libertad, La Victoria A, La Victoria B, Vista Alegre, San Juan, Azana, Puzo-Huacacancha, La Perla Alta, Perla Baja, Carmen Alto, Pincha, Callabayauri, Yauyo, Buenos Aires, Motobomberos.

La Comisión de Ahuac divide su riego en cuatro sectores denominados Cuarteles y usan el agua también los agricultores que manejan riego tecnificado con motobombas.

La Comisión de Iscos cuenta con los siguientes Comités: Lateral a-1 Jurpac, Lateral Central A-1, Lateral A-2 Buenos Aires.

La Comisión de Chongos Bajo cuenta con los Comités de riego del Lateral A-1, A-2 y Lateral C. La Distribución del agua entre estas 3 Comisiones es por turnos de 5 días cada uno.

CANALES DE HUAMANCACA CHICO:

CANAL HUAMANCACA CHICO:

Este canal cuenta con una bocatoma rustica que actualmente se encuentra en construcción su canal es también rustico y conduce un caudal entre 220 lt/seg. y 500 lt/seg. beneficia a 277 agricultores empadronados. Este canal riega las tierras del Distrito de Huamancaca Chico y parte de 3 de Diciembre que tienen en

conjunto una población de 5214 hab. de acuerdo al censo de 1993. Se debe mencionar que dicha cantidad de usuarios de riego son los empadronados faltando por empadronarse un total de 35% de los usuarios aproximadamente.

CANAL AURORA-VICTORIA:

Este canal cuenta con una bocatoma rustica, y tiene una canal revestido de 0.65x0.58 m de sección y conduce de manera variable de 250 lt/seg. a 170 lt/seg. teniendo una capacidad máxima de 500 lt/seg. beneficia a 153 usuarios empadronados y riega los terrenos de la parte baja de Huamancaca Chico y 3 de Diciembre.

Cuadro 3.2.1
Características de los Canales Principales de la parte baja
de la Cuenca del Río Cunas.

CANALES PRINCIPALES DE LA CUENCA DEL RIO CUNAS

NOMBRE DEL CANAL	CAUDAL	LONGITUD	LONGITUD REVESTIDA	LONGITUD POR REVESTIR	COMISION DE	USUARIOS	AREA
	m3/seg.	ml.	ml.	ml.	REGANTES	EMPADRONADOS	EMPADRONADA
CANAL ANGASMAYO - HUARISCA	4.7	5800	5800	0		3399	2247.29
CANAL ANGASMAYO SICAYA	2	9900	6990	2910	SICAYA - ORCOTUNA	1320	1041.79
					CHALHUAS - ANTAPAMPA	250	78
					HUACHAC - MANZANARES	1829	1127.5
					SUB TOTAL:	3399	2247.29
CANAL PILCOMAYO	0.45	1500	1200	300	COMITE PILCOMAYO	55	39.8
					SUB TOTAL:	55	39.8
CANAL HUARISCA HUAYLLACANCHA	3	4809	4809	0	CHUPACA	2319	1285.7
					AHUAC	484	263.9
					ISCOS	451	178.01
					CHONGOS BAJO	1927.09	1512
					SUB TOTAL:	5181.09	3239.61
CANAL HUAMANCACA CHICO	0.70	1200	1200	0	HUAMANCACA CHICO	277	75.2
					SUB TOTAL:	277	75.2
CANAL AURORA - LAVICTORIA	0.5	1100	1100	0	COMITE AURORA - LA VICTORIA	153	40.9
					SUB TOTAL:	153	40.9
TOTAL CANALES PRINCIPALES:	6.65	18509	15299	3210		9065.09	5642.8

Cuadro 3.2.2
Características de los Canales Secundarios
de la parte baja de la Cuenca del Río Cunas.

CANALES SECUNDARIOS DE LA CUENCA DEL RIO CUNAS					
NOMBRE DEL CANAL	CAUDAL	LONGITUD	LONGITUD REVESTIDA	LONGITUD POR REVESTIR	COMISION DE
	m^3/seg.	ml.	ml.	ml.	REGANTES
CANAL ANGASMAYO - SICAYA	2	15700	12790	2910	
COMISION DE REGANTES SICAYA -ORCOTUNA					
CANAL OESTE	1.1	7580	0	7580	SICAYA - ORCOTUNA
CANAL CENTRAL	1.1	6875	0	6875	SICAYA - ORCOTUNA
CANAL ESTE	1.1	6800	0	6800	SICAYA - ORCOTUNA
CANAL VICSO	0.2	2500	1500	1000	SICAYA - ORCOTUNA
COMISION DE REGANTES HUACHAC-MANZANARES:					
CANAL PAMPARCA	0.5	8200	1800	6400	HUACHAC - MANZANARES
CANAL COLPAS VIVIO	0.15	1500	0	1500	HUACHAC - MANZANARES
CANAL HUAYAO	0.2	1000	0	1000	HUACHAC - MANZANARES
CANAL MARCATUNA	0.2	1100	0	1100	HUACHAC - MANZANARES
CANAL LA UNION	0.1	1250	0	1250	HUACHAC - MANZANARES
TOTALES:		36805	3300	33505	
CANAL HUARISCA - HUAYLLACANCHA	3	4809	4809	0	
COMISION DE REGANTES CHUPACA					
CANAL LA VICTORIA - LA LIBERTAD	1.7	451	451	0	CHUPACA
CANAL PINCHA - LA VICTORIA	1.1	3585	1200	2385	CHUPACA
CANAL PINCHA - LA LIBERTAD	1.1	2680	2380	300	CHUPACA
CANAL VISTA ALEGRE	0.7	4800	2300	2500	CHUPACA
COMISION DE REGANTES DE AHUAC, ISCOS, CHONGOS BAJO					
CANAL AHUAC - ISCOS - CHONGOS BAJO:					
CANAL LATERAL A	1.2	1247	1137	110	AHUAC,ISCOS,CHONGOS BAJO
CANAL LATERAL A-1	1.2	13368	8200	5168	AHUAC,ISCOS,CHONGOS BAJO
CANAL LATERAL A-2	1.2	7000	1200	5800	AHUAC,ISCOS,CHONGOS BAJO
TOTAL:		33131	16868	16263	
CANAL HUAMANCACA CHICO	0.7	5200	2100	3100	HUAMANCACA CHICO
TOTAL:		5200	2100	3100	
CANAL AURORA - LAVICTORIA	0.5	4800	2000	2800	
TOTAL:		4800	2000	2800	HUAMANCACA CHICO
TOTAL CANALES SECUNDARIOS:		79936	24268	55668	

1.2 Costos

Como parte de las metas físicas propuestas en el Perfil del Proyecto "Afianzamiento Hídrico del Valle de Cunas" se ha previsto implementar con infraestructura de riego a nivel secundario y terciario, a un total de 4,815 ha, desagregadas en 1,815 ubicadas en la margen derecha y 3,000 ha en la margen izquierda.

Esta propuesta considera la construcción de canales secundarios revestidos con concreto, ya sea simple o armado, de acuerdo a las condiciones geotécnicas del suelo de fundación y, sus correspondientes obras de arte.

En cuanto a la red de canales terciarios, se propone que sean construidos en tierra, mientras que las obras de arte serían de carácter definitivo, es decir de concreto.

El monto total de la inversión asciende a US $ 4'475,370

Cuadro No. 3.2.3

COSTOS DE INVERSION DEL SISTEMA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION

Sistema de Riego por Gravedad Margen Derecha: 1,815 ha
Sistema de Riego por Gravedad Margen Izquierda: 3,000 ha

CULTIVO	Metrados		COSTOS (US $)		
	Und.	Cant.	Unitario	Parcial	Total
SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD MARGEN DERECHA					
Sistema de Riego Secundario por gravedad:					**702,148**
Excavación de canal abierto	km.	48	900	43,200	
Revestimiento de canal	km.	48	8,008	384,402	
Sellado de juntas con elastomérico	km.	48	1,520	72,945	
Obras de Arte	und.	144	1,400	201,600	
Sistema de Riego Terciario por gravedad:					**1,088,000**
Excavación de canal abierto	km.	240	800	192,000	
Obras de Arte	km.	640	1,400	896,000	
SUB TOTAL					**1,790,148**
SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD MARGEN IZQUIERDA					
Sistema de Riego Secundario por gravedad:					**1,053,222**
Excavación de canal abierto	km.	72	900	64,800	
Revestimiento de canal	km.	72	8,008	576,604	
Sellado de juntas con elastomérico	km.	72	1,520	109,418	
Obras de Arte	und.	216	1,400	302,400	
Sistema de Riego Terciario por gravedad:					**1,632,000**
Excavación de canal abierto	km.	360	800	288,000	
Obras de Arte	km.	960	1,400	1,344,000	
SUB TOTAL					**2,685,222**
TOTAL					**4,475,370**