



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



DISEÑO DEFINITIVO MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO “CANAL SEÑOR DE LOS MILAGROS” YAUTÁN – CASMA - ANCASH



RESUMEN EJECUTIVO

Lima, septiembre 2006



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



DISEÑO DEFINITIVO

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO "CANAL DE LOS
MILAGROS"
YAUTÁN – CASMA - ANCASH

TOMO I : INGENIERIA DEL PROYECTO

TOMO II : GEOLOGIA Y GEOTECNIA

CARPETA DE PLANOS

PLANOS (1 de 2)

PLANOS (2 de 2)

Lima, septiembre 2006

DISEÑO DEFINITIVO MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO CANAL SEÑOR DE LOS MILAGROS - YAUTAN – CASMA

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.0 ANTECEDENTES

En Enero del 2 006, la Asociación Comité de Agricultores Pampa La Soledad – Yaután, ubicados en la parte final del desarrollo actual del canal Señor de los Milagros, solicitó a la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA, el requerimiento de apoyo técnico para que se elabore el proyecto Mejoramiento de la Infraestructura de Riego Existente, orientado principalmente a proponer la proyección del mejoramiento y culminación del revestimiento de la sección del canal de 18.0 km de longitud total, sobre la base del trazo actual.

Al respecto, la Intendencia a través de la oficina de Afianzamiento Hídrico dispuso realizar el reconocimiento de la irrigación, con el objetivo de tener un primer conocimiento sobre el estado actual de la infraestructura existente y realizar acuerdos que posibiliten el desarrollo del proyecto. Cumpliéndose con estos objetivos en base a la obtención de información in situ y los acuerdos tomados en la oficina de la ADTR-Casma, con asistencia de los interesados, como consta en Acta de fecha 23 de Febrero del 2 006, la que da fe de los siguientes acuerdos:

- a) El canal Señor de los Milagros, es un canal de trazo ya definido hasta la progresiva 18+000 km, que cuenta con infraestructura de riego en buenas condiciones por tramos que sirve a usuarios actualmente hasta la progresiva km 6+000 aproximadamente
- b) Existe la necesidad de desarrollar el proyecto “Mejoramiento Señor De Los Milagros Yaután - Casma” la que permitirá el riego de 500 ha aproximadamente.
- c) Los beneficiarios del canal Señor De Los Milagros se sujetarán al uso de las aguas, bajo el régimen de PERMISO; esto es usarán el agua solamente en épocas de abundancia.
- d) La Comisión de Regantes Yaután se compromete apoyar con el pago a un técnico para realizar la evaluación del canal y el inventario, identificación y evaluación de las obras de arte, apoyándose en la topografía que realizará la IRH en el mes de marzo.
- e) La Comisión de Regantes Yaután apoyará el trabajo del geotecnista con personal para trabajos de campo en la construcción de calicatas, trincheras y otros, así como con el apoyo de la movilidad para desplazamiento del personal técnico.

- f) Los trabajos de topografía serán realizados durante la primera quincena del mes de Marzo.
- g) La supervisión de los trabajos que se realizará durante la ejecución de las diferentes actividades del proyecto, serán realizadas por la Administración Técnica del Distrito de Riego Casma Huarney.
- h) El financiamiento para la elaboración del presente Expediente Técnico serán de cuenta y cargo de la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA.

2.0 UBICACION

El ámbito del proyecto se ubica en la provincia de Casma, distrito de Yaután. Geográficamente el desarrollo del canal se ubica entre las coordenadas rectangulares 821 000 – 831 500 E y 8 948 000 – 8 949 500 N. El tramo de canal a revestir se ubica aguas abajo de la progresiva km 6+500 hasta el km 18+000.

Se accede a la zona del proyecto desde la ciudad de Casma a través de la Vía de penetración asfaltada Casma Huaraz, con origen en el río Yaután de altitud comprendida entre los 1 100 msnm a los 700 msnm.

3.0 OBJETO

El presente proyecto de Mejoramiento de la Infraestructura de Riego Canal Señor de Los Milagros, desarrollado a nivel definitivo, esta orientado principalmente a mejorar la eficiencia de riego y la distribución del caudal de demanda de agua en el canal de 18.0 km de longitud, con incidencia en 500 ha agrícolas, de las cuales 150 ha actualmente están desarrolladas y otras 350 ha por dominar. Dentro de esta concepción, el proyecto propone la solución técnica que considera realizar las siguientes obras:

- a. Ejecución de nueva obra de captación directa, origen del proyecto, en reemplazo de la existente, conformada de material rústico, ubicada en la margen derecha del río Yaután, incluyendo compuerta de regulación y obra de protección contra inundaciones.
- b. Mejoramiento del revestimiento existente de la sección del canal, en el tramo del km 0+000 al km 6+500, incluyendo la ampliación de la capacidad de la sección mediante encimado de las paredes laterales y reemplazo de compuertas para la distribución del caudal.
- c. Revestimiento de la sección del canal, del tramo comprendido entre el km 6+500 al km 18+000, incluyendo camino de mantenimiento proyectado al costado del canal.

Para lo cual, el desarrollo del proyecto contempla mantener el trazo del canal existente y la ubicación de las obras de arte existentes dispuestas a lo largo del canal, como: rápidas, acueductos en los cruces de quebradas y sifón.

4.0 ESTADO ACTUAL

La Irrigación Señor de Los Milagros, se origina a partir de una bocatoma rustica emplazada en el cauce del río Yaután con evidentes deficiencias en la operación de captación, debido a la mala conformación de la infraestructura existente. Continuando con una conducción en canal de aproximadamente 18 km de longitud, de sección variada de diferentes características hidráulicas y geométricas, presentando revestimiento la mayor parte del tramo inicial de 6.5 km de longitud y el resto 11.0 km en tierra.

El tramo revestido y obras de arte (km 0+000 al km 6+500) permite realizar la conducción y distribución del caudal de servicio de las áreas actualmente desarrolladas (150 ha) y el tramo en tierra con obras de arte especiales construidas de concreto armado, aparentemente en estado de abandono como acueductos, rápida antes de la quebrada Lomo de Camello y sifón para cruce de la quebrada Tomeque, no realiza ningún servicio de riego y por lo tanto no atiende la demanda de agua de las áreas dispuestas a lo largo de éste tramo de canal.

La conducción en su desarrollo presenta actualmente el siguiente estado:

- c) El tramo de conducción del km 0+000 al km 0+500, se desarrolla íntegramente en ladera con pendientes pronunciadas superiores a 45°, apoyado sobre material inestable, con mínima presencia de obras de protección contra la erosión. Este tramo considerado de alto riesgo por estar constituido por gravas areno limosas con ligera plasticidad, presenta bloques y cantos rodados, material correspondiente a una terraza antigua del río Yaután. Tramo de canal expuesto a desestabilización por efectos de la acción de la erosión en la zona del río, filtración de agua proveniente de la irrigación ubicada sobre el canal, casos de sismo, etc. En consecuencia la capacidad de soporte de este tramo de canal cuyo desarrollo es obligado, esta apoyado sobre material de cauce de consistencia inestable, de características propicias para producir deslizamiento, el que de ocurrir dejaría aislada la conducción, poniendo en riesgo el éxito del proyecto.

Desde le punto de vista hidráulico, la sección de tramo del canal rectangular tiene capacidad para atender el riego de las áreas actualmente desarrolladas, pero tiene limitaciones de capacidad para conducir el caudal requerido para desarrollo de las pareas nuevas; observando que para fines de ampliar ésta capacidad de conducción se requiere encimar las paredes laterales.

- c) El tramo de canal del km 0+500 al km 2+135, se desarrolla fuera del cauce del río, íntegramente en ladera, apoyado sobre material estable, mejorando la capacidad de soporte de este tramo de canal.

Dentro de estas condiciones se desarrolla el tramo de canal, de sección irregular conformado a su vez por tramos con piedra emboquillada revestido con mortero de cemento, en otros solo con piedra en una o las dos caras de los taludes. Observando que para fines de garantizar la conducción del nuevo caudal 450 l/s, se requiere sobre elevar las paredes laterales en el tramo revestido y complementar el revestimiento en la parte faltante.

Al final de este tramo se presenta una diferencia de nivel topográfico, la cual se logra superar parcialmente mediante el emplazamiento de una obra especial constituida por una rápida de aproximadamente 30 m de altura, conformada de concreto, apoyada sobre material rocoso, cuyo funcionamiento es deficiente debido a que el caudal que ingresa a esta no llega a colocarse totalmente en el canal de aguas abajo, observándose que durante el tránsito del caudal gran parte de este se escapa de la sección de la rápida, impactando fuera de la estructura en talud rocoso. Particularidad que obliga a mejorar el comportamiento hidráulico de la estructura a fin de garantizar que el nuevo caudal de diseño pueda ser colocado en el canal de aguas abajo.

- c) El tramo de canal del km 2+200 al 4+930, corresponde a una conducción en canal de sección rectangular uniforme, obra que fuera ejecutada en el año 2 000 por FONCODES, construida íntegramente de concreto ciclópeo. Observándose que la capacidad de conducción es notablemente reducida con relación a los tramos anteriores, estimando una capacidad máxima de 200 lt/s, lo cual limita el tránsito de un mayor caudal.

Las características hidráulicas de este tramo de canal, restringen su capacidad y el incremento del servicio de mayores áreas para la agricultura, por lo que se propone realizar obligadamente la ampliación de la sección hidráulica a fin de garantizar la conducción del nuevo caudal 450 l/s.

Dentro de este tramo de canal se pudo observar, el emplazamiento de un túnel ubicado entre las progresivas km 4+808 al km 4+820, encontrándose en estado de funcionamiento y de estabilidad, continuando en canal hasta la progresiva km 4+930.

- c) El tramo de canal del km 4+930 al km 5+565, corresponde a una conducción en canal de sección irregular, conformada a su vez por tramos de sección en tierra, otros revestidos con piedra emboquillada y con mortero de cemento. Este tramo requiere se uniformice la sección hidráulica del canal, proyectando el revestimiento adecuado.
- c) El tramo de canal del km 5+565 al km 6+202, esta conformado de material de concreto en buen estado de conservación, observándose en las paredes del canal que por este tramo no transita un caudal permanente. Asimismo se puede observar que la sección tiene capacidad suficiente para contener un caudal de 450l/s.

En este tramo de canal se ubican dos estructuras para cruce con quebradas, un acueducto de concreto armado al inicio del canal en el km 5+565 y otro en la progresiva km 6+230, continuando con canal hasta el km 6+502, encontrándose ambas estructuras en buen estado de estabilidad.

- c) El tramo de canal del km 6+502 al km 11+876, por lo general presenta una sección en tierra. Este tramo requiere se uniformice la sección hidráulica del canal proyectando el revestimiento adecuado.
- c) El tramo de conducción del km 11+876 al km 12+158, presenta un conjunto de estructuras especiales para cruce de quebrada, observándose inicialmente una rápida entre las progresivas km 11+876 al km 11+994, la cual empalma con un sifón

invertido de tubería PVC de 30 cm de diámetro que entrega en la progresiva km 12+150. Estructura aparentemente en buen estado cuya capacidad hidráulica y formas requieren adecuarse al proyecto. Se tiene conocimiento que el conjunto de estructuras indicadas nunca han realizado función hidráulica alguna, por lo que es posible que se encuentren con alguna deterioro por falta de mantenimiento.

- c) Entre las progresivas km 12+158 al km 12+340, no existe conducción alguna, impidiendo la continuación de la conducción.
- c) El tramo de conducción del km 12+340 al km 15+775, corresponde a una conducción de sección irregular, conformada a su vez por tramos de sección en tierra y otros revestidos con piedra emboquillada con mortero de cemento. Este tramo requiere se uniformice la sección hidráulica del canal, proyectando el revestimiento adecuado.
- c) El tramo de conducción del km 15+775 al km 15+900, presenta un conjunto de estructuras especiales para cruce de quebrada, observándose inicialmente una rápida entre las progresivas km 15+775 al km 15+860, sitio en el cual empalma con el acueducto que culmina en la progresiva km 15+900. Estructura aparentemente en buen estado de conservación, cuya capacidad supera la requerida y cuyas formas requieren adecuarse al proyecto. Se tiene conocimiento que el conjunto de estructuras indicadas nunca han realizado función hidráulica alguna, por lo que es posible que se encuentren con alguna deterioro por falta de mantenimiento.
- c) El tramo de conducción del km 15+900 al km 18+000, corresponde a un canal en tierra de sección irregular. El proyecto deberá contemplar realizar el trazo del canal siguiendo la ruta del canal existente, determinación de la sección hidráulica y proyección del revestimiento adecuado.

En base a lo anteriormente indicado, las características constructivas de la captación y del canal, limitan durante el periodo de avenidas el servicio de atención de las necesidades de agua para riego de las tierras ubicadas a lo largo de los 18 km de canal, cubriendo actualmente con los primeros 6.5 km de canal el servicio de 150 has desarrolladas. En consecuencia se evidencia la necesidad de ejecutar obras en este canal, para permitir durante el periodo de avenidas realizar el riego de las áreas que domina el canal (500 ha), para lo cual será necesario plantear una captación directa a fin de garantizar el ingreso de un caudal máximo (450 l/s), dejando transitar por el río todo el excedente de agua sin perjudicar la operación de captación de las tomas que se ubiquen agua abajo. Así mismo mejorar la capacidad del canal, mediante la ejecución del revestimiento total de la sección del canal, complementado con obras de arte que ayuden al tránsito y distribución del caudal.

5.0 ESTUDIOS BASICOS

Durante el desarrollo del presente proyecto, se realizaron actividades de campo y gabinete específicas, orientadas a obtener la información básica necesaria, con fines de plantear la solución más conveniente para aprovechamiento de los recursos hídricos que discurren por el cauce del río Yaután; resultados que se utilizaron para elaboración de los

diseños de las estructuras proyectadas. Incluyendo el inventario de la infraestructura existente, levantamiento topográfico del trazo del canal, la geología y geotecnia.

5.1 Inventario de la Infraestructura

En abril del 2 006 el gerente técnico de la Junta de Usuarios de Yaután, ingeniero Fernando Castillo Romero elaboró el “Inventario Canal Señor de Los Milagros”, cuya información se refiere a la evaluación del estado actual del canal, desde la progresiva km 0+000 hasta el km 18+000, debido a la necesidad de conocer de manera específica el estado de la conducción y utilizarlo para programar y elaborar el diseño del revestimiento de los tramos de canal en mal estado.

El inventario realizado incide principalmente, en la identificación del aspecto hidráulico y constructivo que presenta la conducción. Información que fuera presentada de manera resumida en un cuadro el cual se adjunta en el anexo correspondiente, indicando el tramo de canal, estado actual, observaciones y de igual modo el estado de las obras de arte.

5.2 Cartografía y Topografía

Se utilizó información cartográfica suministrada por la Oficina del Sistema de Información Geográfica de la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA, a escalas 1:25 000 y 1:100 000, relacionada con el mapa de demarcación de la cuenca del río Yaután y suelos, con curvas de nivel espaciadas cada 50 m, la misma que sirviera de base para programar los trabajos de campo y elaboración de los planos generales.

Levantamiento Topográfico 2 006

Este trabajo se refiere al levantamiento topográfico de 18.0 km de canal existente, realizado en junio por la empresa ANDREICO, desarrollado entre la zona de captación en el río Yaután (km 0+000) hasta la quebrada Lomo de Camello (km18+000), encauzado a obtener las formas que presenta el trazo y sección del canal dentro de un ancho de franja de aproximadamente 20 m de ancho, para lo cual se realizó la fijación de puntos de control vertical y horizontal con una densidad de puntos (800 por km), empleando una Estación Total Digital Geodimeter.

En campo se procedió a la monumentación de los vértices de la poligonal de apoyo de la Red Horizontal, realizándose en gabinete el procesamiento de los datos topográficos en sistema computarizado utilizando el software Auto Cad Land Development Desktop 2 006 y para elaboración de planos el software Auto Cad 2006.

Representando en planos de planta, perfil longitudinal y secciones transversales las características topográficas del canal, a escalas (H:V) 1:2 000 y 1:200, con curvas de nivel espaciadas cada metro referidas a cotas absolutas. Las secciones transversales se representan en planos a escala 1:200.

Relación de BMs

Progresiva Km	Coordenadas		Elevación (msnm)	BM
	Norte	Este		
0+000	8950111.84	173849.362	1048.317	BM 0+000
0+500	8949883.46	173481.854	1043.934	BM 0+500
1+000	8949640.44	173071.860	1041.622	BM 1+000
1+500	8949675.32	172714.230	1040.235	BM 1+500
2+000	8949646.27	172309.981	1037.830	BM 2+000
2+500	8949349.36	172071.025	1018.041	BM 2+500
3+000	8949258.88	171657.954	1014.277	BM 3+000
3+500	8949026.27	171384.873	1011.783	BM 3+500
4+000	8948816.57	171033.324	1006.196	BM 4+000
4+500	8949051.77	170806.487	1003.964	BM 4+500
5+000	8949050.91	170642.821	1003.218	BM 5+000
5+500	8949499.79	170655.148	1002.320	BM 5+500
6+000	8949257.11	170534.120	1000.452	BM 6+000
6+500	8949291.66	170342.476	999.586	BM 6+500
7+000	8948978.19	170051.310	998.878	BM 7+000
7+500	8948630.40	169833.340	996.888	BM 7+500
8+000	8948495.91	169757.372	996.379	BM 8+000
8+500	8948539.91	169568.921	994.268	BM 8+500
9+000	8948805.85	169443.976	993.193	BM 9+000
9+500	8948948.14	169158.300	991.840	BM 9+500
10+000	8949091.89	168914.146	991.308	BM 10+000
10+500	8949989.41	168635.950	988.339	BM 10+500
11+000	8949263.19	168516.126	988.181	BM 11+000
12+000	8949558.25	167840.222	867.366	BM 12+000
12+500	8949425.85	167423.320	837.187	BM 12+500
13+000	8949173.59	167058.912	825.497	BM 13+000
13+500	8949216.28	166607.497	814.649	BM 13+500
14+000	8949379.35	166171.062	811.145	BM 14+000
14+500	8949515.01	165816.226	811.128	BM 14+500
15+000	8949687.61	165607.999	812.738	BM 15+000
15+500	8949848.46	165340.916	808.856	BM 15+500
16+000	8949854.41	165057.284	782.531	BM 16+000
16+500	8949496.02	164832.549	781.774	BM 16+500
17+000	8949587.11	164587.869	779.230	BM 17+000
17+500	8949297.43	164439.541	778.255	BM 17+500
18+000	8949419.57	164103.215	775.993	BM 18+000
18+500	8949103.71	164043.135	775.526	BM 18+500

Fuente: Informe Final Levantamiento Topográfico Canal Señor De Los Milagros realizado por ANDREICO SAC- Junio 2006

5.3 Geología y Geotecnia

5.3.1 Captación Directa Yaután

5.3.1.1 Características Geológicas

5.3.1.1.1 Geomorfología

El relieve en la zona de estudio presenta una topografía variada, reconociéndose sectores escarpados en ambas márgenes (Flancos del Valle) y superficies con suaves pendientes y onduladas. Los relieves agrestes (Cerros escarpados) relacionados con la presencia de rocas intrusivas y depósitos aluvionales (Escarpa de erosión).

5.3.1.1.2 Litología y Estratigrafía

La obra de captación se implantará principalmente sobre formaciones fluviales y aluviales, conformada por suelos granulares mezcla de gravas, arenas y limos. La secuencia y relaciones estratigráficas generalizadas, identificadas en la zona de estudio, son las siguientes:

Unidad Poctao	Rocas intrusivas que gradan entre Tonalita y Granodiorita.
Depósitos Aluviales	Arena gruesa, grava fina y limos; eventualmente cantos rodados.
Depósitos Fluviales.	Compuestos por gravas, arenas y cantos rodados; presencia de bloques heterométricos, distribuidos erráticamente.
Depósitos Coluviales	Mezcla de gravas, arenas, limos y bloques heterométricos.

5.3.1.1.3 Procesos Geodinámicos

Generalmente los procesos geodinámicos, están asociados a terrenos de fuerte pendiente y a las descargas fluvo torrenciales. El agente dinámico principal lo constituye el agua originado por las fuertes precipitaciones e incremento del caudal del río Yaután, que reactiva la cuenca con procesos de erosión y desbordes hacia las márgenes; las formaciones potencialmente inestables a estos procesos lo constituyen los depósitos aluvionales y fluviales, que pueden desestabilizar las laderas.

5.3.1.2 Geotecnia

5.3.1.2.1 Características Geotécnicas

Los macizos rocosos han sido calificados geomecánicamente según las características lito-estructurales semejantes y patrones de comportamientos definidos; las descripciones se basan en la aplicación de las Tablas de Clasificación Geomecánica de Bieniawski, que definen las calidades de los macizos rocosos como material de fundación y a las recomendaciones de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas para la descripción de los Macizos Rocosos; tablas que se adjuntan anexas al presente informe.

5.3.1.2.2 Cálculo de Cargas Admisibles

Las cargas admisibles alcanzan valores superiores a 18.00 Kg/cm²; y no se esperan asentamientos críticos en función de las cargas de trabajo. En el caso de ubicación en los

depósitos aluviales del cauce del Yaután, las cargas admisibles se han estimado aplicando los criterios de Terzaghy y Peck; en este caso las cargas admisibles serán superiores a 2.25 Kg/cm^2 (Profundidades superiores a 1.25m).

5.3.2 Canal Señor de Los Milagros

5.3.2.1 Descripción Geológica del Trazo

- **Del Km. 0+000 al 0+023m (Canal de Aproximación)**

Tramo que corresponde al Canal de Aproximación, a continuación de las obras de captación; amplio desarrollo de depósitos aluviales del cauce del Yaután, constituidos por gravas arenosas mal gradadas, con nula plasticidad, que presentan bloques y cantos rodados (Tamaños de hasta 1.00m). Las pendientes del terreno es moderada y fluctúan de 12° a 15° . Tramo del canal que esta afectado por procesos erosivos y de inundación del río Yaután; en tal sentido deben proyectar obras de defensa ribereñas y/o encauzamientos.

- **Del Km. 0+000 al Km. 0+060m (Inicio del Canal Principal)**

Depósitos aluviales del cauce del Yaután, constituidos por gravas areno limosas con nula plasticidad, que presentan bloques y cantos rodados. Corresponde a la terraza inferior del Yaután. El Canal Principal, se desarrolla bordeando la terraza inferior del Yaután localizada en la margen derecha. Las pendientes son moderadas y fluctúan entre 12° a 15° . Tramo del canal que esta afectado por los procesos erosivos del río Yaután; en tal sentido deben proyectar obras de defensa ribereñas y/o encauzamientos.

- **Del Km. 0+060 al Km. 0+460m**

Depósitos aluviales del río Yaután, constituidos por gravas areno limosas con ligera plasticidad, que presentan bloques y cantos rodados (Tamaños de hasta 1.20m); corresponde al a terraza antigua del río Yaután, con presencia de sales en su composición que les da cierto grado de cementación.

El canal se desarrolla bordeando la terraza antigua del Yaután localizada en la margen derecha; corresponde a una escarpa de erosión, que presenta zonas con pequeños bloques y/o cantos derrumbados, así como cárcavas por erosión lineal.

- **Del Km. 0+460 al Km. 0+480m.**

Cruce de quebrada, que en el lecho presenta depósitos fluviales y aguas abajo de la estructura de cruce se observan afloramientos de rocas intrusivas, tramo de la quebrada labrado en las rocas intrusivas. El canal se desarrolla en el cauce de la quebrada con pendientes moderadas inferiores a 25° .

- **Del Km. 0+480 al Km 0+510m.**

Tramo en donde predominan los afloramientos de rocas intrusivas, con bloques angulosos en superficie; roca con moderada a baja meteorización. Tramo que bordea laderas con pendientes entre 25° a 40° .

- **Del Km. 0+510 al Km 0+800m.**

Depósitos aluvionales del río Yaután, constituidos por gravas areno limosas con ligera plasticidad, que presentan bloques y cantos rodados (Tamaños de hasta 1.20m). El canal se desarrolla bordeando laderas con pendientes variables entre 20° a 40°, las menores gradientes se observan entre los Km 0+700 a 0+760 (Inferiores a 15°).

- **Del Km. 0+800 al Km 5+320m.**

Predominan los afloramientos de rocas intrusivas (Granodiorita - Tonalita) que por sectores se alternan con depósitos coluviales constituidos por arenas gravosas con limos ó gravas arenosas con limo; en superficie presencia de bloques heterométricos con tamaños hasta de 4.00m. En algunos casos existen tramos, en donde los bloques cubren el canal, como en las progresivas: Km 2+420m, 2+750, 2+905, 2+915, 3+430, 4+840m.

- **Del Km. 5+320 al Km 5+570m.**

Amplio desarrollo de los depósitos coluviales, constituidos por una mezcla de gravas arenosas con limos y/o arcillas; presencia de bloques y cantos, rodados derivados de los afloramientos de rocas intrusivas (Tamaños hasta de 1.25m). El canal se desarrolla bordeando laderas con pendientes promedios de entre 20° a 35°.

- **Del Km. 5+570 al Km 5+615m.**

Predominan los afloramientos de intrusivos; en la parte superficial del terreno, se observan bloques heterométricos de origen coluvial. Estructura de cruce construida en una quebrada, con el cauce con afloramientos de rocas intrusivas (Km 5+570 al 5+582m). Tramo que se desarrolla atravesando laderas que presentan pendientes variables.

- **Del Km. 5+615 al Km 5+900m.**

Depósitos coluviales, constituidos por gravas areno arcillosas con ligera plasticidad, que presentan bloques y cantos rodados. El canal se desarrolla bordeando laderas con entre 25° a 40°, superficialmente es más notoria la presencia de bolonería y bloques de origen intrusivo. El tramo entre el Km 5+700 al 5+780m, con taludes inferiores a 15°.

- **Del Km. 5+900 al Km 6+000m.**

Predominan los afloramientos de intrusivos, parcialmente cubiertos por los depósitos coluviales. Cruce de quebrada entre Km 5+920 al Km 5+939m. Tramo que se desarrolla bordeando laderas que presentan pendientes variables de 30° a 45°; en la superficie del terreno se observan bloques heterométricos de origen coluvial.

- **Del Km. 6+000 al Km 7+015m.**

Depósitos coluviales, constituidos por gravas areno arcillosas con ligera plasticidad, que presentan bloques y cantos rodados. El canal se desarrolla bordeando laderas con pendientes variables 20° a 35°, superficialmente es más notoria la presencia de bolonería y bloques de origen intrusivo.

- **Del Km. 7+015 al Km 9+000m.**

Afloramientos rocosos de intrusivos más básicos que gradan entre Tonalitas a Dioritas; en la superficie del terreno se observan bloques heterométricos de origen coluvial (Tamaños de 0.90 a 1.60m). Las rocas intrusivas, presentan fracturas y/o diaclasas con las siguientes características: 1) Azimut de buzamiento de 320° a 340°, ángulos de buzamientos de 65°; 2) Azimut de buzamiento de 180°, con buzamientos de 60° a 65°. Tramo que se desarrolla atravesando laderas que presentan pendientes variables entre 25° a 45°.

- **Del Km. 9+000 al Km 9+140m.**

Depósitos coluviales, constituidos por arenas gravosas con limos y/o arcillas de ligera plasticidad; en todo el tramo se observan bloques y cantos rodados (Tamaños entre 0.75 a 1.75m). El canal se desarrolla bordeando laderas con entre 20° a 35°.

- **Del Km. 9+140 al Km 9+500m.**

Afloramientos rocosos de intrusivos (Diorita - Tonalita); se alternan con depósitos coluviales, observándose en superficie la presencia de bloques con tamaños promedios de 0.75m. Cruce de quebrada entre los Km 9+432 al Km 9+442m. Tramo que se desarrolla a través de laderas que presentan taludes variables entre 25° a 40°.

- **Del Km. 9+500 al Km 9+900m.**

Depósitos coluviales y coluvio residuales, constituidos por arenas arcillosas, color pardo rojizo de mediana plasticidad; se alternan con afloramientos de rocas intrusivas muy alteradas (Km 9+700 al Km 9+740m).

- **Del Km. 9+900 al Km 10+900m.**

Predominan los afloramientos rocosos de intrusivos; en superficie con bloques con tamaños promedios entre 0.45 a 1.20m. Las rocas intrusivas, presentan fracturas y/o diaclasas con las siguientes características: 1) Azimut de buzamiento de 320° a 340°, ángulos de buzamientos de 65° a 70°; 2) Azimut de buzamiento de 25°, con buzamiento de 65°. Tramo que se desarrolla atravesando laderas que presentan taludes variables entre 25° a 45°.

- **Del Km. 10+900 al Km 11+400m.**

Depósitos coluviales, constituidos por gravas arenosas con limos y/o arcillas, suelos de ligera plasticidad que presenta bloques en su composición. En el Km 11+314, se inicia descarga del canal al lecho de una quebrada. Se alternan, pequeños sectores con afloramientos de intrusivos meteorizados y fracturados, como entre las progresivas Km 11+180 al Km 11+200m.

- **Del Km. 11+400 al Km 11+780m.**

Alternancia de afloramientos de intrusivos y depósitos fluviales; presencia de bloques y cantos rodados (Tamaños entre 0.50 a 1.50m). Tramo que se desarrolla en el lecho de una quebrada de fuerte pendiente longitudinal (Superior a 12°).

- **Del Km. 11+780 al Km 11+866m.**

Depósitos fluviales con alto porcentaje de bloques y cantos rodados; continua el trazo en el lecho de una quebrada de fuerte pendiente (Superior a 12°).

- **Del Km. 11+866 al Km 11+980m.**

Se alternan afloramientos rocosos de intrusivos (Diorita - Tonalita), con depósitos coluviales. En la superficie del terreno se observan bloques heterométricos de origen coluvial, con tamaños promedios de 0.70m. Tramo que se desarrolla por laderas que presentan pendientes inferiores a 30°.

- **Del Km. 11+980 al Km 12+010m.**

Predominan los depósitos coluviales, constituidos por gravas arenosas con limos y/o arcillas, suelos de ligera plasticidad que presenta bloques en su composición. El canal continúa su desarrollo a través de laderas, con pendientes de 20° a 30°.

- **Del Km. 12+010 al Km 12+420m.**

Depósitos aluviales, constituidos por gravas arenosas limosas y/o arcillosa; suelos con ligera plasticidad; superficialmente se observan bloques y cantos rodados (Tamaños de hasta 0.70m).

El canal se desarrolla en el cauce de la quebrada Tomeque, con pendientes moderadas (Inferiores a 12°); el cauce principal de la quebrada se localiza entre los Km 12+075 al Km 12+105m.

- **Del Km. 12+420 al Km 12+720m.**

Predominan los depósitos coluviales, constituidos por gravas arenosas con limos y/o arcillas, suelos de ligera plasticidad que presenta bloques en su composición. Entre las progresivas Km 12+420 al Km 12+600m; a unos 5.00 de distancia del canal, se observan los afloramientos de rocas intrusivas. El trazo del canal, prosigue su desarrollo a través de laderas, con pendientes variables entre 15° a 35°.

- **Del Km. 12+720 al Km 13+000m.**

Se alternan afloramientos de rocas intrusivas (Diorita – Tonalita) con los depósitos coluviales; los suelos coluviales están constituidos por gravas arenosas con limos y/o arcillas, de ligera plasticidad. Entre los Km 12+730 al Km 12+810m, se observan pequeños derrumbes de material coluvial, que ingresan parcialmente a la caja del canal existente.

- **Del Km. 13+000 al Km 14+000m.**

Depósitos coluviales, constituidos por arenas gravosas con limos y/o arcillas; suelos de ligera plasticidad; superficialmente se observan bloques y cantos rodados (Tamaños de 0.75 a 1.75m). El canal se desarrolla bordeando laderas con pendientes variables entre 25° a 40°; últimos 100m con pendientes inferiores a 10°.

- **Del Km. 14+000 al Km 15+100m.**

Predominan los afloramientos de rocas intrusivas (Diorita - Tonalita); en el tramo del Km 14+500 al Km 14+700m, se alternan con depósitos coluviales (Arenas gravosas con limos). Superficialmente se observan bloques de intrusivos con diámetros entre 0.75 a 2.00m. Las rocas intrusivas, presentan fracturas y/o diaclasas con las siguientes características: 1) Azimut de buzamiento de 160° a 180°, con ángulos de buzamientos de 65°.

- **Del Km. 15+100 al Km 15+500m.**

Depósitos coluviales constituidos por suelos arenas gravosas con limos y/o arcillas, de ligera plasticidad. Coluvios con alto porcentaje de bloques mayormente sub angulosos (Tamaños de.75m). Cruce de quebrada entre el Km 15+120 al Km 15+230m; el canal se desarrolla bordeando laderas con pendientes promedios mayormente inferiores a 30°.

- **Del Km. 15+500 al Km 16+000m.**

Predominan los afloramientos de rocas intrusivas; el trazo del canal se desarrolla en laderas uniformes con pendientes promedios de 30° a 40°. A partir del Km 15+725, el canal se desarrolla en rápida; entre los Km 15+815 al Km 15+852, obra de arte construida, con ambos estribos en roca.

- **Del Km. 16+000 al Km 18+015m.**

Depósitos aluviales, constituidos por arenas gravosas con arcillas y gravas arenosas con arcillas; suelos de ligera plasticidad; superficialmente se observan bloques y cantos rodados (hasta 1.20m). Se observan cruces de quebradas, entre los Km 16+165 al Km 16+178, Km 16+765 al Km 16+775, Km 16+975 al Km 16+982 y Km 17+278 al Km 17+284m. Tramo con derrumbes de material coluvial entre los Km 18+000 al Km 18+015m. El canal se desarrolla bordeando laderas con entre 20° a 40°, existiendo zonas escarpadas.

5.3.2.2 Sectorización Ingeniero Geológica

- A. Excavación en Roca Fija.-** Las excavación en roca fija consiste en la remoción de todos los materiales que no pueden ser removidos por pala mecánica o por equipos de movimiento de tierra, sin continuos y sistemáticos disparos o voladuras, barrenos y acuñamientos; la remoción de rocas individuales de más de un metro cúbico de volumen será clasificado como excavación en roca fija.
- B. Excavación en Roca Suelta.-** Consiste en la remoción de todos los materiales que pueden ser removidos con pala mecánica o equipo pesado de movimiento de tierras, con uso ocasional de cargas explosivas; la remoción de piedras y bloques individuales de menos de 1.00 metro cúbico y mayor de 0.5 metro cúbico de volumen, será clasificada como excavación en roca descompuesta o suelta.

- C. Excavación en Material Suelto.-** La excavación consiste en el levantamiento de todos los materiales que pueden ser removidos a mano, con excavadoras con equipos de movimiento de tierras.

5.3.3 Áreas de Préstamos

Se han prospectado y/o verificado áreas de préstamos que aporten los materiales factibles de ser utilizados durante el proceso constructivo de las obras proyectadas; para tal fin se procedió inicialmente a una selección de las áreas más aparentes de ser utilizadas, las que se han verificado mediante los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y análisis químicos.

Áreas para la explotación de agregados se han localizado en el río Yaután, quebrada Tomeque y quebrada Loma de Camello. Como material de relleno se plantea la utilización de material propio; en tal sentido se han aprovechado las excavaciones a lo largo del canal para verificar su utilización como material de terraplén. Se investigaron, las siguientes áreas de préstamos con fines de la obtención de agregados para la elaboración de concreto: Río Yaután, Quebrada Tomeque y Quebrada Loma de Camello.

Los materiales prospectados, se localizan a lo largo de los cauces existentes (Zona de escorrentía actual), en donde se observan acumulaciones que corresponden a los depósitos fluviales y aluviales, de textura granular, mezcla de gravas y arenas con cantos rodados y bolones. Los clastos varían de subredondeados a subangulosos, que se han derivado litológicamente de rocas intrusivas y volcánicas.

Las zonas evaluadas, reúnen similares características en cuanto al SUCS varían entre GP - GW y SP - SW (Gravas arenosa y arenas gravosas; mala a buena gradación), aceptable distribución granulométrica, forma de sus elementos, presencia de bolonería, origen litológico y grado de conservación de sus elementos; presentan alto porcentaje de bloques y bolonería que se distribuyen erráticamente. Las zonas para explotación de agregados presentan un alto porcentaje de cantos rodados en su composición, que pueden incluso proporcionar los materiales para enrocados y la construcción de los canales con mampostería de roca.

5.3.3.1 Préstamo Yaután

Se localiza en el río Yaután y corresponden a los depósitos aluviales del cauce, que se acumulan en el tramo comprendido entre el Puente Yaután y la progresiva Km 0+600m del canal.. En esta zona se realizaron dos excavaciones con el respectivo muestreo representativo.

Aceptable distribución granulométrica; los agregados gruesos se encuentran dentro de los husos granulométricos requeridos; en cambio las curvas de los agregados finos presentan un pequeño desfaseamiento con relación a los husos granulométricos requeridos: los módulos de fineza del agregado fino, están en el orden de 3.33 a 3.44. Materiales que debidamente procesados pueden aportar los porcentajes con las granulometrías requeridas para su utilización como agregados. Los elementos mayores de 4" se pueden utilizar en los gaviones. Los resultados de los ensayos químicos indican una nula a débil agresividad al concreto.

5.3.3.2 Agregados - Tomeque

Se localiza en el cauce de la quebrada Tomeque, aguas debajo del sifón corresponden a materiales aluviales y fluviales: Mezcla de gravas con arenas y bolonería en su composición. Reúnen similares características que los prospectados en Yaután, lo que esta basado en el grado de conservación de los clastos (Arenas y gravas), origen y derivación litológica. Materiales con clasificación SUCS = SW – GW.

Aceptable distribución granulométrica; los agregados gruesos mayormente cumplen los husos granulométricos requeridos; los agregados finos presentan desfaseamientos con relación a los husos granulométricos requeridos; los módulos de fineza calculados están entre 3.45 a 3.47. Los resultados de los análisis químicos indican una nula a débil agresividad al concreto, no representando ninguna limitación técnica para su utilización en las obras de concreto.

5.3.3.3 Agregados - Loma de Camello

Área que se localiza en el cauce de la quebrada Loma de Camello, a continuación del cruce con el Canal Señor de los Milagros, corresponden a materiales aluviales y fluviales: Mezcla de gravas con arenas y bolonería en su composición. Aceptable distribución granulométrica; los agregados gruesos se encuentran dentro de los husos granulométricos requeridos; las curvas de los agregados finos presentan pequeños desfaseamientos con relación a los husos granulométricos requeridos. Los módulos de fineza del agregado fino, varían entre 3.12 a 3.81

Explotación selectiva a lo largo del cauce de la quebrada, materiales que debidamente procesados pueden aportar los agregados en los porcentajes y granulometrías requeridas. Los resultados de los análisis químicos indican una nula a débil agresividad al concreto, no representando ninguna limitación técnica para su utilización en las obras de concreto.

5.3.3.4 Material de Relleno

Como material de relleno se plantea la utilización de material propio; en tal sentido se han aprovechado las excavaciones a lo largo del canal para verificar su utilización como material de terraplén. Corresponden a los depósitos aluviales que se localizan a lo largo del canal existente y que mayormente están constituidos por gravas limosas y/o arcillosas y arenas arcillosas, con ligera plasticidad. Se pueden utilizar para la ejecución de terraplenes, debiéndose utilizar tamaños máximos de 3". El grado de compactación requerida será del 98% de la máxima densidad del ensayo proctor estándar y al óptimo contenido de humedad.

6.0 PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

El presente proyecto contempla, mejorar la infraestructura actual del sistema de riego Señor de Los Milagros, proponiendo adecuar la capacidad de la conducción a 450 l/s como máximo, para atender la distribución de la demanda de agua para el riego de 500 ha agrícolas ubicadas a lo largo del desarrollo de este canal.

Así en base a la información de campo generada, como es el inventario de la infraestructura existente elaborado en abril del 2 006 por el ingeniero Fernando Castillo Romero Gerente Técnico de la Junta de Usuarios de Yaután; levantamiento topográfico del trazo del canal, elaborado en junio del 2 006 por la empresa ANDREICO y la geología y geotecnia elaborada en junio del 2 006 por el ingeniero Claudio Manrique R.; el proyecto plantea algunos requerimientos sustantivos que permita mejorar la eficiencia de riego y la distribución del caudal de demanda de agua en el canal de 18.0 km de longitud, con incidencia en 500 ha agrícolas, de las cuales actualmente 150 ha están desarrolladas y las otras 350 ha por incrementar, siendo estos los siguientes :

- a) Mejorar la capacidad de operación de la captación existente, mediante la proyección de obras civiles permanentes, que aseguren la aproximación e ingreso del caudal del río a la captación, proponiendo emplazar una estructura de captación directa de carácter definitivo, que reemplace a la obra provisional existente conformada con materiales rústicos; con la finalidad de garantizar en periodos de avenidas la captación de un caudal máximo de 450 l/s, cuando frente a la bocal de captación el tirante del río se presente elevado. Periodo en el cual se prevé cubrir la demanda de agua para riego de 500 ha ubicadas a lo largo del canal, incluyendo las áreas nuevas (350 ha) ubicadas entre el km 6+500 al km 18+000, teniendo en cuenta que durante esta época del año, parte de la masa el agua que transita por el río Yaután y que entrega al río Casma se pierde en el mar.
- b) Dicha obra, no incluye barraje transversal en la sección del cauce del río, a fin de no alterar la conformación actual del cauce en el río, previendo dejar transitar libremente el caudal de esorrentía durante los periodos de avenidas como en estiaje. Es importante señalar la importancia de la estructura en la operación de la irrigación, teniendo en cuenta que cualquier falla en la captación pondría en riesgo el éxito del proyecto, por lo que será conveniente dotarla de los elementos necesarios, que contemple principalmente lo siguiente:
 - La estructura debe garantizar la captación de 450 l/s durante el periodo de avenidas, regulando el caudal de ingreso en la bocal de captación.
 - Asegurar la estabilidad de lo obra, contra la acción de la erosión durante la presencia de caudales de máximas avenidas y protección contra el impacto del material de arrastre.
 - La solución debe ser económicamente racional, proponiendo utilizar para la construcción material del lugar.
- c) Mejoramiento de la capacidad de conducción de los 18.0 km de longitud, mediante la proyección de la ampliación del revestimiento de la sección actual en los primeros 6.5 km del canal y revestimiento de la continuación actualmente en tierra de aproximadamente 11.5 km de longitud, contribuyendo principalmente a mejorar la eficiencia de riego en el canal y garantizar la distribución del caudal de demanda de agua durante el periodo de avenidas.

6.1 Capacidad del Canal

Para las condiciones actuales, se realizó la evaluación de la capacidad de conducción del canal en el tramo revestido (km 0+000 al km 6+500), observando que este muestra diferentes características hidráulicas de construcción en su desarrollo y por lo tanto diferentes capacidades para conducción del caudal. Presentando notorias limitaciones de capacidad los tramos de canal revestido entre las progresivas km 0+000 al km 0+450 y del km 2+200 al km 5+ 500, debido principalmente a la pequeña caja de canal, que puede conducir un caudal hasta de 200 l/s. Otra limitación importante de aspecto morfológico, se aprecia en el tramo del km 0+000 al km 0+450, donde la caja del canal se sustenta sobre un talud de notoria inclinación que supera los 60,° conformado por un conglomerado de roca con arcillas, material que ante la acción del agua pierde cohesión y aumenta el riesgo de derrumbe.

La determinación de la demanda mensual de agua para atender el riego de 500 ha, se realizó en función de la cedula de cultivo con incidencia en frutales, alfalfa y hortalizas, determinando un caudal de 345 l/s, adoptándose un caudal máximo de diseño de 450 l/s.

El siguiente cuadro muestra las características hidráulicas y constructivas de las secciones que se adoptan en el proyecto para cada uno de los tramos del canal.

ITEM	UNID.	CANAL	TOTAL
Area neta	ha	500	
Máximo caudal unitario	lps/ha	0.69	
Caudal de diseño	lps	345	
Caudal de diseño sugerido	m ³ /seg	0.45	0.45
Longitud de canal	km.	18.00	

Ver detalle en el anexo correspondiente

7.0 CRITERIOS DE DISEÑO

7.1 Criterios para Mejoramiento de la Obra de Captación

- ❖ El proyecto se orienta al mejoramiento de la infraestructura existente, para lo cual se prevé reemplazar la captación rustica actual por otra de tipo directo conformada de concreto reforzado y enrocado, a fin de garantizar la eficiencia de captación del caudal de servicio, para derivar el hacia la margen derecha de río Yaután.
- ❖ El caudal máximo para derivación se ha definido en 450 l/s, captado por rebose a través de la ventana de captación.
- ❖ Para controlar el ingreso de material sólidos de arrastre, a través de la ventana de captación, se ha dispuesto frente a esta, una pantalla con rieles espaciados cada 0.50m

- ❖ Se complementa la estructura proyectada con los siguientes elementos principales: muros de encauzamiento aguas abajo, enrocado de fondo aguas arriba de la captación, fijador de cota, enrocado pesado colocado aguas abajo y diques de protección en la margen derecha. Asimismo, se considera compuertas y sistema de izaje para derivación y limpia.

7.2 Criterios Específicos para Mejoramiento de la Obra de Conducción

El diseño del revestimiento del canal y obras de arte proyectadas se realizaron siguiendo los criterios técnicos establecidos por el USBR y por las prácticas usuales de ingeniería utilizadas en proyectos similares, señalando entre éstas las siguientes:

- ❖ La sección hidráulica de la conducción se proyecta totalmente en corte
- ❖ Respetar el alineamiento actual del desarrollo del canal existente de modo de no alterar el desarrollo del trazo de los canales, así como los puntos de toma y cruces de camino.
- ❖ Mejorar la infraestructura de conducción de 18.0 km de longitud, a fin de minimizar las pérdidas por infiltración y distribución del caudal, mediante el revestimiento de la sección del canal con desarrollo telescópico, utilizando concreto ciclópeo, de espesor 15.0 cm en las paredes y 20 cm en la base, con capacidad para transitar un caudal máximo de diseño de 450 l/s y un mínimo de 300 l/s.
- ❖ Reemplazar las compuertas de regulación existentes, por otras metálicas de tipo tarjeta, manteniendo la ubicación en las progresivas del proyecto original, señalando que en general la ubicación final de estas compuertas será precisada en campo durante el proceso de ejecución de la obra, previa aprobación de la Comisión de Regantes de Yaután.
- ❖ En general, el material producto de las excavaciones para la fundación de la sección hidráulica del canal, bermas y camino de acceso, se clasifican de acuerdo a lo indicado en el estudio geológico, como material suelto, roca suelta y roca fija representativos de cada uno de los tramos.
- ❖ En relación con los materiales de excavación, este se utilizará para relleno en la conformación de la sección del canal y camino y el excedente se colocará lateralmente en el límite del camino fuera de la obra. En caso de no ser suficiente el material de excavación para la conformación del relleno, se puede utilizar material del sitio.

8.0 DESCRIPCION DE LAS OBRAS

8.1 Descripción de la Obra de Captación

8.1.1 Sitio de emplazamientos elegidos

La actual obra de captación, se ubica en el cauce del río Yaután, sobre la cota 1 047 msnm, aproximadamente a 4.5 km aguas arriba del poblado de Yaután, resaltando las

características morfológicas que presenta este sitio, con laderas empinadas y cauce angosto de aproximadamente 15 m de ancho, con presencia de grandes bloques y cantos rodados lo cual nos indica la ocurrencia de grandes aluviones que son posibles de repetirse. Las condiciones geológicas se describen con detalle en el estudio respectivo.

8.1.2 Descripción de la Obra de Captación Projectada

Obra de captación directa, proyectada en el cauce del río a la cota de piso 1 047.50 msnm, para garantizar en periodos de avenidas la captación de un caudal máximo de 450 l/s, sin obra de retenciones en el cauce dejando pasar libremente la totalidad del caudal en tránsito, conformada de concreto reforzado y enrocado, con capacidad para derivar hacia la margen derecha a través de una ventana de 0.70 m de ancho x 0.60 m de alto, cuya cota de umbral se ubica a la cota 1 047.10 msnm, complementada con la instalación de una compuerta de regulación apoyada sobre una losa aérea ubicada a la cota 1 049.50 msnm. La captación estará conformada por las siguientes obras principales:

- ❖ Fijador de cota 5.90 m de longitud
- ❖ Nivel de corona fijador de cota 1 047.50 msnm
- ❖ Nivel de enrocado en el cauce 1 047.50 msnm
- ❖ Pantalla de protección (rieles) 6.00 m de longitud
- ❖ Nivel de corona pantalla de protección 1 047.50 msnm
- ❖ Nivel de enrocado zona de captación 1 047.00 msnm
- ❖ Muro de encauzamiento 15.50 m de longitud
- ❖ Nivel de corona muro de encauzamiento 1 049.50 / 1 048.30 msnm
- ❖ Bocal de captación..... 0.70 m ancho por 0.60 m de altura
- ❖ Nivel umbral de captación..... 1 047.10 msnm
- ❖ Compuerta de regulación..... 0.70 x 0.70 m
- ❖ Canal de aproximación 23.00 m de longitud
- ❖ Nivel de rasante canal de aproximación..... 1 046.70 / 1 046.47 msnm
- ❖ Dique de protección..... 23.20 m de longitud
- ❖ Nivel de corona dique de protección 1 047.80 / 1 046.50 msnm

8.2 Descripción de las Obras de Conducción

La conducción proyectada se origina aguas abajo de la obra de captación, específicamente a continuación del canal de aproximación de 23 m de longitud, el cual empalma a la cota 1 046.47 msnm, desarrollando con sección rectangular telescópica una longitud de 18 km, sobre la base del trazo existente, con capacidad para conducir un caudal de 450 a 300 l/s.

El proyecto contempla realizar en el canal existente de 18 km de longitud, el mejoramiento del revestimiento y ampliación de la caja del canal del tramo de canal del km 0+000 al km 6+50 y la continuación del revestimiento de la sección del canal en el tramo faltante km 6+500 al km 18+000, además de la inclusión de obras de arte propicias para permitir la conducción del caudal, considerando mantener las obras de arte existentes como rápidas, sifón y acueductos para cruce de quebradas.

Desde el punto de vista constructivo, en el tramo de canal km 0+000 al km 6+500, se plantea realizar el mejoramiento del revestimiento aplicando concreto ciclópeo de resistencia $f'c=175 \text{ kg/cm}^2+30\%$ de PG, de espesor 15 cm en las paredes y de 20 cm en la

base, con juntas transversales de contracción espaciadas cada 3.0 m y juntas de dilatación cada 21.0 m, selladas con material elastomérico y la ampliación de la capacidad de la sección del canal mediante el encimado de las paredes laterales empleando concreto simple de resistencia $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, de la forma indicada en los planos. En el tramo de canal km 6+500 al km 18+000, el revestimiento se prevé ejecutar con concreto ciclópeo de resistencia $f'c=175 \text{ kg/cm}^2+30\%$ de PG, con juntas de las mismas características que las anteriormente indicadas. La sección del canal incluye una berma lateral de 0.50 m de ancho en el extremo derecho y un camino de 1.20 m de ancho en el extremo izquierdo.

El cuadro siguiente muestra las características de la conducción principal proyectada.

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS Y CONSTRUCTIVAS CANALES PROYECTADOS SECCION CA														
ESTACION		L (m)	Q (m ³ /s)	S (m/m)	Z	n	B (m)	Y (m)	H (m)	V (m/s)	E (m-Kg/k)	F	fb (m)	OBSERVACIONES
DE	A													
00+000	00+030	30.00	0.45	0.00400	0	0.02	0.70	0.45	0.70	1.43	0.55	0.68	0.25	SECCION CA - 01
01+200	02+165.92	965.92	0.45	0.00400	0	0.02	0.60	0.53	0.73	1.21	0.55	0.56	0.20	SECCION CA - 02
02+763	03+693	930.00	0.45	0.00310	0	0.02	0.70	0.49	0.75	1.29	0.58	0.58	0.26	SECCION CA - 02A
03+860	04+803	943.00	0.40	0.00310	0	0.02	0.70	0.49	0.75	1.29	0.58	0.58	0.26	SECCION CA - 02B
04+823	04+930	107.00	0.40	0.00390	0	0.02	0.70	0.41	0.75	1.37	0.51	0.68	0.34	SECCION CA - 02C
04+930	05+020	90.00	0.40	0.00530	0	0.02	0.70	0.37	0.75	1.55	0.49	0.38	0.38	SECCION CA - 03
05+020	05+562	542.00	0.40	0.00250	0	0.02	0.70	0.49	0.75	1.16	0.56	0.52	0.26	SECCION CA - 03A
06+509	07+520	1,011.00	0.40	0.00180	0	0.02	0.70	0.56	0.70	1.02	0.61	0.43	0.14	SECCION CA - 04
07+520	11+294.50	3,774.50	0.40	0.00280	0	0.02	0.70	0.47	0.70	1.21	0.55	0.56	0.23	SECCION CA - 05
11+849.30	11+869.79	20.49	0.40	0.00900	0	0.02	0.70	0.30	0.70	1.88	0.48	1.09	0.40	SECCION CA - 05A
12+643	12+961	318.00	0.30	0.00700	0	0.02	0.60	0.31	0.50	1.59	0.44	0.91	0.19	SECCION CA - 06
13+258	13+360	102.00	0.30	0.00675	0	0.02	0.60	0.27	0.50	1.57	0.39	0.95	0.23	SECCION CA - 07
13+363	15+360	1,997.00	0.30	0.00300	0	0.02	0.70	0.37	0.60	1.16	0.44	0.61	0.23	SECCION CA - 08
15+360	15+677	317.00	0.30	0.00370	0	0.02	0.70	0.34	0.60	1.25	0.42	0.68	0.26	SECCION CA - 08A
15+823	17+080	1,257.00	0.30	0.00260	0	0.02	0.60	0.46	0.65	1.08	0.52	0.51	0.19	SECCION CA - 09
17+080	18+015.50	935.50	0.30	0.00340	0	0.02	0.60	0.41	0.65	1.21	0.48	0.60	0.24	SECCION CA - 10

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS Y CONSTRUCTIVAS CANALES SE																
ESTACION		L (m)	Q (m ³ /s)	S (m/m)	Z	n	B (m)	Y (m)	H (m)	V (m/s)	E (m-Kg/k)	F	fb (m)	OBSERVACIONES		
DE	A															
00+060	00+180	120.00	0.45	0.0097 (*)	0	0.015	0.60	0.38	0.70	1.99	0.58	1.03	0.32	CANAL EXISTENTE - SE/01		
00+180	00+220	40.00	0.45	0.0350 (*)	0	0.015	0.60	0.23	0.65	3.22	0.76	2.13	0.42	CANAL EXISTENTE - SE/02		
00+220	00+461	241.00	0.45	0.0040 (*)	0	0.015	0.60	0.53	0.73	1.40	0.63	0.61	0.20	CANAL EXISTENTE - SE/03		
00+486	00+793	307.00	0.45	0.0040 (*)	0	0.015	0.60	0.53	0.73	1.21	0.55	0.56	0.20	CANAL EXISTENTE - SE/04		
00+810	01+200	390.00	0.45	0.0040 (*)	0	0.015	0.60	0.53	0.73	1.21	0.55	0.56	0.20	CANAL EXISTENTE - SE/05		
02+190	02+420	230.00	0.45	0.0200 (*)	0	0.015	0.50	0.34	0.70	2.60	0.69	1.41	0.36	CANAL EXISTENTE - SE/06		
02+420	02+760	340.00	0.45	0.0076 (*)	0	0.015	0.50	0.51	0.70	1.77	0.67	0.79	0.19	CANAL EXISTENTE - SE/07		
05+580	05+917	337.00	0.40	0.0011 (*)	0	0.015	0.75	0.63	0.80	0.84	0.67	0.34	0.17	CANAL EXISTENTE - SE/08		
05+940	06+506	566.00	0.40	0.0016 (*)	0	0.015	0.75	0.54	0.75	0.97	0.59	0.42	0.21	CANAL EXISTENTE - SE/09		
11+880	11+994	114.00	0.40	CANAL EXISTENTE (RAPIDA MEJORADA)												CANAL EXISTENTE - SE/10

(*) Valor promedio considerado para determinación de las características hidráulicas y constructivas

Relación de Obras de Arte

Descripción	Ubicación (Km)	Observaciones
Captación	0+000 - 0+023	Proyectada
Obra de Cruce	0+796 - 0+807	Proyectada
Conducto Cubierto 1	0+464 - 0+483	Proyectada
Caída	2+168.92 - 2+187.45	Proyectada
Rápida	3+693 - 3+860	Estructura Existente
Túnel	4+805 - 4+823	Proyectada
Acueducto 1	5+565 - 5+580	Estructura Existente
Acueducto 2	5+917 - 5+940	Estructura Existente
Conducción en Tubería	11+297.50 - 11+846.30	Proyectada
Poza Disipadora	11+846.30 - 11+849.30	Estructura Existente
Sifón	12+026.10 - 12+130	Estructura Existente
Rápida	12+130 - 12+365	Proyectada
Conducto Cubierto 2	12+365 - 12+640	Proyectada
Conducto Cubierto 3	12+964 - 13+255	Proyectada
Rápida	15+680 - 15+776	Estructura Existente
Acueducto 3	15+776 - 15+820	Estructura Existente
Transiciones	0+461 - 0+464	Proyectada
	0+483 - 0+487	Proyectada
	0+793 - 0+796	Proyectada
	0+807 - 0+810	Proyectada
	2+760 - 2+763	Proyectada
	5+562 - 5+565	Proyectada
	6+506 - 6+509	Proyectada
	13+360 - 13+363	Proyectada
	15+677 - 15+780	Proyectada
	15+820 - 15+823	Proyectada

8.3 Materiales de Construcción

Para fines constructivos el proyecto considera ejecutar los rellenos proyectados para conformación de la caja de canal y camino de mantenimiento, utilizando material proveniente de las excavaciones y de ser necesario con material del sitio. Para la obtención de material de agregados como arena y piedra para elaboración del concreto se prevé obtener de las canteras señaladas en el estudio geotécnico.

9.0 PRSUPUESTO DE OBRA DE LOS CANALES

9.1 Análisis de Costos Unitarios

Los análisis de costos unitarios están referidos al 31 de julio del presente año y consideran los siguientes insumos: materiales, jornales de construcción civil, maquinarias, equipos, fletes y todos aquellos elementos necesarios para la ejecución de los trabajos. En la parte correspondiente al análisis de precios unitarios se adjuntan cada una de las partidas analizadas.

DISEÑO DEFINITIVO MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO CANAL SEÑOR DE LOS MILAGROS - YAUTAN – CASMA

INDICE

1.0 ANTECEDENTES

2.0 UBICACION

3.0 OBJETO

4.0 ESTADO ACTUAL

5.3 ESTUDIOS BASICOS

5.4 Inventario de la Infraestructura

5.5 Cartografía y Topografía

5.3 Geología y Geotecnia

5.3.1 Captación Directa Yaután

5.3.1.1 Características Geológicas

5.3.1.1.1 Geomorfología

5.3.1.1.2 Litología y Estratigrafía

5.3.1.1.3 Procesos Geodinámicos

5.3.1.2 Geotecnia

5.3.1.2.1 Características Geotécnicas

5.3.1.2.2 Cálculo de Cargas Admisibles

5.3.2 Canal Señor de Los Milagros

5.3.2.1 Descripción Geológica del Trazo

5.3.2.2 Sectorización Ingeniero Geológica

5.3.3 Áreas de Préstamos

5.3.3.1 Préstamo Yaután

5.3.3.2 Agregados - Tomeque

5.3.3.3 Agregados - Loma de Camello

5.3.3.4 Material de Relleno

6.0 PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

6.1 Capacidad del Canal

7.0 CRITERIOS DE DISEÑO

7.1 Criterios para Mejoramiento de la Obra de Captación

7.2 Criterios Específicos para Mejoramiento de la Obra de Conducción

8.0 DESCRIPCION DE LAS OBRAS

8.1 Descripción de la Obra de Captación

8.1.1 Sitio de emplazamientos elegidos

8.2.2 Descripción de la Obra de Captación Proyectada

8.2 Descripción de las Obras de Conducción

8.3 Materiales de Construcción

9.0 PRSUPUESTO DE OBRA DE LOS CANALES

9.1 Análisis de Costos Unitarios

10.0 CRONOGRAMA DE EJECUCION Y DESEMBOLSOS MENSUALES

11.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

**12.0 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS Y CANTIDAD DE INSUMOS
REQUERIDOS**

13.0 RELACION DE PLANOS

ANEXOS

ANEXO N° 01 DEMANDA DE AGUA

ANEXO N° 02 CARACTERIZACION INGENIERO GEOLOGICA

ANEXO N° 03 PLANILLAS DE METRADO

ANEXO N° 04 COPIA DE ACTAS

ANEXO N° 05 INVENTARIO INFRAESTRUCTURA DEL CANAL

ANEXO N° 06 ALBUM DE FOTOS