

COMPARACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO DEL CANAL DE TRASVASE
ZAMPEADO Y HORMIGÓN CICLÓPEO

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 ANTECEDENTES

La localización del área del Proyecto que recae en la Primera Sección Municipal Cercado del Departamento de Tarija. La cuenca de cabecera del río Santa Ana incluye las dos **sub cuencas de los ríos Calderas y Yesera**, que son las que interesan al presente proyecto. Ambas recaen al Este de la ciudad de Tarija y en el interior de la Primera Sección Municipal de la Provincia Cercado del Departamento de Tarija.

El **PEA** (Programa Estratégico de Acción) estableció las líneas maestras de actuación en materia de aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales del río Calderas. El sistema hidráulico seleccionado comprende una presa de regulación en el río Calderas, una presa de derivación en el río Yesera para alimentar, **por medio de un canal de trasvase**, el embalse de Calderas. La presa de Calderas alimenta dos redes de canales primarios y secundarios, para el riego de terrenos de las márgenes izquierda y derecha.

- La Presa de Calderas deberá suministrar agua para el riego a 1.229 ha de tierras agrícolas, situadas en ambas márgenes de los ríos Calderas y Yesera, de las comunidades de Caldera Chica, Hornos, Curuyo, Gamoneda, Santa Ana Barbecho y Santa Ana Baja.
- Para cumplir el anterior objetivo el embalse útil de Calderas deberá tener cerca de $4,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ Volumen de agua.
- Después de los estudios geotécnicos realizados en la garganta de Calderas, se determinó conducir los estudios de diseño final para una Presa de Enrocado, teniendo en cuenta que dicha presa tendrá un canal de trasvase que garantizará el llenado de dicha presa en las épocas de lluvia con un aporte de $0.86 \text{ m}^3/\text{seg}$.
- La presa deberá construirse en la parte angosta de "Calderas" en un lugar determinado por los estudios geológicos y geotécnicos como el más adecuado. La sección principal

también fue seleccionada para que su alineación cumpla con aquellos elementos geomorfológicos que permitan una adecuada ubicación de las obras de arte complementarias del desagüe de superficie, de dos tomas para los dos canales principales de margen derecha e izquierda y un desagüe de fondo.

El canal de trasvase tendrá una longitud total de 8,523 km y capacidad máxima de transporte de 0,86 m³/s. Unirá la obra de toma en el río Yesera con el embalse de Calderas.

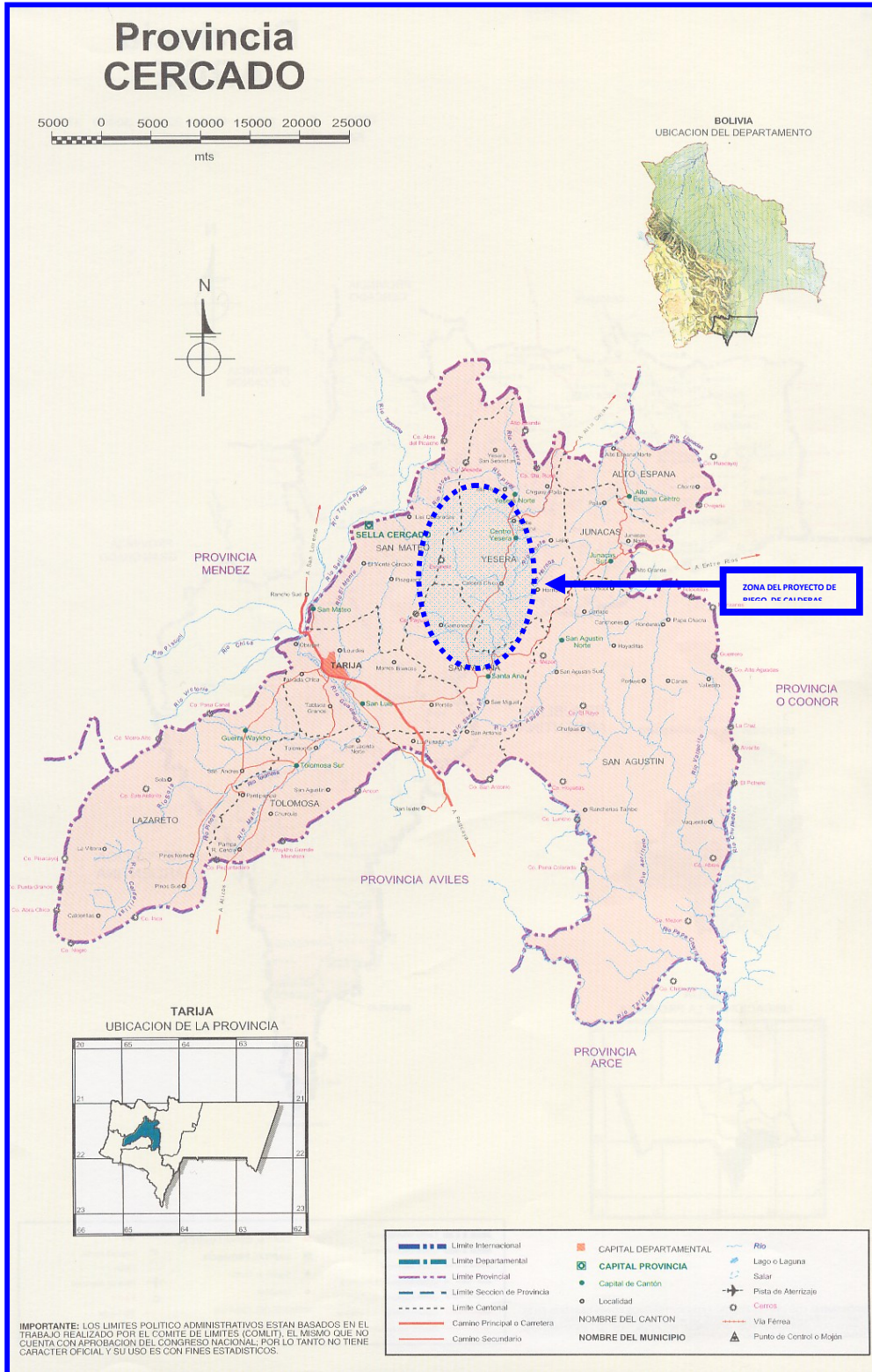
Se prevén 8 tramos de canales con sección trapezoidal, con dimensiones variables en función de las pendientes previstas que varían entre el 0,12 % y el 0,70 %.

También, para superar los obstáculos determinados por quebradas con variadas longitudes y profundidades, se deberán realizar 7 sifones invertidos. Para ello se emplearán tuberías de PRFV (Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio) de varios diámetros para el paso sobre puentes. Cada tramo, antes de entrar en el sifón tendrá un vertedero lateral limitador de caudales, un desarenador y una cámara de ingreso a la tubería. En la margen opuesta, al finalizar el sifón invertido, se prevé otra cámara de recepción e inicio del tramo subsiguiente del canal

La obra de entrega al embalse, corresponde a una cámara de llegada y a un área de vertido al embalse zampeada con rejunte de mortero, de tal forma de minimizar la erosión local que puede determinar el flujo de los caudales de aporte desde el río Yesera.

LÁMINA 1.1:

ÁREA DEL PROYECTO DE RIEGO CALDERAS EN BOLIVIA, EN TARIJA Y EN LA PRIMERA SECCIÓN MUNICIPAL CERCADO.



1.2 OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Hacer una comparación técnico - económica entre el zampeado vs hormigón ciclópeo en el cual no solo se tomen los aspectos económicos si no también los aspectos técnicos para que sea la mejor opción en el momento de escoger la mejor opción de dicho canal de trasvase, para evaluar costos y aspectos técnicos que influyen en dicha obra.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar costos, rendimientos que intervienen en la construcción de dicho canal para luego proceder con su comparación.

Reducir los cortes y movimientos de tierra con la utilización de una sección más adecuada de hormigón ciclópeo para el canal de trasvase si los resultados a si lo aconsejan.

Evitar o reducir los posibles asentamientos por filtración con un canal de hormigón ciclópeo.

Establecer todos los elementos más importantes que puedan intervenir en la construcción de canal de zampeado vs hormigón ciclópeo.

Determinar la mejor opción en base a todas las comparaciones realizadas entre el zampeado vs hormigón ciclópeo para la ejecución del canal de trasvase.

Hacer una comparación en el plan de mantenimiento y operación del canal de trasvase con zampeado y con hormigón ciclópeo para definir la mejor opción.

1.3 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

Ya que la sección transversal del canal de trasvase es bastante grande al utilizar zampeado existe el problema de crear una barrera artificial en el libre tránsito de animales, personas y moviidades que circulan de sur a norte, lo cual llevaría a causar inconvenientes con las personas y animales, al ser una sección en contacto con el suelo, permitiendo que los animales entren al canal y no puedan salir y que las personas afectadas tengan que exigir una solución inmediata.

Ante la creciente demanda de mano de obra en todos los proyectos que se ejecutan simultáneamente, se ve la necesidad de usar menos mano de obra calificada lo cual lleva a realizar varias alternativas donde se use menos mano de obra ya que el zampeado consume bastante mano de obra, en cuanto al Hº Ciclópeo se puede usar un camión mixer y una planta dosificadora de hormigones para reducir mano de obra en la elaboración del hormigón, otra alternativa sería usar tubos o canales prefabricados de hormigón armado estas alternativas son bastante más caras y no se cuenta con tubos de diámetros grandes en el mercado local y las empresas privadas que realizan prefabricados no realizan canales prefabricados y el costo de estos sería muy elevado.

Los cortes que se realizarán son bastante anchos ya que su sección es grande con un talud de 2:1, en los cortes profundos se aumenta el ancho de manera considerable, estos cortes al pasar por terrenos de cultivos afectarán un área mayor de cultivo, lo cual será necesario socializar bastante en estos sectores para no tener inconvenientes con los beneficiarios, al tener taludes y cunetas descubiertas se producirán erosiones afectando en la estabilidad del terreno.

Los asentamientos debido a la filtración del agua en el zampeado producirán pequeñas grietas para luego transformarse en fallas lo cual llevaría a una rotura del zampeado, debido a su gran tamaño y a su propio peso, estos asentamientos serán de diferentes grados de acuerdo a la calidad del suelo que los soporta, estos asentamientos se incrementarán en los cruces de las quebradas cuando se utilicen alcantarillas por debajo de la estructura para evacuar el agua de dichas quebradas.

Ya que en el valle del río Yesera no existen actualmente bancos de materiales en proceso de explotación comercial, debido a la estrechez del cauce del río y a la limitada presencia de meandros donde pueda depositarse material aluvial.

Las actividades de explotación de agregados para hormigones se han realizado siempre de manera muy limitada y en cantidades indispensables para la construcción de algunas obras hidráulicas y de arte existentes en la zona (azudes de toma, canales de riego, muros de contención,...), que en general han formado parte de pequeños proyectos de construcción ejecutados en el valle de Yesera.

Debido a los importantes volúmenes de agregados que requerirá el canal de trasvase y la presa de Calderas y las otras obras de hormigón del proyecto, se han identificado 2 bancos de áridos, identificados como Banco N° 1 y Banco N°2. Las ubicaciones de los mismos se muestran en el **PLANO**., al estar estos bancos en conflicto se ve la necesidad de optimizar los acopios de piedra para utilizar lo menos posible o buscar otras opciones donde se utilicen menos agregados y se ve la necesidad de identificar y cuantificar nuevos bancos para la construcción del canal de trasvase en especial a lo largo del cauce del río principal, y de manera complementaria se han recorrido los cauces de algunos ríos menores como el río Calderas, Curuyo y Hornos, donde se ubicaron varios bancos menores los cuales están a la espera de ser aprobados para el proyecto.

1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

Para tener un amplio panorama de lo se pretende analizar con relación al tema propuesto se abarcarán los siguientes puntos:

- Se analizarán sus características en cuanto al diseño, dimensiones, principalmente la sección transversal que es el parámetro de mayor importancia
- Se verá la operación de los canales en estudio en cómo se relaciona con los caudales tanto en zampeado como en el hormigón ciclópeo para comparar los resultados obtenidos
- Se evaluará su incidencia sobre la operación general del sistema de riego y mantenimiento

2. PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS DE COMPARACIÓN

Cuando en los proyectos de riego en la trayectoria de un canal se presenta varios parámetros y elementos que deben ser tomados en cuenta para su diseño, se realiza un estudio para poder proyectar dicho diseño.

Para poder dar solución a este tipo de problemas se analizará cada una de las alternativas:

Alternativa 1.- El canal de zampeado, presenta una forma trapezoidal interconectada con 7 sifones donde el escurrimiento se produce por desnivel existente.

Alternativa 2.- El canal de hormigón ciclópeo, presenta una forma rectangular, interconectada también con 7 sifones, donde el escurrimiento se produce por desniveles con pendientes bajas.

3. RESULTADOS PROPUESTOS

- Tener los parámetros definidos con relación al canal de zampeado y el canal de hormigón ciclópeo
- Con las comparaciones analizadas poder realizar una selección adecuada para poder determinar su eficiencia en cuanto a su funcionamiento.
- Determinar su costo, tanto en el diseño como en la construcción de cada uno de los canales en estudio.
- Para el funcionamiento de este tipo de canales enfatizar en cuanto a su operación y mantenimiento se refiere.
- Determinar los ítems más importantes que intervienen en el costo de dichos canales

COMPARACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO DEL CANAL DE TRASVASE
ZAMPEADO Y HORMIGÓN CICLÓPEO

CAPÍTULO II

CONSIDERACIONES GENERALES

CAPÍTULO II

CONSIDERASCIONES GENERALES

1.1 INTRODUCCION

El presente capítulo tiene por objeto estudiar los principios generales de la hidráulica de canales, la parte que comprende el diseño de los canales, si bien es cierto que son de vital importancia en el costo de la obra, es por ello que se deberá tomar en cuenta al momento de proyectar cada una de los canales, considerando todos los parámetros para su mejor funcionamiento en todo el sistema de riego.

Los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones:

Canal de primer orden.- Llamado también canal madre o de derivación, se le traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado da con terrenos altos.

Canal de segundo orden.- Llamados también laterales, son aquellos que salen del canal madre y el caudal que ingresa a ellos, es repartido hacia los sub-laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego.

Canal de tercer orden.- Llamados también sub-laterales y nacen de los canales laterales, el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia las propiedades individuales a través de las tomas del solar, el área de riego que sirve un sub-lateral se conoce como unidad de rotación.

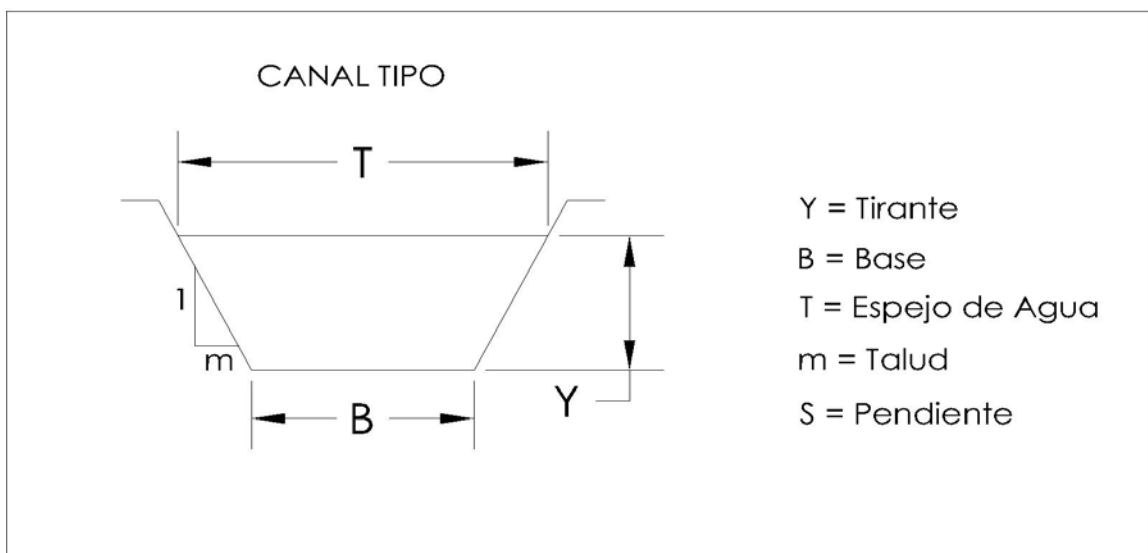
De lo anterior se deduce que varias unidades de rotación constituyen una unidad de riego, y varias unidades de riego constituyen un sistema de riego, este sistema adopta el nombre o codificación del canal madre o de primer orden.

En general, el canal de aducción en una cuenca de montaña, es la obra que requiere las mayores inversiones comparadas con las demás obras civiles de un sistema hidráulico, ya que debido a su longitud y condiciones topográficas, los volúmenes de excavación, materiales de construcción, etc. Superan en general al resto de obras civiles (obra de toma, cámara de carga o tanque de almacenamiento). En muchos casos el costo de inversión del canal será fundamental para establecer la viabilidad de un proyecto.

2.2 PRINCIPIOS GENERALES DE HIDRÁULICA DE CANALES

Un canal puede adoptar diferentes formas desde trapezoidal hasta rectangular (pasando por formas poligonales, parabólicas, semicirculares, etc.).

Los canales se construyen generalmente de formas trapezoidales y rectangulares, los primeros en suelos con menor estabilidad relativa y los segundos en suelos con mayor estabilidad relativa o en suelos rocosos.



Se consideran algunos elementos topográficos, secciones, velocidades permisibles, entre otros.

1. TRAZO DE CANALES

Cuando se trata de trazar un canal o un sistema de canales es necesario recolectar la siguiente información básica:

Fotografías aéreas, para localizar los poblados, caseríos, áreas de cultivo, vías de comunicación, planos de levantamiento topográfico etc.

Una vez obtenidos los datos precisos, se procede a trabajar en gabinete dando un trazo preliminar, el cual se replantea en campo, donde se hacen los ajustes necesarios, obteniéndose finalmente el trazo definitivo.

En el caso de no existir información topográfica básica se procede a levantar el relieve del canal, procediendo con los siguientes pasos:

- a. Reconocimiento del terreno.- Se recorre la zona, anotándose todos los detalles que influyen en la determinación de un eje probable de trazo, definiendo el punto inicial y el punto final.
- b. Trazo preliminar.- Se procede a realizar un levantamiento topográfico en la zona con una brigada topográfica, clavando en el terreno las estacas de la poligonal preliminar y luego el levantamiento con teodolito o estación total, posteriormente a este levantamiento se nivelará la poligonal y se hará el levantamiento de secciones transversales, estas secciones se harán de acuerdo al siguiente criterio: si es un terreno con una alta distorsión de relieve, las transversales se realizarán a cada 5 m, si el terreno no muestra muchas variaciones y es uniforme la sección se replanteará como máximo a cada 20m.
- c. Trazo definitivo.- Con los datos mencionados anteriormente se procede al trazo definitivo.

2. RADIOS MÍNIMOS

Radios mínimos en canales.- En el diseño de canales, el cambio brusco de dirección se sustituye por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, y debe escogerse un radio mínimo, dado que al trazar curvas con radios mayores al mínimo no significa ningún ahorro

de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio si será más costoso al darle una mayor longitud o mayor desarrollo.

3. DISEÑO HIDRÁULICO DE UN CANAL

Un tema de vital importancia y que tiene que ver con el transporte del agua mediante canales de conducción, es el relacionado con el dimensionamiento de la sección hidráulica correspondiente a la geometría del canal, que satisfaga los requerimientos teóricos respectivos.

Para el diseño de un canal se presume que el escurrimiento se desarrollará en condiciones de flujo uniforme. El flujo no uniforme se presentara en situaciones de cambios en la pendiente, rugosidad, dimensiones de la sección, embalsamiento o caídas.

La velocidad media de flujo en un canal se determinará por medio de la fórmula desarrollada por Chezy:

$$V = C \sqrt{RS}$$

Aplicando la ley de continuidad, se obtiene la capacidad de conducción:

$$Q = A C \sqrt{RS}$$

Donde:

V = Velocidad media de flujo en m/s

C= Coeficiente de Chezy

R = Radio hidráulico en m

S = Pendiente hidráulica

Q = Caudal en m³/s

A = Área efectiva en m²

El caudal Q manifiesta la capacidad de conducción, la pendiente hidráulica del canal que será función de las condiciones topográficas podrá estar asociada al mismo tiempo a las velocidades límites; éstas se establecerán con base en las características del material que conforme el perímetro mojado y tomará en cuenta la probabilidad de erosión y sedimentación.

Según Manning el coeficiente C adquiere la siguiente forma:

$$C = \frac{1}{n} R^{(1/2)}$$

Donde : n = factor de rugosidad

R = Radio hidráulico en m

Por lo que la capacidad de conducción del canal se podrá expresar por medio de la fórmula

Siguiente:

$$Q = AV = A (1/n) R^{(2/3)} S^{1/2}$$

De acuerdo a la ecuación de manning, para flujo uniforme y permanente, y considerando constante al coeficiente de rugosidad se desprende, que la capacidad de conducción de agua de un canal aumenta al incrementarse el radio hidráulico o disminuir el perímetro mojado.

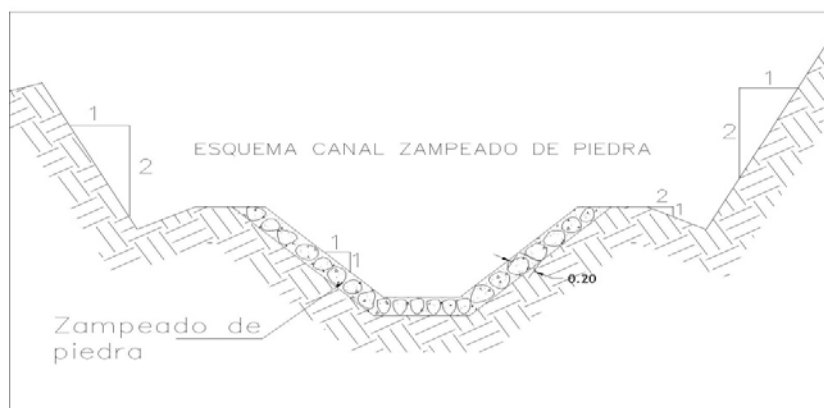
TABLA 2.1 Valores de Rugosidad "n" de Manning

n	Tipo de superficie y condición de tramo (Valores PRONAR)
0,018	Hormigón (armado, simple o ciclópeo)
0,022	Mampostería de piedra.
0,025	Tierra
n	Valores adicionales e.o. Ven Te Chow, 1994
0.016	Acero galvanizado ligeramente corrugado
0,020	Hierro fundido en uso.
0,010	Plástico
0,027	Tierra, con pastos cortos, algunas malezas
0.035	Tierra, con malezas densas.
0.035	Cortes en roca

2.3 DESCRIPCIÓN DEL CANAL EN COMPARACIÓN

Un tema de vital importancia y que tiene que ver con el transporte del agua mediante canales de conducción, es el relacionado con el dimensionamiento de la sección hidráulica correspondiente a la geometría del canal, que satisfaga los requerimientos teóricos respectivos.

1. CANAL CON ZAMPEADO DE PIEDRA



Para el diseño de un canal se presume que el escurrimiento se desarrollará en condiciones de flujo uniforme. El flujo no uniforme se presentará en situaciones de cambios en la pendiente, rugosidad, dimensiones de la sección, embalsamiento o caídas.

Los canales con zampeado de piedra generalmente son trapezoidales, con un rejunte de mortero el procedimiento para su ejecución es el siguiente:

Se debe emparejar la superficie del canal con pisones hasta obtener una perfecta compactación de la superficie ; luego sobre el terreno preparado se vaciará un hormigón simple H15 de 5 cm de espesor. Sobre la superficie se asentará y empotrá la piedra y se procederá a dejarla a un nivel adecuado y uniforme con las demás piedras de acuerdo al espesor que se indique en los planos.

Una vez realizada esta operación, se rellenarán los vacíos entre piedras con un mortero de cemento de tipo 1:3

Se colocarán juntas constructivas de 1 cm de espesor al final de cada jornada. La distancia mínima entre juntas de construcción será de 4m. Las juntas serán rellenadas con material asfáltico, antes de iniciar el sellado de las juntas las caras de la junta deberán tener una superficie seca cuando se aplique el sello. La limpieza deberá ser efectuada por escobillado y por soplado de aire a presión.

La arena deberá ser de buena calidad, y libre de arcilla y materiales orgánicos, el cemento deberá estar en perfectas condiciones.

Las piedras serán tipo manzana de 20 cm de espesor para el canal, limpias (lavadas) y saturadas, dichas piedras deberán estar acomodadas por el lado superior que tenga la cara más plana.

Se debe emplear cemento Portland normal, cuyas características deberán satisfacer las Normas Bolivianas CBH-87, desde NB 2.1 - 0.01 hasta NB 2.1 - 0.13.

El agua usada en la preparación y curado del hormigón deberá ser limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales o materiales orgánicos.

No podrá contener más de 5 gr/l de materiales en suspensión, ni más de 35 gr/l de materiales solubles, que sean nocivos al hormigón.

En el caso de arcillas, su contenido en suspensión no será mayor al 4%, incluyendo la arcilla contenida en los agregados.

Toda agua de calidad dudosa será sometida a un análisis en un laboratorio de reconocida capacidad. La temperatura del agua para la preparación del hormigón no podrá ser menor a 5 ° C.

Los agregados no serán solubles bajo la acción del agua ni se descompondrán químicamente ante la unión con los componentes del cemento, ocasionando la corrosión de la armadura. Estarán libres de materiales extraños como ser cascote de ladrillo, escorias, yeso, madera, barro, arcilla, papeles o cualquier material orgánico.

El agregado grueso estará compuesto de gravas, piedras trituradas o una mezcla de ambas, con un diámetro máximo de $\frac{3}{4}$ de pulgada y deberá de contar con la aprobación previa del Supervisor, antes de su empleo.

Los canales se construyen generalmente de formas trapezoidales y rectangulares, los primeros en suelos con menor estabilidad relativa y los segundos en suelos con mayor estabilidad relativa o en suelos rocosos.

2. CANAL CON HORMIGÓN CICLÓPEO

Para el diseño de un canal se presume que el escurrimiento se desarrollará en condiciones de flujo uniforme. El flujo no uniforme se presentará en situaciones de cambios en la pendiente, rugosidad, dimensiones de la sección, embalsamiento o caídas.

Los canales con hormigón ciclópeo pueden tomar diferentes formas para este caso se tomará una sección rectangular, el procedimiento para su ejecución es el siguiente:

Se vaciará una cama de hormigón pobre H 10 (1:4:8) de 5 cm de espesor como mínimo. Sobre esta cama se vaciará el hormigón en capas de 20 cm de espesor, en las cuales se colocará la piedra desplazadora, cuidando que entre piedra y piedra quede espacio suficiente para que sean completamente cubiertas por el hormigón.

El compactado del hormigón se lo realizará mediante barretas o varillas de acero de modo que las piedras no tengan contacto con el encofrado. Se debe diseñar los encofrados para cada caso, debiendo ser aprobado tales proyectos antes de su construcción. La madera de los encofrados no tendrá un espesor menor a 1", presentará el borde superior liso y sin deformaciones para permitir un enrase correcto. Los encofrados serán removidos después de 24 horas de haberse concluido el vaciado. Posteriormente el hormigón será humedecido por un periodo de 3 días. Todos los paramentos de muros, anclajes, etc., serán levantados en forma perfectamente vertical o siguiendo la pendiente especificada en planos, según el caso.



En ningún caso se permitirá el vaciado del hormigón si la temperatura ambiente es igual o menor a 5° C.

La madera y los elementos constitutivos del hormigón simple (cemento, arena, grava y agua), deberán cumplir con los requisitos de calidad, transporte y almacenamiento especificados en la parte de Hormigones.

El término "piedras para el hormigón ciclópeo" se usa para definir las piedras de tamaño comprendido entre 150 mm y 400 mm para muros y entre 100 mm y 120 mm para canales, que cumplan satisfactoriamente los requerimientos de calidad, forma y tenacidad necesarios para su utilización en la fabricación de hormigón ciclópeo.

El límite de desgaste aceptable para las piedras destinadas a la fabricación de hormigón ciclópeo, según el ensayo de Los Ángeles, será de 35% a 500 revoluciones.

Las piedras al ser suministradas al pie de la obra, deberán tener un contenido de humedad uniforme y estable. Al momento de su colocación en obra las piedras deberán estar saturadas a "superficie seca".

Las pilas para amontonar las piedras se pueden conformar con materiales provenientes de cualquier banco aprobado. Se deberá mantener en todo momento las reservas suficientes para permitir la elaboración y colocación continua del hormigón ciclópeo.

2.4 CUANTIFICACIÓN DE OBRAS Y PRESUPESTO

1. DEFINICIÓN

Se define como cuantificación de obras, el número de eventos y cantidad de sus componentes que figuran en un proyecto. Se identifican en unidades de obra denominada ítems.

a. IDENTIFICACIÓN DE UN ÍTEM.

Un ítem es una unidad de obra, parte de un Proyecto con carácter propio, tanto de materiales como de mano de obra, siendo su cantidad proporcional a la magnitud de la obra.

Forma un conjunto de actividades valoradas en unidades determinándose a través de la unidad que puede apreciarse al efectuar el presupuesto, las mismas pueden ser de longitud (ml), superficie (m²); volumen (m³); peso (kg); pieza (N^o); punto (pto.), existiendo algunas de ellas que por su naturaleza o complejidad solamente pueden medirse en forma global.

b. CUBICACIÓN.

Cubicar significa medir, calcular magnitudes de acuerdo a su unidad de medida para el cálculo de un presupuesto de obra, se deben cuantificar los diferentes ítems del Proyecto en las unidades indicadas anteriormente; la suma de los resultados emergentes del producto del

volumen de obra por el costo unitario de cada ítem del Proyecto definitivo dará el costo final del Proyecto.

La sumatoria de estos volúmenes se conoce con el nombre de cómputos métricos de obra.

2. CÓMPUTOS MÉTRICOS

Como se indicó anteriormente, es la determinación de la cantidad de obras realizadas o por efectuar en cada uno de los ítems del Proyecto expresados en las unidades correspondientes.

Computar significa medir: superficies, longitudes y volúmenes en los que solo se requiere el uso de formulas geométricas sencillas para obtener valores de longitud, superficie y volúmenes como también numeración, para conocer la cantidad de piezas. El cómputo métrico también es conocido como cubicaje o medición.

a. OBJETO DEL CÓMPUTO

El objeto del cómputo es determinar el volumen de una obra o parte de la misma para que aplicando el producto del mismo por su costo unitario de una idea representativa de su valor.

Asimismo ayudará a determinar la cantidad de materiales y mano de obra necesarios para su ejecución.

El cómputo métrico es el primer paso para elaborar un presupuesto, como es obvio, al estar el proyecto solamente en planos constructivos, los valores obtenidos son solamente referenciales y de la habilidad del ingeniero de costos depende el grado de exactitud que debe ser lo más aproximado que se pueda lograr.

Para poder realizar un compute métrico, es necesario conocer las especificaciones técnicas, las cuales indican el tipo de materiales que deben ser empleados en cada ítem, los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes tanto en planta, elevación y detalle, pudiendo existir diferencias dentro de un ítem con el mismo nombre

b. NORMAS DEL CÓMPUTO

En el país no existen normas definidas para el cómputo ya que el Ministerio de Urbanismo y Vivienda tanto como la Dirección de Normas no cuentan con las mismas a la fecha.

Mientras ellas no existan, cada institución se rige por normas propias las que pueden variar de acuerdo a la experiencia de su personal técnico, el mismo que debe conocer perfectamente el proyecto y las especificaciones técnicas con el fin de tener una idea global del mismo.

Generalmente el Ingeniero que efectúa los cálculos es la última persona que revisa el proyecto, por lo cual es muy frecuente que encuentre errores arquitectónicos o de cálculo, los mismos que necesariamente deben ser corregidos antes de su licitación.

c. EXACTITUD EN EL CÓMPUTO

Los cálculos efectuados para conocer los cubicajes de los diferentes ítems del proyecto tienen que efectuarse con el mayor cuidado posible debiendo tener la mayor exactitud muy especialmente cuando este tiene un costo unitario mayor.

No es lo mismo despreciar una fracción de m² de mampostería de adobes que la misma fracción en revestimiento de azulejos cuyo costo unitario es mucho mayor, este error llevaría a costos completamente errados al efectuar la medición en obra.

Cuando se efectúan los cálculos en plano, independientemente de la experiencia del Ingeniero encargado de efectuar los mismos, la tendencia de errores es en déficit y el mismo será mayor cuando la escala de los planos sea más grande.

3. PRESUPUESTO

a. CONCEPTO

El presupuesto es el valor tentativo de una construcción, construyendo por lo tanto, el programa de trabajo de la misma expresado en valores económicos.

Por lo expuesto anteriormente, es un plan administrativo que cubre todas las etapas de operación durante el periodo de ejecución de una obra. Un presupuesto efectuado no es

definitivo ni inalterable, es más bien flexible distinguiéndose en los costos fijos y los costos variables.

b. COSTOS FIJOS

Los costos fijos, son aquellos que no varían en función directa del volumen de obra.

c. COSTOS VARIABLES

Los costos variables son aquellos que varían directamente en función del volumen de obra.

4. CÁLCULO DEL PROSUPUESTO

Para la determinación de un presupuesto de obra existen dos métodos, el primero por comparación y el segundo por cálculo de precios unitarios.

a) CÁLCULO DEL PRESUPUESTO POR COMPARACIÓN.

El cálculo del presupuesto por comparación es utilizado cuando se necesita solamente una aparición aproximada del costo de una obra, adecuándola a una construcción similar tanto en materiales, estructura y clase de construcción por unidad construida, el mismo que aplicándolo a la magnitud del edificio considerado dará un costo aproximado con mucha rapidez.

b) CÁLCULO DEL PRESUPUESTO POR PRECIOS UNITARIOS

El Ingeniero de costos, en base a los Pliegos de especificaciones técnicas y a los planos arquitectónicos, estructurales y de detalle, podrá establecer con relativa exactitud, los cálculos métricos correspondientes al volumen de obra de todos y cada uno de los ítems constituyentes los que multiplicados por el precio unitario de los mismos, darán el costo total de la obra, facilitando al mismo tiempo la cantidad de materiales requeridos, los mismos que podrán ser englobados en un cuadro centralizador, para efectuar pedidos totales de materiales del mismo tipo requeridos para diferentes ítems.

c) RECOMENDACIONES

Antes de plantear los pasos anteriormente citados, el Ingeniero de costos debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Experiencia anterior en obras similares.
- Posibles obstáculos o ventajas emergentes tanto de la topografía del lugar como de su accesibilidad.
- Tipo de terreno.
- Recursos humanos (cantidad y tipo de mano de obra).
- Flujo económico y financiero.
- Tipo de obra.
- Maquinaria y equipo necesario a ser utilizado.

Esta información podrá evitar el exceso de gastos al ejecutar la construcción, permitiéndonos una comparación periódica de cifras reales y presupuestadas optimizando de esa manera los costos.

COMPARACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO DEL CANAL DE TRASVASE
ZAMPEADO Y HORMIGÓN CICLÓPEO

CAPÍTULO III

CANAL DE TRASVASE DISEÑO CON
ZAMPEADO

CAPÍTULO III

CANAL DE TRASVASE DISEÑO CON ZAMPEADO

1.1. INTRODUCCIÓN

En un proyecto de riego, en el diseño de canales, la topografía del terreno puede exigir varias alternativas, ya que el caudal del río calderas no es suficiente para llenar la presa calderas, se vio la necesidad de diseñar un canal de trasvase que garantizará el llenado de dicha presa en las épocas de lluvia con un aporte de 0.86 m³/seg, que traerá el aporte desde la comunidad de Yesera centro con una distancia de 8.52 km.

1.2. CONSIDERACIONES GENERALES

Los canales son conductos abiertos que trabaja con diferentes rugosidades en este caso el zampeado tiene una rugosidad de a cuerdo a tablas del PRONAR $n = 0.022$

Es necesario señalar que los canales de zampeado por los taludes que tiene se apoya en el suelo, por lo que suele ensuciarse la mezcla con tierra y se complica el acomodo de las piedras y se debe utilizar gravilla para facilitar dicho acomodo.

1.3. ANÁLISIS DE DATOS TOPOGRÁFICOS

Para este caso la topografía se encuentra como dato ya procesado, donde la pendiente del canal se define de acuerdo con las condiciones de flujo que se quiere generar en cada uno de los tramos. La pendiente oscila entre valores mínimos y máximos establecidos, se definen valores mínimos para evitar la sedimentación de material sólido en suspensión y para evitar el crecimiento de algas. Se definen valores máximos para evitar erosión de solera y paredes y para evitar que el agua en el canal entre en un régimen supercrítico.

Dentro del rango de pendientes mínimas y máximas, el proyectista buscó las pendientes que generen el menor costo de construcción en relación con la topografía (equilibrio entre excavación y relleno). Para este caso se maneja pendientes mínimas.

1.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras es mucho mayor ya que se tiene una sección trapezoidal con zampeado de piedra, uno de los grandes problemas del riego en zonas montañosas es la alta carga de material solido en el agua por lo que se vio dejar cunetas a ambos extremos para evitar todos estos inconvenientes.

1.5. DEFINICIÓN DEL CANAL CON ZAMPEADO

Este es un canal de zampeado de piedra manzana de 20 cm de espesor para el canal de trasvase, con su respectivo rejunte con mortero. Se recomienda el respeto de todas las dimensiones indicadas en los planos de detalle.

Este canal de zampeado tiene varios tramos los cuales varían en su dimensión de acuerdo a la pendiente en cada tramo.

Se emparejará la superficie del canal con pisones hasta obtener una perfecta compactación de la superficie; luego sobre el terreno preparado se vaciará un hormigón simple tipo H15 de 5 cm de espesor. Sobre la superficie se asentará y empotrá el zampeado.

Una vez realizada esta operación, se limpiará todos los intersticios y juntas, eliminando toda la tierra suelta y otras materias extrañas. Seguidamente se rellenará los vacíos del zampeado con un mortero de cemento de tipo 1: 3.

Se colocarán juntas constructivas de 1 cm de espesor al final de cada jornada de trabajo. La distancia mínima entre juntas de construcción será de 4 m. Las juntas serán rellenas con material asfáltico.

1. JUNTAS DE DILATACIÓN

El sellado con cemento asfáltico de juntas de dilatación que se halla en el canal de trasvase; así como en los canales de riego o en los sitios indicados en los Planos o donde indique el Supervisor.

El cemento asfáltico será 50/70 de alta viscosidad, será utilizado como sellante en las juntas. Para las juntas del resto de las obras (pantalla impermeable, aliviadero de superficie y canales de riego) se rellenará con espuma expansiva.

El cemento asfáltico será vertido en un recipiente metálico de fácil manejo, para su posterior colocado en las juntas de dilatación. Una vez que el obrero se encuentre sobre la junta, este deberá rellenar lentamente la junta hasta el tope.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA PIEDRA PARA SU USO EN ZAMPEADO

Este es un canal de zampeado de piedra manzana de 20 cm de espesor para el canal de trasvase, con su respectivo rejunte con mortero. Se recomienda el respeto de todas las dimensiones indicadas en los planos de detalle y la piedra tiene que ser plana en ningún caso debe sobre pasar en espesor requerido, mojada antes de su colocación.

3. TIPO DE GRAVILLA A UTILIZAR

Los agregados no serán solubles bajo la acción del agua ni se descompondrán químicamente ante la unión con los componentes del cemento, ocasionando la corrosión de la armadura. Estarán libres de materiales extraños como ser cascote de ladrillo, escorias, yeso, madera, barro, arcilla, papeles o cualquier material orgánico.

El acopio de agregados será hecho en un lugar despejado de raíces, pastos y hierbas y de manera tal que no pueda provocarse segregación de tamaños.

Los agregados serán abastecidos y acopiados en forma anticipada para permitir las operaciones de muestreo, pruebas y posterior ejecución de las obras.

El agregado grueso estará compuesto de gravas, piedras trituradas o una mezcla de ambas, con un diámetro máximo de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

3.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación se refiere a la capacidad de los usuarios de operar las obras de forma que estas cumplan su función. La transparencia añade a este criterio la posibilidad que todos los usuarios puedan controlar el cumplimiento del manejo acordado. Una mayor transparencia en las obras permite a todos revisar la correcta aplicación de las reglas de distribución y evita fricciones o conflictos sobre el reparto del agua.

El criterio operación se aplica principalmente a las obras de distribución de agua. Por su parte. El criterio de transparencia es también importante en las obras de captación y

conducción. Para asegurar la operación y la transparencia de las obras, estas deben ser sencillas fáciles de entender e inequívocas en la apreciación de su funcionamiento. Por lo demás, la manejabilidad gana importancia solo en las pocas obras que requieren un manejo específico, como por ejemplo las cámaras de purga de un sifón invertido.

La mantenibilidad se define como la capacidad de los usuarios de conservar las obras en un estado adecuado para el cumplimiento de su función y asegurar su durabilidad. Los trabajos de mantenimiento comprenden la limpieza y el mantenimiento rutinario, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo o de emergencia.

La mantenibilidad de la obra no es sólo una característica intrínseca de la obra, sino depende también de la capacidad de los usuarios para movilizar los recursos necesarios para tareas requeridas. Mano de obra, materiales locales, dinero para materiales o servicios ajenos y conocimiento y habilidades necesarios para efectuar las reparaciones. Al diseñar las obras, proyectista y regantes deben analizar sus futuros requerimientos de mantenimiento y averiguar si los regantes son capaces de movilizar los recursos suficientes para mantener las obras.

Por otra parte, en el diseño debe asegurarse que todas las obras que requieren limpieza y mantenimiento sean accesibles y cuenten con el espacio suficiente como para efectuar las operaciones requeridas. Asimismo, debe pensarse en el espacio necesario para depositar los materiales de limpieza, sin que estas vuelvan a obstruir las obras.

Los canales de zampeado requieren mantenimientos rutinarios más frecuentes

COMPARACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO DEL CANAL DE TRASVASE
ZAMPEADO Y HORMIGÓN CICLÓPEO

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL CANAL DE TRASVASE CON
HORMIGÓN CICLÓPEO

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL CANAL DE TRASVASE CON HORMIGÓN CICLÓPEO

4.1 INTRODUCCIÓN

En un proyecto de riego, en el diseño de canales, la topografía del terreno puede exigir varias alternativas, ya que el caudal del río Calderas no es suficiente para llenar la presa Calderas, se vio la necesidad de diseñar un canal de trasvase que garantizará el llenado de dicha presa en las épocas de lluvia con un aporte de 0.86 m³/seg, que traerá el aporte desde la comunidad de Yesera centro con una distancia de 8.52 km.

4.2 CONSIDERACIONES GENERALES

Los canales son conductos abiertos que trabajan con diferentes rugosidades en este caso el Hormigón ciclópeo tiene una rugosidad de a cuerdo a tablas del PRONAR $n = 0.018$

Es necesario señalar que los canales de hormigón ciclópeo por los encofrados utilizados llevan más tiempo en su construcción ya que se deben vibrar para el acomodo de la mezcla.

El diseño de la sección se realizó con el programa H canales, el perfil y las pendientes se toman las mismas que las del zampeado ya que se mantiene el trazo del canal del diseño original.

4.3 ANÁLISIS DE DATOS TOPOGRÁFICOS

Para este caso la topografía se encuentra como dato ya procesado, donde la pendiente del canal se define de acuerdo con las condiciones de flujo que se quiere generar en cada uno de los tramos. La pendiente oscila entre valores mínimos y máximos establecidos, se definen valores mínimos para evitar la sedimentación de material sólido en suspensión y para evitar el crecimiento de algas. Se definen valores máximos para evitar erosión de solera y paredes y para evitar que el agua en el canal entre en un régimen supercrítico.

Dentro del rango de pendientes mínimas y máximas, el proyectista buscó las pendientes que generen el menor costo de construcción en relación con la topografía (equilibrio entre excavación y relleno). Para este caso se manejan pendientes mínimas.

4.4 MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras es mucho menor y más fácil para la excavación ya que no se tiene que controlar los taludes como para un canal trapezoidal, se tiene una sección rectangular con hormigón ciclópeo, uno de los grandes problemas del riego en zonas montañosas es la alta carga de material sólido en el agua por lo que se vio dejar cunetas a ambos extremos para evitar todos estos inconvenientes.

4.5 DEFINICIÓN DEL CANAL CON HORMIGÓN CICLÓPEO

Este ítem se refiere a la ejecución de hormigón ciclópeo en la proporción de 40% de piedra desplazadora, 60% de hormigón simple y una resistencia característica de 15 MPa. El hormigón ciclópeo será utilizado en los elementos constructivos señalados en los planos, según las dimensiones

El Contratista proveerá en obra todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la correcta ejecución del trabajo hasta su total conclusión. Las recomendaciones descritas en la parte de Hormigones deberán ser tomadas en cuenta en el presente Ítem.

La madera y los elementos constitutivos del hormigón simple (cemento, arena, grava y agua), deberán cumplir con los requisitos de calidad, transporte y almacenamiento especificados en la parte de Hormigones.

El término "piedras para el hormigón ciclópeo" se usa para definir las piedras de tamaño comprendido entre 100 mm y 120 mm para canales, que cumplan satisfactoriamente los requerimientos de calidad, forma y tenacidad necesarios para su utilización en la fabricación de hormigón ciclópeo.

El límite de desgaste aceptable para las piedras destinadas a la fabricación de hormigón ciclópeo, según el ensayo de Los Ángeles, será de 35% a 500 revoluciones.

Las piedras al ser suministradas al pie de la obra, deberán tener un contenido de humedad uniforme y estable. Al momento de su colocación en obra las piedras deberán estar saturadas a "superficie seca".

Las pilas para amontonar las piedras se pueden conformar con materiales provenientes de cualquier banco aprobado. El Contratista mantendrá en todo momento las reservas suficientes para permitir la elaboración y colocación continua del hormigón ciclópeo. A continuación se muestra la frecuencia de los ensayos que se deberán realizar.

FRECUENCIA DE ENSAYOS

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS ASTM No.	FRECUENCIA
Piedras para el hormigón ciclópeo		
Ensayo de abrasión	C 131	Por 1.000 m ³ de hormigón y para cada zona de préstamo
Peso específico		Cada 1.000 m ³ de hormigón o cuando se cambie el banco de préstamo

Una vez aprobadas las excavaciones el hormigón se vaciará en capas de 20 cm de espesor, en las cuales se colocará la piedra desplazadora, cuidando que entre piedra y piedra quede espacio suficiente para que sean completamente cubiertas por el hormigón.

El compactado del hormigón se lo realizará mediante barretas o varillas de acero de modo que las piedras no tengan contacto con el encofrado. El contratista diseñará los encofrados para cada caso, debiendo el Supervisor aprobar tales proyectos antes de su construcción. La madera de los encofrados no tendrá un espesor menor a 1", presentará el borde superior liso y sin deformaciones para permitir un enrase correcto. Los encofrados serán removidos después de 24 horas de haberse concluido el vaciado. Posteriormente el hormigón será humedecido por un periodo de 3 días. Todos los paramentos de muros, anclajes, etc., serán levantados en forma perfectamente vertical o siguiendo la pendiente especificada en planos, según el caso.

1. JUNTAS DE DILATACIÓN

El sellado con cemento asfáltico de juntas de dilatación que se halla en el canal de trasvase; así como en los canales de riego o en los sitios indicados en los Planos o donde indique el Supervisor.

El cemento asfáltico será 50/70 de alta viscosidad, será utilizado como sellante en las juntas. Para las juntas del resto de las obras (canales de riego) se rellenará al tope.

El cemento asfáltico será vertido en un recipiente metálico de fácil manejo, para su posterior colocado en las juntas de dilatación. Una vez que el obrero se encuentre sobre la junta, este deberá rellenar lentamente la junta hasta el tope.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA PIEDRA PARA SU USO EN HORMIGÓN CICLÓPEO

El término "piedras para el hormigón ciclópeo" se usa para definir las piedras de tamaño comprendido entre 100 mm y 120 mm para canales, que cumplan satisfactoriamente los requerimientos de calidad, forma y tenacidad necesarios para su utilización en la fabricación de hormigón ciclópeo.

Se recomienda el respeto de todas las dimensiones indicadas en los planos de detalle y la piedra tiene que ser manzana en ningún caso debe sobre pasar en espesor requerido, mojada antes de su colocación.

3. TIPO DE GRAVA A UTILIZAR

Los agregados no serán solubles bajo la acción del agua ni se descompondrán químicamente ante la unión con los componentes del cemento, ocasionando la corrosión de la armadura. Estarán libres de materiales extraños como ser cascote de ladrillo, escorias, yeso, madera, barro, arcilla, papeles o cualquier material orgánico.

El acopio de agregados será hecho en un lugar despejado de raíces, pastos y hierbas y de manera tal que no pueda provocarse segregación de tamaños.

Los agregados serán abastecidos y acopiados en forma anticipada para permitir las operaciones de muestreo, pruebas y posterior ejecución de las obras.

El agregado grueso estará compuesto de gravas, piedras trituradas o una mezcla de ambas, con un diámetro máximo de 2 1/2 pulgada.

1.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación se refiere a la capacidad de los usuarios de operar las obras de forma que estas cumplan su función. La transparencia añade a este criterio la posibilidad que todos los usuarios puedan controlar el cumplimiento del manejo acordado. Una mayor transparencia

en las obras permite a todos revisar la correcta aplicación de las reglas de distribución y evita fricciones o conflictos sobre el reparto del agua.

El criterio operación se aplica principalmente a las obras de distribución de agua. Por su parte. El criterio de transparencia es también importante en las obras de captación y conducción. Para asegurar la operación y la transparencia de las obras, estas deben ser sencillas fáciles de entender e inequívocas en la apreciación de su funcionamiento. Por lo demás, la manejabilidad gana importancia sólo en las pocas obras que requieren un manejo específico, como por ejemplo las cámaras de purga de un sifón invertido.

La mantenibilidad se define como la capacidad de los usuarios de conservar las obras en un estado adecuado para el cumplimiento de su función y asegurar su durabilidad. Los trabajos de mantenimiento comprenden la limpieza y el mantenimiento rutinario, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo o de emergencia.

La mantenibilidad de la obra no es sólo una característica intrínseca de la obra, sino depende también de la capacidad de los usuarios para movilizar los recursos necesarios para tareas requeridas. Mano de obra, materiales locales, dinero para materiales o servicios ajenos y conocimiento y habilidades necesarios para efectuar las reparaciones. Al diseñar las obras, proyectista y regantes deben analizar sus futuros requerimientos de mantenimiento y averiguar si los regantes son capaces de movilizar los recursos suficientes para mantener las obras.

Por otra parte, en el diseño debe asegurarse que todas las obras que requieren limpieza y mantenimiento sean accesibles y cuenten con el espacio suficiente como para efectuar las operaciones requeridas. Asimismo, debe pensarse en el espacio necesario para depositar los materiales de limpieza, sin que estas vuelvan a obstruir las obras.

Los canales de hormigón requieren menos mantenimientos rutinarios que el de zampeado.

COMPARACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO DEL CANAL DE TRASVASE
ZAMPEADO Y HORMIGÓN CICLÓPEO

CAPÍTULO V

METODOLOGÍA DE COMPARACIÓN

CAPÍTULO V

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

5.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Para la evaluación de los parámetros que intervienen en la comparación de un canal con zampeado y un canal con hormigón ciclópeo se siguió por la cuantificación de los cómputos métricos, que definieron los ítems que intervienen en dicha comparación:

Los ítems más importantes son el replanteo, desmonte y limpieza, excavación en terreno compacto con retroexcavadora, excavación en roca con explosivos, excavación en zanja para canales, relleno y compactación de material proveniente de la excavación, sellado de juntas de dilatación y los dos ítems en comparación que son el zampeado y el hormigón ciclópeo.

5.2 EVALUACIÓN DE LA COMPARACIÓN

Como consecuencia de la evaluación se propone analizar cuatro parámetros que están directamente relacionadas para poder determinar la selección del canal más económico y funcional.

1. EN FUNCION DE LA SECCIÓN

Se puede ver que para sectores con excavaciones profundas la sección trapezoidal tiene un ancho de brecha mucho mayor que la rectangular por lo tanto se puede hacer un comparación gráfica la cual se encuentra en los anexos adjuntos, para los diferentes tipos de sección se muestran diferentes secciones.

2. EN FUNCIÓN AL MOVIMIENTO DE TIERRAS

De acuerdo al movimiento de tierras se puede ver la siguiente diferencia mostrada en el cuadro siguiente.

El movimiento de tierras es fundamental ya que será uno de los parámetros que definirá el tipo de sección a usar e indica un costo a favor del canal rectangular como se ve en los cuadros comparados.

MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA EL CANAL CON ZAMPEADO

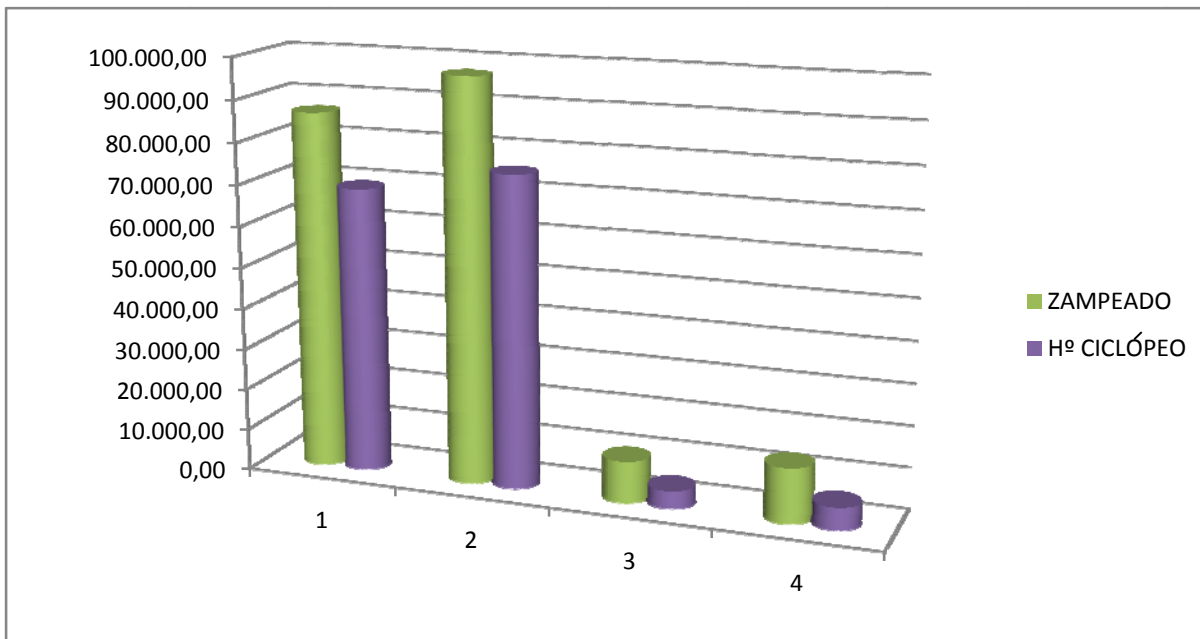
N°	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL
1	EXCAVACIÓN EN TERRENO COMPACTO CON RETROEXCAVADORA	m3	38.259,51	2,26	86.504,75
2	EXCAVACIÓN EN ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	10.167,75	9,55	97.061,34
3	EXCAVACION MANUAL EN ZANJA PARA CANALES	m3	2.411,51	4,13	9.964,34
4	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE MAT. PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	4.147,07	3,19	13.237,45

206.767,88

MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA EL CANAL CON Hº CICLOPEO

N°	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL
1	EXCAVACIÓN EN TERRENO COMPACTO CON RETROEXCAVADORA	m3	30.533,52	2,26	69.036,29
2	EXCAVACIÓN EN ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	7.886,79	9,55	75.287,32
3	EXCAVACION MANUAL EN ZANJA PARA CANALES	m3	1.013,65	4,13	4.188,40
4	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE MAT. PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	1.674,06	3,19	5.343,60

153.855,60



DIFERENCIA DE MONTO TOTAL EN MOV. DE TIERRAS ES EN \$US = 52.912,28

3 EN FUNCIÓN AL TERRENO DE FUNDACIÓN

De acuerdo al terreno de fundación se ve que es una zona montañosa con material combinado con conglomerado y roca meteorizada, con sectores cultivables en el primer tramo de la progresiva 0+00 a 1+580 dando una excavación manual de tierras mucho mayor en el canal con zampeado

Se puede evidenciar que la fundación del terreno es muy importante ya que si fuera una zona completamente rocosa la mejor opción sería el canal rectangular, ya que mueve menos material de corte y por tanto el costo será menor como se puede evidenciar en los cuadros adjuntos

4. EN FUNCIÓN AL COSTO

Una vez definidas las alternativas, deberá realizarse, entonces, un estudio económico para determinar cuál será la alternativa más conveniente.

Para poder tener un criterio más amplio respecto de la selección del tipo de canal, se desarrollan las siguientes comparaciones:

COMPARACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO DEL CANAL DE TRASVASE
ZAMPEADO Y HORMIGÓN CICLÓPEO

CAPÍTULO VI
APLICACIÓN PRÁCTICA

CAPÍTULO VI

APLICACIÓN PRÁCTICA

6.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE RIEGO EN ESTUDIO

El funcionamiento de todo el sistema será por gravedad, el sistema contemplará la construcción, de una obra de toma tipo azud con una rejilla de toma lateral, un desarenador para la sedimentación.

El canal de trasvase tendrá una longitud total de 8,523 km y capacidad máxima de transporte de 0,86 m³/s. Unirá la obra de toma en el río Yesera con el embalse de Calderas.

Se prevén 8 tramos de canales con sección trapezoidal, con dimensiones variables en función de las pendientes previstas que varían entre el 0,12 % y el 0,70 %.

También, para superar los obstáculos determinados por quebradas con variadas longitudes y profundidades, se deberán realizar 7 sifones invertidos. Para ello se emplearán tuberías de PRFV de varios diámetros para el paso sobre puentes. Cada tramo, antes de entrar en el sifón tendrá un vertedero lateral limitador de caudales, un desarenador y una cámara de ingreso a la tubería. En la margen opuesta, al finalizar el sifón invertido, se prevé otra cámara de recepción e inicio del tramo subsiguiente del canal

1. NOMBRE DEL PROYECTO

Canal de trasvase, Riego Calderas

2. ÁREA DE INFLUENCIA Y COBERTURA SOCIAL DEL PROYECTO

La Presa de Calderas deberá suministrar agua para el riego de 1.229 ha de tierras agrícolas, situadas en ambas márgenes de los ríos Calderas y Yesera, de las comunidades de Caldera Chica, Hornos, Curuyo, Gamoneda, Santa Ana Barbecho y Santa Ana Baja.

Para cumplir el anterior objetivo el embalse útil de Calderas deberá tener cerca de 4,8 X 106 m³.

Después de los estudios geotécnicos realizados en la garganta de Calderas, se determinó conducir los estudios de diseño final para una Presa de Enrocado, teniendo en cuenta que

dicha presa tendrá un canal de trasvase que garantizará el llenado de dicha presa en las épocas de lluvia con un aporte de 0.86 m³/seg..

3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La localización del área del Proyecto que recae en la Primera Sección Municipal Cercado del Departamento de Tarija. La cuenca de cabecera del río Santa Ana incluye las dos **subcuencas de los ríos Calderas y Yesera**, que son las que interesan al presente proyecto. Ambas recaen al Este de la ciudad de Tarija y en el interior de la Primera Sección Municipal de la Provincia Cercado del Departamento de Tarija.

El **PEA** (Programa Estratégico de Acción) estableció las líneas maestras de actuación en materia de aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales del río Calderas. El sistema hidráulico seleccionado comprende una presa de regulación en el río Calderas, una presa de derivación en el río Yesera para alimentar, **por medio de un canal de trasvase**, el embalse de Calderas. La presa de Calderas alimenta dos redes de canales primarios y secundarios, para el riego de terrenos de las márgenes izquierda y derecha.

6.2 ANÁLISIS PREVIO DE LA DOCUMENTACIÓN

Realizada la revisión del proyecto se tiene los siguientes componentes

CANAL DE TRASVASE:

Comprende la construcción de una obra de toma, de un canal trasvase de 8522 mts. De longitud y la construcción de 7 sifones

CANAL PRIMARIO MARGEN IZQUIERDA:

Comprende la construcción de un canal de 9000 mts con 4 sifones.

CANAL PRIMARIO MARGEN DERECHA:

Comprende la construcción de un canal de 20000 mts con 7 sifones.

UNA PRESA DE ENROCADO:

Comprende la construcción de una presa de enrocado con una pantalla impermeable, un aliviadero, plinto y un desagüe de fondo.

Para la realización del presente estudio se tomó el canal de trasvase que debe garantizar el llenado de presa.

6.3 VISITA AL PROYECTO EN ESTUDIO

La inspección visual previa a los estudios detallados posteriores se realizará durante la primera visita con el objeto de hacer una composición del lugar sobre el terreno del canal de trasvase en estudio.

Para obtener un mejor rendimiento, se realizó la revisión de la documentación existente previo a la visita obtenido una lista de las obras a ser estudiadas, las cuales fueron verificadas durante la visita.

6.4 MEDICIONES IN- SITU

Se verificaron las distancias de los tramos en estudio en las siguientes progresivas del proyecto de riego Calderas que son las siguientes:

En la progresiva 0+000-0+0760.00 con una longitud de 76 mts.

En la progresiva 0+087.50-01+580.00 con una longitud de 1492.5 mts.

En la progresiva 2+030.00-3+061.40 con una longitud de 1031.40 mts.

En la progresiva 3+173.457-3+779.943 con una longitud de 606.486 mts.

En la progresiva 4+106.376-4+648.876 con una longitud de 542.50 mts.

En la progresiva 4+787.790-5+077.690 con una longitud de 289.279 mts

En la progresiva 5+215.575-6+738.016 con una longitud de 1522.441 mts

En la progresiva 7+148.00-7+262.438 con una longitud de 114.438 mts

En la progresiva 7+440.072-8+522.519 con una longitud de 1082.447 mts

6.5 ESTUDIOS DE GABINETE

Luego de realizar las mediciones de los tramos en estudio se procede a realizar los siguientes trabajos:

- Verificación diseño del canal de trasvase con zampeado con una longitudes 8522 mts.
- Diseño del canal trasvase con sección rectangular con Hº Ciclopeo.
- Cómputos métricos tanto para el canal con zampeado como el de Hº ciclopeo
- Precios unitarios del canal con zampeado.
- Precios unitarios del canal con hormigón ciclopeo.
- Verificación de la velocidad de diseño con la velocidad de auto limpieza, para los diferentes tramos.

6.6 RESULTADOS DEL ESTUDIO

1. DIFERENCIA EN VOLÚMENES DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

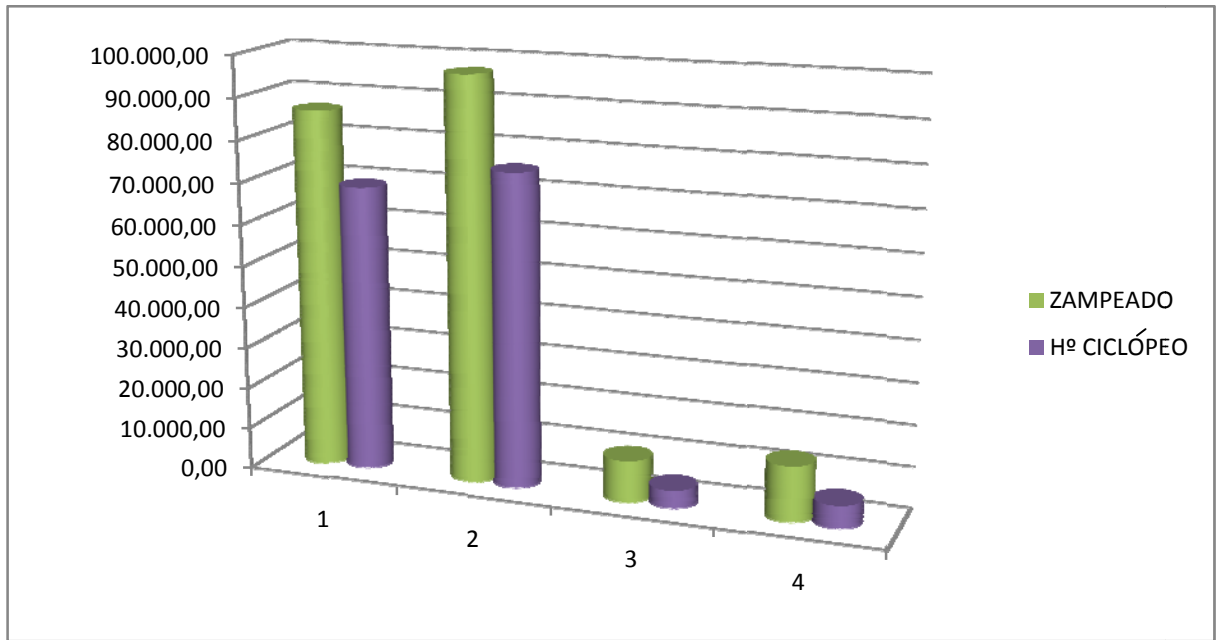
El movimiento de tierras es fundamental ya que será uno de los parámetros que definirá el tipo de sección a usar e indica un costo a favor del canal rectangular como se ve en los cuadros comparativos.

MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA EL CANAL CON ZAMPEADO

Nº	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL
1	EXCAVACIÓN EN TERRENO COMPACTO CON RETROEXCAVADORA	m3	38.259,51	2,26	86.504,75
2	EXCAVACIÓN EN ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	10.167,75	9,55	97.061,34
3	EXCAVACION MANUAL EN ZANJA PARA CANALES	m3	2.411,51	4,13	9.964,34
4	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE MAT. PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	4.147,07	3,19	13.237,45
					206.767,88

MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA EL CANAL CON Hº CICLOPEO

Nº	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL
1	EXCAVACIÓN EN TERRENO COMPACTO CON RETROEXCAVADORA	m3	30.533,52	2,26	69.036,29
2	EXCAVACIÓN EN ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	7.886,79	9,55	75.287,32
3	EXCAVACION MANUAL EN ZANJA PARA CANALES	m3	1.013,65	4,13	4.188,40
4	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE MAT. PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	1.674,06	3,19	5.343,60
					153.855,60



DIFERENCIA DE MONTO TOTAL EN MOV. DE TIERRAS ES EN \$US = 52.912,28

2. DIFERENCIA EN EL TAMAÑO DE BRECHA DE PLATAFORMA

Se puede ver que para sectores con excavaciones profundas la sección trapezoidal tiene un ancho de brecha mucho mayor que la rectangular por lo tanto se puede hacer un comparación gráfica la cual se encuentra en los anexos adjuntos, para los diferentes tipos de sección se muestran diferentes secciones.

3. RESULTADO ECONÓMICO

Para poder tener un criterio más amplio respecto de la selección del tipo de canal, se desarrollan las siguientes comparaciones:

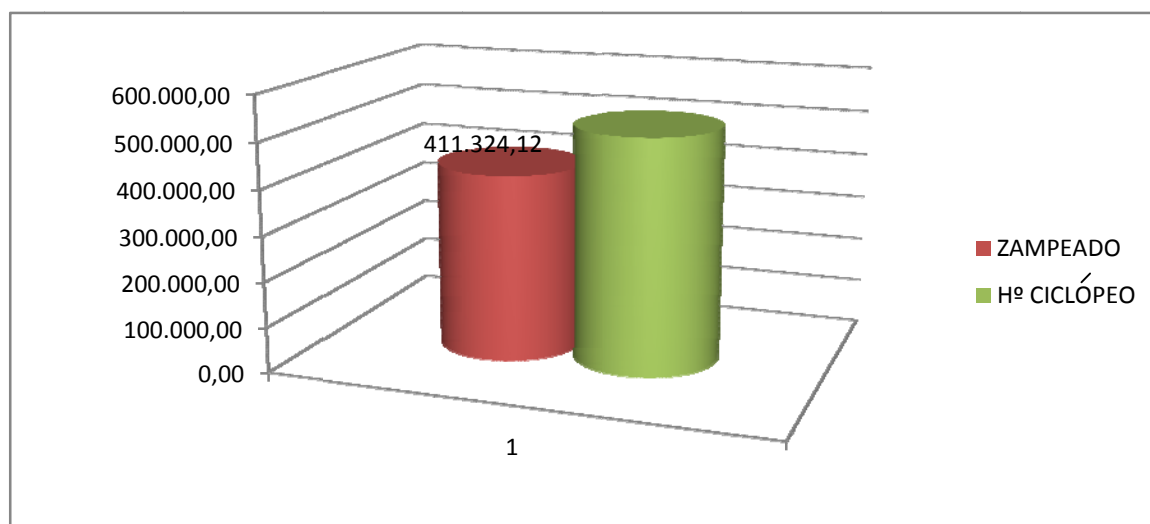
OBRAS DE TRASVASE CANAL CON HORMIGÓN CICLÓPEO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1. TRABAJOS PRELIMINARES						
3	REPLANTEO PARA CANALES	m	6.757,49	0,30	2.047,52	
SUBTOTAL TRABAJOS PRELIMINARES						2.047,52
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS						
2,1	DESMONTE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	1,69	517,74	874,45	
2,2	EXCAVACIÓN EN TERRENO COMPACTO CON RETROEXCAVADORA	m3	30.533,52	2,26	69.036,29	
2,3	EXCAVACIÓN EN ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	7.886,79	9,55	75.287,32	
2,4	EXCAVACION MANUAL EN ZANJA PARA CANALES	m3	1.013,65	4,13	4.188,40	
2,5	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE MAT. PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	1.674,06	3,19	5.343,60	
SUBTOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS						154.730,05
3. HORMIGONES, ADITIVOS Y ACERO						
3,1	HORMIGÓN CICLÓPEO (40 % PIEDRA DESPLAZADORA)	m3	4.302,77	81,54	350.856,47	
SUBTOTAL HORMIGONES, ADITIVOS Y ACERO						350.856,47
4. OBRAS COMPLEMENTARIAS						
4,1	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACIÓN H=5 cm	m	4.702,72	1,39	6.517,97	
4,2	ZAMPEADO DE PIEDRA CON REJUNTE DE MORTERO (e=20 cm)	m2	0,00	8,49	0,00	
SUBTOTAL OBRAS COMPLEMENTARIAS						6.517,97
TOTAL CANAL DE TRASVASE						514.152,01

OBRAS DE TRASVASE CANAL CON ZAMPEADO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1. TRABAJOS PRELIMINARES						
1,1	REPLANTEO PARA CANALES	m	6.757,49	0,30	2.047,52	
SUBTOTAL TRABAJOS PRELIMINARES						2.047,52
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS						
2,1	DESMONTE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	2,29	517,74	1.185,10	
2,2	EXCAVACIÓN EN TERRENO COMPACTO CON RETROEXCAVADORA	m3	38.259,51	2,26	86.504,75	
2,3	EXCAVACIÓN EN ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	10.167,75	9,55	97.061,34	
2,4	EXCAVACION MANUAL EN ZANJA PARA CANALES	m3	2.411,51	4,13	9.964,34	
2,5	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE MAT. PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	4.147,07	3,19	13.237,45	
SUBTOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS						207.952,98
3. HORMIGONES, ADITIVOS Y ACERO						
3,1	HORMIGÓN CICLÓPEO (40 % PIEDRA DESPLAZADORA)	m3	0,00	81,54	0,00	
SUBTOTAL HORMIGONES, ADITIVOS Y ACERO						0,00
4. OBRAS COMPLEMENTARIAS						
4,1	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACIÓN H=5 cm	m	5.102,55	1,39	7.072,13	
4,2	ZAMPEADO DE PIEDRA CON REJUNTE DE MORTERO (e=20 cm)	m2	22.885,43	8,49	194.251,49	
SUBTOTAL OBRAS COMPLEMENTARIAS						201.323,62
TOTAL CANAL DE TRASVASE						411.324,12

DIFERENCIA TOTAL DEL CANAL ZAMPEADO Y Hº CICLÓPEO EN \$US =	102.827,9
--	------------------



La diferencia entre el canal de hormigón ciclópeo y el canal con zampeado solo en estos ítems es $350856,47 - 194251,49 = 156604,98$ \$us

COMPARACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO DEL CANAL DE TRASVASE
ZAMPEADO Y HORMIGÓN CICLÓPEO

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de desarrollar el presente trabajo “Comparación Técnico Económica del Canal con Zampeado y del Canal con Hormigón Ciclópeo” se puede indicar inicialmente que se tomaron los tramos de longitudes variables, con las dimensiones de sección transversal de los canales ya definidos.

El caudal para los canales fueron constantes.

Tabla 7.1 Características de las longitudes usadas

PROGRESIVAS		LONGITUD (ML) REPLANTEADA
DE	A	
0,000	76,000	76,000
76,000	87,500	DESARENADOR
87,500	1580,000	1492,500
1580,000	2030,000	SIFON 1
2030,000	3061,400	1031,400
3061,400	3173,457	SIFON 2
3173,457	3779,943	606,486
3779,943	4106,376	SIFON 3
4106,376	4648,876	542,500
4648,876	4787,790	SIFON 4
4787,790	5077,069	289,279
5077,069	5215,575	SIFON 5
5215,575	6738,016	1522,441
6738,016	7148,000	SIFON 6
7148,000	7262,438	114,438
7262,438	7440,072	SIFON 7
7440,072	8522,519	1082,447
		6757,491

7.1 SOBRE LA COMPARACIÓN ECONÓMICA

Una vez realizado el análisis económico comparativo tanto del canal con zampeado y del canal con hormigón ciclópeo se concluye que el canal de zampeado es más económico que el canal de hormigón ciclópeo, considerando las características mostradas en la tabla 7.1.

También se puede observar en la tabla 7.2 que a medida que aumenta la excavación en roca la diferencia en costo es mucho menor entre los dos canales en estudio.

Tabla 7.2 Diferencia Económica Tomando un 100 % como excavación en roca

OBRAS DE TRASVASE CANAL CON ZAMPEADO

PROYECTO: RIEGO CALDERAS

Moneda: Dólares Americanos

ÍTE M	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	COSTO
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1. TRABAJOS PRELIMINARES						
1,1	REPLANTEO PARA CANALES	m	6.757,49	0,30	2.047,52	
SUBTOTAL TRABAJOS PRELIMINARES						2.047,52
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS						
2,1	DESMONTE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	2,29	517,74	1.185,10	
2,2	EXCAVACIÓN EN TERRENO COMPACTO CON RETROEXCAVADORA	m3	0,00	2,26	0,00	
2,3	EXCAVACIÓN EN ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	48.427,26	9,55	462.286,62	
2,4	EXCAVACION MANUAL EN ZANJA PARA CANALES	m3	2.411,51	4,13	9.964,34	
2,5	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE MAT. PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	4.147,07	3,19	13.237,45	
SUBTOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS						486.673,51
3. HORMIGONES, ADITIVOS Y ACERO						
3,1	HORMIGÓN CICLOPEO (40 % PIEDRA DESPLAZADORA)	m3	0,00	81,54	0,00	
SUBTOTAL HORMIGONES, ADITIVOS Y ACERO						0,00
4. OBRAS COMPLEMENTARIAS						
4,1	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACIÓN H=5 cm	m	5.102,55	1,39	7.072,13	
4,2	ZAMPEADO DE PIEDRA CON REJUNTE DE MORTERO (e=20 cm)	m2	22.885,43	8,49	194.251,49	
SUBTOTAL OBRAS COMPLEMENTARIAS						201.323,62
TOTAL CANAL DE TRASVASE						690.044,65

OBRAS DE TRASVASE CANAL CON HORMIGÓN CICLÓPEO

PROYECTO: RIEGO CALDERAS

Moneda: Dólares Americanos

ÍTE M	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1. TRABAJOS PRELIMINARES						
3	REPLANTEO PARA CANALES	m	6.757,49	0,30	2.047,52	
SUBTOTAL TRABAJOS PRELIMINARES						2.047,52
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS						
2,1	DESMONTE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	1,69	517,74	874,45	
2,2	EXCAVACIÓN EN TERRENO COMPACTO CON RETROEXCAVADORA	m3	0,00	2,26	0,00	
2,3	EXCAVACIÓN EN ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	38.420,31	9,55	366.760,28	
2,4	EXCAVACION MANUAL EN ZANJA PARA CANALES	m3	1.013,65	4,13	4.188,40	
2,5	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE MAT. PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	1.674,06	3,19	5.343,60	
SUBTOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS						377.166,73
3. HORMIGONES, ADITIVOS Y ACERO						
3,1	HORMIGÓN CICLÓPEO (40 % PIEDRA DESPLAZADORA)	m3	4.302,77	81,54	350.856,47	
SUBTOTAL HORMIGONES, ADITIVOS Y ACERO						350.856,47
4. OBRAS COMPLEMENTARIAS						
4,1	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACIÓN H=5 cm	m	4.702,72	1,39	6.517,97	
4,2	ZAMPEADO DE PIEDRA CON REJUNTE DE MORTERO (e=20 cm)	m2	0,00	8,49	0,00	
SUBTOTAL OBRAS COMPLEMENTARIAS						6.517,97
TOTAL CANAL DE TRASVASE						736.588,69

DIFERENCIA ENTRE ZAMPEADO Y HORMIGÓN CICLÓPEO=	46.544,04
--	------------------

Se puede concluir que a medida que se aumenta la excavación en roca la diferencia económica se reduce por lo que el canal más conveniente sería el canal con hormigón ciclópeo, en este caso el porcentaje de roca es un 20% dando como mejor opción al canal con zampeado.

También se debe tomar la importancia del canal de trasvase ya que viene a ser la obra más importante para que la presa logre llenarse, se debe contemplar los gastos de mantenimiento que son frecuentes en casi el doble del hormigón ciclópeo.

7.2 SOBRE LA COMPARACIÓN TÉCNICA

Los canales de zampeado son más económicos pero los asentamientos que sufren a lo largo del tiempo en su funcionamiento serán mucho más que los asentamientos del canal con hormigón ciclópeo, lo cual lleva a realizar un análisis más profundo para tomar la decisión más correcta, ya que intervienen varios factores que no se tomaron en cuenta en este estudio como expropiación de tierras o compensaciones en los lugares de cultivos afectados los cuales son montos elevados que no pueden cuantificarse hasta sociabilizar y quedar en un acuerdo con cada propietario. Los canales en cuanto a su mantenimiento exigen cuidados rutinarios con el objetivo de evitar obstrucciones que es uno de los principales problemas que ocurre en este tipo de canales.

La conclusión que se verifica de acuerdo a tipo de suelo es que para sectores planos con terrenos blandos es económicamente más factible el canal de zampeado y para sectores con excavaciones profundas en lugares con roca es más conveniente el canal rectangular con hormigón ciclópeo que mueve menos material de corte como se puede evidenciar en los diferentes cómputos métricos de acuerdo a las secciones de cada tramo.

En el aspecto de alcantarillas y pasos de quebradas lo más conveniente es el canal de hormigón ciclópeo ya que ocupa menos sección transversal.

Para poder proyectar un canal ya sea con zampeado o con hormigón ciclópeo se deberá considerar la importancia del canal ya que en el presente estudio el canal de trasvase es fundamental para que la presa funcione y se tendría que optar por el canal con hormigón ciclópeo para garantizar su llenado y su buen funcionamiento en los primeros años.

7.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CANAL

La ventaja de los canales abiertos es la gran cantidad de agua que se puede transportar a bajo costo.

Los diseños de los canales que se construyen están expuestos a daños en épocas de lluvia debido a las erosiones y aumento de la cantidad del agua a ser transportada, quebradas que puedan desbordarse y las corrientes de montaña tienen altas pendientes y gran capacidad de

transporte de sedimentos, además generan fenómenos importantes de socavación. Cuando las crecidas ya sea de ríos o quebradas son excesivas es conveniente la construcción de obras que reduzcan y protejan los canales.

El problema más frecuente en los canales revestidos es la mala calidad de construcción. O sea por mezclas mal dosificadas, mala calidad de los agregados , tamaños excesivos de las piedras desplazadoras en el hormigón ciclópeo, hormigonado a temperaturas más bajas que las permitidas o insuficiente cuidado contra la helada durante la primera etapa del fraguado. En la mampostería de piedra se observa problemas por insuficiente limpieza de las piedras, defectos en el sellado de las juntas y la insuficiente cantidad de cemento dentro del mortero.

A causa de la mala calidad de ejecución del revestimiento, es frecuente que los valores de rugosidad del diseño no se reflejen en la construcción. En consecuencia los canales no tienen la capacidad de conducir el caudal predeterminado.

Otra desventaja general es filtración de agua por las juntas de construcción, principalmente por la junta entre solera y pared.

En varios sistemas mejorados, se observa una atención deficiente al diseño del estado de flujo en los canales. A menudo se construyen tramos con un flujo supercrítico, pero sin tomar las precauciones del caso: aumentar el bordo libre, evitar curvas y generar disipadores en el cambio hacia un flujo subcrítico. En consecuencia se generan rebalses y salpicaduras que amenazan la estabilidad de las obras.

En algunos casos, se diseñan canales revestidos con velocidades mayores a las máximas permitidas, sobreestimándose la dureza del revestimiento. La práctica demuestra que en canales que funcionan con régimen supercrítico una solera construida para condiciones de flujo normal puede desgastarse en muy poco tiempo menos de un año de uso sobre todo en sistemas que funcionan con agua turbia.

7.4 SOBRE LA SELECCIÓN DEL CANAL

La alternativa seleccionada, no necesariamente será aquella que signifique un costo menor de obra ya que, a pesar de ser una alternativa barata, puede no ser la más recomendable, debido a que los sectores que atraviesa el canal de trasvase son sectores potencialmente cultivables, y

se tiene que ver de utilizar la sección transversal más angosta posible para ocupar menos área de los sectores potencialmente cultivables.

Para este caso la selección debe hacerse por la importancia del canal y para no causar inconvenientes futuros con las aéreas potencialmente cultivables

Con relación una la pendiente y su mantenimiento es mucho más sencillo debido al tipo de sección.