

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA
EL ADECUADO FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS
HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE RIEGO DE CHOCLOCA**

Por:

Julio Cesar Heredia Valda

Tesis de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

Octubre de 2012

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
Ing. Moisés Perales Avilés
DOCENTE GUÍA

.....
Ing. Luis Alberto Yurquina
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

.....
Lic. Marlene Hoyos M.
DIRECTORA
P.E.T

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Dimar Fernández Sulca
TRIBUNAL

.....
Ing. Oscar Ricaldi Torrez
TRIBUNAL

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

A Dios, por ser mi maestro y guía en todos los momentos de mi vida.

A mi padre Edgar Heredia, quien con su enseñanza y sabiduría logro que yo saliera adelante apoyándome en cada momento, entregándome todo su cariño y confianza gracias.

A mi madre Rosmary Valda, quien ilumino constantemente mi vida con su comprensión, cariño y abnegación lograron mi realización profesional.

AGRADECIMIENTO:

A mi esposa Janneth y mi hijo Julio Leandro, les dedico este presente documento quienes permanentemente me apoyaron con su espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos propuestos.

PENSAMIENTO:

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa”.

(Mahatma Gandhi).

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1. CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1 Generalidades para el diseño de un sistema de riego.	¡Error! Marcador no definido.
1.1.1 Diseño de la Gestión Campesina del Riego	¡Error! Marcador no definido.
1.1.2 Principales elementos de la gestión base para el diseño	¡Error! Marcador no definido.
1.1.2.1 Derechos al agua de riego	¡Error! Marcador no definido.
1.1.2.2 Modalidades de operación y distribución de agua en el sistema de riego	¡Error! Marcador no definido.
1.1.2.3 La organización de los usuarios	¡Error! Marcador no definido.
1.1.2.4 Actividades de mantenimiento del sistema de riego.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.3 La sostenibilidad de los sistemas de riego.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.3.1 Sostenibilidad ambiental	¡Error! Marcador no definido.
1.1.3.2 Sostenibilidad económica.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.3.3 Sostenibilidad socio cultural	¡Error! Marcador no definido.
1.2 Diseño conceptual del sistema y de las obras.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3 Características del proceso de diseño....	¡Error! Marcador no definido.
1.4 Construcción de las obras.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5 Criterios generales de diseño y construcción.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.1 Sostenibilidad y durabilidad	¡Error! Marcador no definido.
1.5.2 Funcionalidad y flexibilidad	¡Error! Marcador no definido.
1.5.3 Manejabilidad y transparencia	¡Error! Marcador no definido.
1.5.4 Mantenibilidad.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.5 Seguridad	¡Error! Marcador no definido.
1.5.6 Eficiencia de costos	¡Error! Marcador no definido.
1.6 Criterios hidráulicos y constructivos para el diseño de canales....	¡Error! Marcador no definido.
1.6.1. Construcción de canales en ladera.	¡Error! Marcador no definido.

- 1.6.2 Revestimiento ¡Error! Marcador no definido.
- 1.6.3 Materiales de revestimiento ¡Error! Marcador no definido.
- 1.6.4 Construcción de canales de hormigón..... ¡Error! Marcador no definido.
- 1.6.5 Juntas de contracción..... ¡Error! Marcador no definido.
- 1.6.6. Juntas de dilatación ¡Error! Marcador no definido.
- 1.6.7 Situaciones que conviene evitar ¡Error! Marcador no definido.
- 1.7 Criterios hidráulicos y constructivos para el diseño de puentes canales ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.7.1 Estribos..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.7.2 Pila..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.7.3 Caja aérea ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.7.3.1 Análisis longitudinal..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.7.3.2 Análisis transversal ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.7.4 Aspectos constructivos de la interfase canal – acueducto..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.7.5 Apoyos elásticos..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.7.6 Situaciones que conviene evitar ¡Error! Marcador no definido.
- 1.8 Criterios hidráulicos y constructivos para sifones invertidos..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.8.1 Caudal de diseño y dimensión del ducto ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.8.2 Desarenador ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.8.3 Rejilla de entrada y salida..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.8.4 Vertedero de excedencias ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.8.5 Válvula de purga..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.8.6 Situaciones que conviene evitar ¡Error! Marcador no definido.
- 1.9 Criterios de diseño y construcción de desarenadores. ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.9.1 Clasificación de los desarenadores . ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.9.2 Situaciones que conviene evitar ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10 Criterios de diseño y construcción para pasos de quebrada..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.10.1 Pasos Superiores..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 1.10.1.1 Descripción y ubicación..... ¡Error! Marcador no definido.

- 1.10.2 Aspectos constructivos **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.10.3 Situaciones que conviene evitar **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.11 Criterios para el diseño y construcción de compuertas **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.11.1 Situaciones que conviene evitar **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12 Aspectos conceptuales sobre mantenimiento **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.1. Tipos de mantenimiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.1.1 Mantenimiento rutinario..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.1.2 Mantenimiento preventivo **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.1.3 Mantenimiento de emergencia **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.1.4 Rehabilitación y/o mantenimiento diferido.... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.1.5 Mantenimiento estructural esencial **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.1.6 Mantenimiento de actualización “Catch up”.. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.2 Pautas para emprender el mantenimiento en proyectos de riego **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.2.1 El mantenimiento como actividad planificada..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.2.2 Valoración de los riesgos de la infraestructura y necesidades de mantenimiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.2.3 Dimensionamiento de las obras y posibilidades de mantenimiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.2.4 Beneficio de la obra y niveles de responsabilidad de mantenimiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.2.5 Tipos de mantenimiento **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.2.6 Relación entre mejoramiento de eficiencia de riego versus posibilidad de mantenimiento de la obra..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.12.2.7 La diferencia entre adecuación y mantenimiento **¡Error! Marcador no definido.**
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE CHOCLOCA-SALADILLO **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.1 Ubicación del Proyecto..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.2 Antecedentes **¡Error! Marcador no definido.**

2.3	Justificación del proyecto	¡Error! Marcador no definido.
2.4	Objetivos y metas del proyecto	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1	Objetivo general.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2	Objetivos específicos.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3	Metas del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5	Comunidad de regantes	¡Error! Marcador no definido.
2.6	Descripción de la infraestructura del sistema antes de ejecutado el proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6.1	Zona de riego.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6.3	Gestión del sistema de riego.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6.3.1	Organización.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6.3.2	Derechos al agua	¡Error! Marcador no definido.
2.6.3.3	Distribución.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6.3.4	Mantenimiento.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7	Determinación del área de riego incremental.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7.1	Oferta mensual de agua	¡Error! Marcador no definido.
2.7.2	Eficiencia del sistema de riego en sus diferentes etapas.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7.3	Demanda de agua	¡Error! Marcador no definido.
2.7.4	Evapotranspiración potencial y precipitación efectiva.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7.5	Coeficientes de cultivos bajo riego (Kc).....	¡Error! Marcador no definido.
2.7.6	Determinación del área incremental	¡Error! Marcador no definido.
2.8	Diseño participativo del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
2.9	Evaluación y selección de alternativas ...	¡Error! Marcador no definido.
2.9.1	Primera Alternativa	¡Error! Marcador no definido.
2.9.2	Segunda Alternativa.....	¡Error! Marcador no definido.
2.9.3	Selección de alternativas	¡Error! Marcador no definido.
2.10	Operación propuesta del sistema de riego.....	¡Error! Marcador no definido.
2.11	Previsiones logísticas en caso de ejecutarse el proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.

- 2.12 Planteamiento de las obras del sistema de riego. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.12.1 Sistema de Riego “Canal de Arriba” **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.12.2 Descripción del esquema hidráulico del sistema existente y del propuesto..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - Diseños hidráulicos y estructurales.-..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.13 Estrategia de ejecución de obras **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.13.1 Modalidad de ejecución **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.13.2 Proceso constructivo..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.13.3 Determinación del aporte comunal **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.13.4 Cronograma de ejecución..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.13.5 Acompañamiento a la ejecución de obras **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.14 Aspectos ambientales **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.15 Presupuesto de obras **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.15.1 Presupuesto de supervisión..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.15.2 Presupuesto de operación y mantenimiento.. **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.16 Estructura de financiamiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.16.1 Determinación del aporte comunal **¡Error! Marcador no definido.**
- 3. Diagnóstico del sistema de riego **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1 Situación actual del sistema de riego de Chocloca **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.2 Identificación de puntos críticos en el sistema de riego..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.2.1 Obra de toma..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.2.1.1 Características generales de la obra de toma **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.2.1.2 Características específicas de la obra de toma..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.2.1.2 Criterios de diseño **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.2.2 Canales..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.2.2.1 Caudal de Diseño..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.2.3. Canal Tapado **¡Error! Marcador no definido.**

- 3.2.4 Terrenos erosionados del canal..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.2.5 Canal sedimentado..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.2.6 Puente canal..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.2.7 Sifones..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 4. Propuesta del Proyecto de Mejoramiento y Plan de Mantenimiento.. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.1 Planteamiento de alternativas de solución..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.1.1 Obra de toma..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.1.2 Caudal de Diseño **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.1.3 Canal Tapado **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.1.4 Terrenos erosionados del canal..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.1.5 Canal sedimentado..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.1.6 Puente canal..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.1.7 Sifones..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.2 Presupuesto de refacción del sistema.... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.2.1 Cómputos Métricos..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.2.2 Presupuesto..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.3 Plan de mantenimiento del sistema de riego..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.3.1 Consideraciones para abordar el mantenimiento.. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.3.1.1 Capacitación y entrenamiento... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.3.2 Pasos y mecanismos para asumir el mantenimiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.4 Identificación de problemas y actividades de mantenimiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.4.1 Bajo caudal de agua en el canal..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.4.1.1 Actividades de mantenimiento... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.4.2 Material de sedimentación en el canal..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.4.2.1 Actividades de mantenimiento... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.4.3 Fisuras, grietas y roturas de canal en pasos de quebrada **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.4.3.1 Actividades de mantenimiento... **¡Error! Marcador no definido.**

4.4.4 Canales obstruidos	¡Error! Marcador no definido.
4.4.4.1 Actividades de mantenimiento...	¡Error! Marcador no definido.
4.4.5 Filtraciones y pérdida de agua en compuertas	¡Error! Marcador no definido.
4.4.5.1 Actividades de mantenimiento...	¡Error! Marcador no definido.
4.4.6 Plan de mantenimiento anual.....	¡Error! Marcador no definido.
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
5.1 Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Recomendaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de canales en ladera	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2 Construcción de paredes y solera en un solo vaciado.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3 Cinta waterstop entre canal y acueducto	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4 Componentes hidráulicos y estructurales de un puente canal.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5 Componentes de una pila	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6 Sección transversal de una caja aérea con detalla de armaduras	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7 Detalles de la conexión entre canal revestido y acueducto	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8 Acueducto con transiciones en pendiente	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9 Perspectiva de los componentes de un sifón invertido	¡Error! Marcador no definido.

Figura 10 Componentes de un desarenador.... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 11 Posición de la compuerta de fondo.. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 12 Paso superior en perspectiva, en planta y en corte transversal
..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 13 Dibujo constructivo de una compuerta bastón . **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 2 Ubicación del Proyecto **¡Error! Marcador no definido.**
Mapa 3 Mapa Vial De La Zona De Proyecto.... **¡Error! Marcador no definido.**
Mapa 4 División Política Por Cantones Municipio de Uriondo **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Relación porcentual por comunidad respecto al total de los Beneficiarios **¡Error! Marcador no definido.**
Cuadro 2 Programación de las actividades de mantenimiento **¡Error! Marcador no definido.**
Cuadro 3 Caudales mensuales calculados..... **¡Error! Marcador no definido.**
Cuadro 4 Eficiencias de riego sin y con proyecto **¡Error! Marcador no definido.**
Cuadro 5 Cédula de cultivos situación con proyecto **¡Error! Marcador no definido.**
Cuadro 6 Calendario agrícola con proyecto..... **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 7 Evapotranspiración potencial y precipitación efectiva en mm/mes
.....**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 8 Demanda de agua al nivel de parcela con proyecto (m³/ Ha) **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 9 Área incremental por cultivos sin y con proyecto .. **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 10 Presupuesto de construcción de la alternativa 1 . **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 11 Presupuesto de construcción de la alternativa 1 . **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 12 Planilla de resumen de obras.....**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 13 Proceso constructivo**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 14 Presupuesto general del proyecto.**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 15 Costos de Supervisión de Obras.... **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 16 Costos de mantenimiento global anual**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 17 Estructura de financiamiento para la ejecución de la Infraestructura (Obras + Supervisión)**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 18 Detalle de estructuras componentes del sistema construido **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 19 Detalle de pasos de camino construidos.....**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 20 Detalle de tapas de H^o A^o**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 21 Detalle de ubicación de tramos de canal sedimentado **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 22 Detalle de puentes acueductos construidos...**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 23 Detalle de sifones construidos.....**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 24 Detalle de alteo de las paredes del canal de H^o C^o **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 25 Construcción de tapas de H^o A^o.....**¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 26 Detalle de la ubicación de los desarenadores propuestos ... **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 27 Plan de mantenimiento anual.....**¡Error! Marcador no definido.**