





# CONTENIDO



	<i>PRESENTACIÓN</i>	3
I.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	5
	A. <i>Objetivo y alcance de la guía</i>	7
II.	<i>ENTENDIENDO LA SEQUÍA</i>	8
	A. <i>Sequía desde el punto de vista meteorológico</i>	10
	B. <i>Sequía desde el punto de vista hidrológico</i>	10
	C. <i>Sequía desde el punto de vista agrícola</i>	11
	D. <i>Sequía desde el punto de vista socioeconómico</i>	11
	E. <i>Características de la sequía</i>	12
III.	<i>LA GESTIÓN DE RIESGOS MUNICIPAL</i>	14
	A. <i>Reducción de riesgos</i>	15
	B. <i>Atención de emergencias y/o desastres</i>	15
	C. <i>Medidas de reducción del riesgo</i>	18
	D. <i>Medidas de atención de emergencias y/o desastres</i>	22
IV.	<i>CATEGORIZACIÓN MUNICIPAL</i>	24
V.	<i>ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA AFRONTAR LA SEQUÍA)</i>	26
	A. <i>Criterios de selección de la alternativa</i>	27
	B. <i>Alternativas principales</i>	29
	C. <i>Alternativas complementarias</i>	83
VI.	<i>PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL FINANCIAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS</i>	139
	1. <i>Previsiones Presupuestarias</i>	140
	2. <i>Modificaciones presupuestarias en situaciones de emergencia</i>	142



# PRESENTACIÓN



El documento y la herramienta interactiva “ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE AGUA PARA AFRONTAR LA SEQUÍA, Experiencias disponibles y replicables para Gobiernos Autónomos Municipales”, es el resultado de la labor conjunta realizada entre la Dirección de Prevención y Reconstrucción del Viceministerio de Defensa Civil (VIDECI) y el Programa de Naciones Unidas PNUD para el proyecto “Apoyo a la sequía para la recuperación post El Niño 2015-2016”, con el fin de aportar en el fortalecimiento de las capacidades de los Gobiernos Municipales para afrontar la sequía, sus efectos y comprender como principio que la mala gestión del agua incrementa el riesgo a la sequía.

Carlos Eduardo Brú Cavero  
Viceministro de Defensa Civil



# I. INTRODUCCIÓN



El Ministerio de Defensa, a través del Viceministerio de Defensa Civil en coordinación con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, ha desarrollado una guía para la identificación de alternativas y acciones dirigidas a prestar una adecuada y oportuna atención a la sequía, promover procesos de reducción de riesgos y mejorar las condiciones de resiliencia en las poblaciones altamente vulnerables a la sequía.

La presente guía contribuye a la toma de decisiones, selección de alternativas generadas desde la práctica y experiencia de actores institucionales que han desarrollado en procesos de planificación, ejecución y validación, experiencias replicables y disponibles para los Gobiernos Autónomos Municipales, identificadas y seleccionadas técnicamente, donde muchas forman parte de las acciones que Defensa Civil promueve e impulsa en la lucha contra la sequía a nivel nacional.

Alternativas y acciones dirigidas a prestar una *adecuada* y *oportuna* atención a la sequía, promover procesos de *reducción de riesgos* y mejorar las condiciones de *resiliencia* de las poblaciones altamente vulnerables.





## A. OBJETIVO y ALCANCE de la GUÍA



### Objetivo

Trabajar para reducir el impacto de la sequía desde la labor municipal, es una tarea que requiere de acciones y medidas que promuevan la gestión del agua.

El presente documento es una guía, que procura poner al alcance de los Gobiernos Atónomos Municipales, una selección de alternativas de lucha contra la sequía recopiladas de las experiencias institucionales desarrolladas en el país.

### Alcance

Como herramienta, busca que los responsables de la Unidad de Gestión de Riesgos UGR Municipal puedan acceder a información específica y detallada, que a partir de percepción de los efectos de la sequía en su municipio, cuente con opciones para el desarrollo de medidas de reducción del riesgo a implementarse por el Gobierno Autónomo Municipal, comunidades o en coordinación con la gobernación e instituciones presentes en el municipio.

# II ENTENDIENDO la SEQUÍA



## *Alrededor del concepto de sequía*

Para el SENAMHI, 2011, la sequía es una condición de tiempo anormalmente seco, en una región durante un periodo suficientemente extendido como para provocar un grave desequilibrio hidrológico, donde la disponibilidad del agua es casi nula debido a la falta de precipitaciones y una alteración transitoria del régimen hídrico de las cuencas. En estas condiciones, el agua no es suficiente para cubrir las necesidades de consumo humano, las actividades agropecuarias y el medio ambiente.

En estas condiciones, el agua **no es suficiente** para cubrir las necesidades de **consumo humano**, las actividades agropecuarias y **el medio ambiente**.

*La sequía desde el punto de vista...*

HIDROLÓGICO



METEOROLÓGICO



SOCIOECONÓMICO



AGRÍCOLA



## *A. Sequía desde el punto de vista Meteorológico*

La sequía se presenta cuando la precipitación acumulada, durante un cierto lapso, es significativamente más pequeña que el promedio de las precipitaciones registradas en dicho lapso o que un valor específico de la precipitación.

Técnicamente el SENAMHI (2011), la define como el déficit de precipitación del 70 por ciento o más con respecto al promedio establecido para una región o lugar y que se produce por un periodo de cinco o más meses.

## *B. Sequía desde el punto de vista Hidrológico*

La sequía ocurre cuando existe un déficit de agua en los escurrimientos superficial y subterráneo con respecto a la media mensual (o anual) de los valores que se han presentado en la zona. La sequía hidrológica se refiere a la reducción o déficit de agua en los recursos hídricos (flujo en ríos, nivel de lagos, agua subterránea y mantos acuíferos) por debajo de un nivel determinado para un periodo de tiempo dado.

Esta sequía suele notarse normalmente después de la meteorológica, primero disminuye la precipitación durante un tiempo y después empiezan a bajar los niveles agua en las fuentes de recursos hídricos.

## *C. Sequía desde el punto de vista Agrícola*

La sequía se define como el periodo durante el cual la humedad en el suelo es insuficiente para que en el cultivo dado pueda producir una cosecha. Se refiere al período de tiempo durante el cual la humedad en el suelo es insuficiente para garantizar o permitir el desarrollo de un cultivo en cualquiera de sus fases de crecimiento. Debido a que los requerimientos de agua necesaria para el desarrollo de cultivos son diferentes para cada especie, la determinación de este tipo de sequía requiere una diferenciación en función del tipo de cultivo, las características del suelo y la región en la que se desarrolla. Esta sequía ocurre poco tiempo después de la meteorológica y antes de la sequía hidrológica (OMM, 2006).

Una sequía es el tiempo durante el cual la disponibilidad de agua es menor a su demanda. La demanda depende del tipo de uso del agua (doméstico, industria, agrícola, ganadero, etc.), de la densidad y distribución de los usuarios; por ejemplo, en Bolivia más del 40% del agua es usada para la agricultura.

## *D. Sequía desde el punto de vista Socioeconómico*

La sequía socioeconómica se plantea en términos de suministro de agua y demanda por grupos humanos, por lo tanto está muy relacionada con los efectos de corto y largo plazo de los otros tipos de sequía. La sequía ocurre cuando la demanda de agua de un grupo social, en un lugar determinado excede el suministro, es decir: es una combinación entre disminución de la precipitación y el crecimiento de las necesidades de la población o de las actividades productivas, de la eficiencia en el uso del agua y de la tecnología disponible (Crespo, 2008).

## E. CARACTERÍSTICAS



- La sequía se caracteriza por ser un fenómeno regional cuyas particularidades variarán según el régimen climático, aunque su extensión geográfica y su gravedad variarán a escala estacional o anual.

- Se manifiesta tanto en regiones secas como húmedas.

- Sus efectos se hacen notar de manera lenta. La evolución paulatina de la sequía hace que en ocasiones, sus efectos tarden semanas o meses en hacerse patentes, por lo que no es fácil determinar cuándo comienza o cuándo termina.

- El déficit de precipitación empieza a manifestarse en la disminución de agua en los suelos, por lo que la agricultura suele ser el primer sector afectado.

- La sequía es una anomalía temporal o transitoria, esto la diferencia de la aridez, que es una característica permanente del clima.

- La manifestación de la sequía también se ve influenciada cuando se determina la presencia de fenómenos oceánicos atmosféricos (El Niño y La Niña).



Durante todo un periodo de sequía transcurren ciertas etapas que pueden ser entendidas como *ciclo*; este periodo *no tiene un tiempo o cronología definida* (días, meses, años) ya que depende de los periodos de lluvia, la intensidad y duración de la misma para generar agua en reservorios naturales (ríos, quebradas, lagunas, etc.) y artificiales (atajados, tanques, etc.) que *permita diferenciar* un año de *sequía moderada*, sobre uno de *sequía severa o extrema*

## ESQUEMA del ciclo de la SEQUÍA



# III

## La **GESTIÓN** de RIESGOS Municipal

A su vez, la Reducción del Riesgo y Atención de Desastres y/o Emergencias están subdivididos en las siguientes fases:

Prevención, Mitigación y Recuperación.  
Preparación, Alerta, Respuesta y Rehabilitación.

- 1. RECUPERACIÓN
- 2. MITIGACIÓN
- 3. PREVENCIÓN



ALERTA  
PREPARACIÓN  
RESPUESTA  
REHABILITACIÓN

En la Ley 602, para efectos de la presente Ley, La Gestión de riesgos es el conjunto de estrategias y acciones multisectoriales, encaminadas a la reducción de riesgos a través de la prevención, mitigación y recuperación y; la atención de desastres y/o emergencias a través de la alerta, preparación, respuesta y rehabilitación ante amenazas naturales, socio-naturales, tecnológicas y antrópicas, así como vulnerabilidades sociales, económicas, físicas y ambientales.





# GESTIÓN de **RIESGOS**

La Reducción de Riesgos es un proceso continuo que debe estar incorporado en todos los niveles de la planificación integral como un eje transversal y de carácter obligatorio. Para este fin, se deben prever lineamientos, acciones y recursos en los Planes de Desarrollo y Planes de Ordenamiento Territorial, según corresponda, de acuerdo a los lineamientos estratégicos y directrices formuladas por el Ministerio de Planificación del Desarrollo.

La Atención de Desastres y/o Emergencias permiten operativizar las acciones de preparación, alerta, respuesta y rehabilitación, para brindar una adecuada y oportuna atención a los posibles afectados y damnificados.

## **A. REDUCCIÓN DE RIESGOS**

Recuperación  
Prevenición  
Mitigación  
PREVENCIÓN  
Mitigación  
RECUPERACIÓN  
Mitigación



## **B. ATENCIÓN DE EMERGENCIAS Y/O DESASTRES**

REHABILITACIÓN  
Alerta  
PREPARACIÓN  
Alerta  
Respuesta  
REHABILITACIÓN  
PREPARACIÓN

**ACTIVIDADES**  
*generales*  
**POR FASE**

### *Recuperación*

Reparar y/o reconstruir el área afectada, los bienes y servicios interrumpidos y/o deteriorados.

Restablecer e impulsar el desarrollo económico y social de las comunidades afectadas, evitando la reproducción de las condiciones de riesgo preexistentes.

### *Mitigación*

Realizar obras de infraestructura orientadas a:

- La protección de sistemas productivos y ecosistemas.
- La diversificación de la producción.

### *Prevención*

Planificar la GdR de manera integral y estratégica.

Programar las acciones operativas.

Diseñar políticas, instrumentos y mecanismos para evitar riesgos potenciales.

Mapeo y diagnóstico de riesgo.

### *Alerta*

Realizar la declaratoria de alerta a partir de la probabilidad y cercanía de un evento adverso, un desastre y/o emergencia.

### *Preparación*

Realizar el análisis y monitoreo del riesgo.  
Evaluar el índice de riesgo de la(s) amenaza(s) priorizada(s)  
Elaborar los Planes de Contingencia.  
Organizar y prever medidas y acciones para la oportuna atención de desastres y/o emergencias.

### *Respuesta*

Atender de manera inmediata y oportuna a la población ante un evento adverso, para salvar vidas y disminuir pérdidas.

### *Rehabilitación*

Implementar acciones inmediatas de:

- Reposición de servicios básicos
- Acceso vial
- Restablecimiento de medios de vida
- Iniciar la reparación de daños

**ACTIVIDADES**  
*generales*

**POR FASE**

## C. Medidas de Reducción del Riesgo

“Catálogo de las principales amenazas de Bolivia” Velasco O. 2013

### *Medidas Socioeconómicas*

- Investigar los efectos de la sequía en diferentes grupos sociales, según ocupación, nivel socioeconómico, etnia, edad, sexo, etc., para incidir en los más vulnerables.
  - Organizar talleres sobre temas especiales relacionados con la sequía.
  - Informar a los agricultores sobre las fuentes de ayuda locales, regionales y nacionales.
  - Organizar reuniones informativas sobre la sequía para el público y los medios de comunicación.
  - Incluir a los medios de comunicación en la planificación para contrarrestar la sequía.
  - Realizar campañas de información pública sobre los peligros para la salud y otros, causados por la sequía, como, por ejemplo, el estrés debido al calor, deshidratación, el peligro de los chagueos, el deterioro de la calidad del agua, la erosión eólica, etc.
- Desarrollar programas complementarios de salud que tengan que ver con la nutrición, deshidratación, enfermedades gastrointestinales por la mala calidad del agua y otras, debido a efectos secundarios de la sequía.
  - Promover el ahorro voluntario de agua y apoyar el desarrollo local de los programas de ahorro.
  - Trabajar con las organizaciones con base comunitaria para promover la participación pública en los programas de ahorro.
  - Implementar programas de concienciación sobre medidas para el ahorro de aguas subterráneas y de otras fuentes.
  - Publicar y distribuir folletos sobre técnicas de ahorro de agua y estrategias para la gestión de la sequía.
  - Elaborar materiales de formación en varios idiomas, y dirigidos a los diversos grupos sociales.
  - Promover iniciativas como el seguro agrario que permita a los agricultores contar con recursos para la recuperación después de un desastre

## *Medidas Institucionales*

- Fortalecer la capacidad institucional a través de la creación de una Dirección o Unidad de Gestión del Riesgo (UGR) o Centro de Operaciones de Emergencia (COE) municipal.
- Promover y hacer realidad la coordinación interinstitucional, desde la planificación hasta la ejecución de actividades en los diferentes niveles.
- Motivar la implementación de un Plan de Mitigación y contingencia con participación social.
- Fortalecer la organización y participación de la comunidad en todos los niveles de tomas de decisión.
- Incluir la participación pública en la planificación de programas y actividades para hacer frente a la sequía.
- Desarrollar normativas para la protección de los caudales entrantes, para la protección y gestión de las aguas subterráneas y sobre el reciclaje de agua.
- Emitir normativas para exigir a las instituciones que provean servicios de agua potable el desarrollo de planes de energía.
- Examinar los estatutos que rigen los derechos del agua, en cuanto a su posible modificación en períodos de escasez de agua.
- Analizar y estudiar las causas de los conflictos que surjan por el uso del agua para encontrar posibles soluciones.
- Elaborar ordenanzas municipales que tengan que ver con el ahorro de agua.
- Analizar y estudiar la estructura de tarifas para influir en el consumo de agua por los usuarios.
- Promover proyectos de reciclaje de aguas, tratamiento de aguas residuales y otros.
- Realizar una buena gestión de la calidad del agua y de la reutilización de las aguas residuales
- Promover e incentivar programas de ordenamiento local del uso de la tierra, basado en el potencial productivo y en las condiciones y necesidades socioeconómicas de las comunidades que incluyan la reducción del riesgo de desastres.

## *Medidas Operativas*

- Desarrollar e implementar Sistemas de Alerta Temprana con carácter predictivo.
- Evaluar los escenarios de los peores casos de sequía, como base de posibles acciones futuras
- Fomentar un ordenamiento de los sistemas de producción a fin de optimizar sus resultados.
- Planificación del uso de agua y estrategias de siembra que permitan el desarrollo de cultivos en función de los periodos de sequía.
- Estudiar la efectividad de las medidas de ahorro de agua.
- Desarrollar planes de riego y gestión del agua.
- Evaluar el uso de las aguas subterráneas.
- Realizar el inventario y seguimiento de los recursos naturales, dentro de las zonas más importantes.
- Realzar un monitoreo de las fuentes de suministro de agua pública vulnerables a la sequía.

- Mejorar el uso del agua y la eficiencia de las conducciones. Poner en marcha programas de medición y de detección de filtraciones de agua.

- Investigar más a fondo, la relación entre las sequías y los incendios, para determinar medidas de control y reducción.

## *Medidas Físicas, Ambientales y/o Ecológicas*

- Elaborar proyectos con una visión de manejo integral de cuencas.

- Elaborar y promover programas de fortalecimiento a la gestión ambiental municipal.

- Propiciar la ejecución de proyectos de manejo forestal y recuperación de áreas deforestadas con especies que se adapten mejor a condiciones de sequía y contribuyan a la retención de humedad en el suelo.

- Fomentar el manejo forestal sostenible.

- Reforestación de las zonas susceptibles a sequías y cuidado de la vegetación existente.

- Construcción de obras físicas (sistemas de riego, atajados, represas, etc.).
- Inventariar las fuentes de agua para identificar nuevas fuentes de agua para las zonas afectadas por sequía y evaluar la calidad y la cantidad del agua de las nuevas fuentes.
- En áreas urbanas reducir las pérdidas en los sistemas de distribución de agua.
- Revestir los canales o instalar tuberías para reducir las filtraciones
- Controlar las especies de plantas con alto requerimiento de agua (por ejemplo el Eucalipto) y limitar su uso reemplazándolas por aquellas que tienen un menor requerimiento (especies nativas del lugar).
- Implementar sistemas de riego por aspersión o de microrriego localizado/goteo.
- Programar el riego según la demanda de los cultivos. Hacer un seguimiento de la humedad del suelo. Mejorar las prácticas de cultivo
- Cultivar especies tolerantes a la sequía y/o a la salinidad.

- Proporcionar lugares de almacenamiento para las aguas excedentarias, dentro del propio cauce.
- Poner en marcha medidas estructurales menores para obtener recursos de agua temporales, a partir de embalses inactivos o muertos, o de recursos subterráneos.
- Desarrollar y comercializar tecnologías innovadoras, tales como mejoras de los sistemas de riego, letrinas y urinarios que no requieren agua, y técnicas de seguimiento para el mantenimiento.
- Motivar e incentivar la implementación y adopción de tecnologías productivas que favorezcan la conservación de los recursos suelos, agua y bosque como ser:
  - Manejo de pisos ecológicos, dependiendo de la altitud (cabecera de valle).
  - Adelanto o retraso de la época de siembra de cultivos, de acuerdo a los predictores, buscando hacer coincidir las pocas lluvias con la etapa de desarrollo del cultivo.
  - Siembra en zonas con menor pendiente para mantener mejor la humedad del suelo.
  - Preparación de surcos perpendiculares a las pendientes para optimizar la retención

## D. Medidas de Atención de Emergencias y/o Desastres

“Catálogo de las principales amenazas de Bolivia” Velasco O. 2013

### *Medidas específicas de preparación*

- Establecimiento de un Sistema de Alerta Temprana.
- Identificar zonas donde la sequía se presenta con mayor frecuencia y recurrencia con el objeto de desarrollar planes de emergencia.
- Planes de contingencias para la sequía que contemple las medidas de respuesta (asistencia humanitaria, provisión de agua, servicios de salud, atención al sector agropecuario, entre otros).
- Hacer una lista de los puntos de abrevadero para el ganado.
- Establecer un programa de transporte de agua para el ganado.
- Efectuar trabajos para la reconstrucción, mantenimiento y limpieza de reservorios, atajados, canales de riego, estanques y pozos para evitar pérdidas de agua y concentrar agua en época de lluvias.

- Desarrollar planes de riego comunales.
- Desarrollar programas de alimentación suplementaria.
- Realizar campañas de concientización para evitar el derroche de agua.
- Promover la construcción de reservorios de agua y de alimentos no perecederos.
- Evitar la quema de árboles y vegetación.

### *Típicas necesidades posteriores a los desastres*

- Suministro de agua para consumo humano mediante camiones cisterna.
- Distribución generalizada de alimentos en una primera fase y luego focalizada para población vulnerable a la desnutrición.
- Suministro de agua y alimentos (forraje) para el ganado.
- Provisión de semilla.



- Protección de los derechos humanos de la población afectada, particularmente los grupos considerados más vulnerables (niños y niñas, mujeres, mujeres embarazadas, adultos mayores y personas con discapacidad).
- Establecimiento de centros de salud móviles y monitoreo de posibles epidemias.
- Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades.

---

*Debido a la gran variabilidad del clima, la probabilidad de que se intensifique la sequía en Bolivia es mayor. Para poder desarrollar **RESILIENCIA** frente a la sequía se debe adoptar un enfoque integral a la hora de gestionar el agua. Tradicionalmente la respuesta a las sequías en Bolivia, han consistido en la respuesta posterior a sufrir los daños, este enfoque además de ser oneroso y a menudo inoportuno ha sido mal coordinado e ineficiente.*

*Las políticas municipales deben ser más **DINÁMICAS** para hacer frente a este problema. La Reducción de Riesgos es un **componente esencial** dentro de la **planificación municipal** para reducir tanto las pérdidas económicas como sociales, por tanto debe ser **más importante** trabajar en reducir el riesgo que atender la emergencia y/o desastre por sequía.*

---



# IV

## CATEGORIZACIÓN MUNICIPAL

En el territorio boliviano se consideran tres zonas geográficas predominantes:

**Andina:** Que abarca el 28% del territorio nacional con una extensión estimada de 307,000 kilómetros cuadrados. Esta zona se halla a más de 3,000 m.s.n.m., ubicada entre los dos grandes ramales andinos: las cordilleras Occidental y Oriental o Real, las que presentan algunas de las cumbres más elevadas de América. Aquí se encuentra el lago considerado más alto del mundo, el



Lago Titicaca, situado a 3,810 m. sobre el nivel del mar, con una extensión de 8,100 km<sup>2</sup> que lo sitúa en el vigésimo cuarto lugar en el ámbito mundial, a Bolivia le corresponden 3.690 km<sup>2</sup> y el resto al Perú por donde navegan embarcaciones de gran calado, posee además islas como la Isla del Sol, de la Luna, Koati y otros.

**Subandina:** Región intermedia entre el altiplano y los llanos orientales que abarca el 13% del territorio, y comprende los valles y los yungas (a 2,500 metros de altitud promedio). Se caracteriza por su actividad agrícola y su clima templado a cálido (15 a 25°C).

**Llanos:** Abarca el 59% de la superficie nacional y se ubica al norte de la cordillera Oriental o Real que se extiende desde el pie de los Andes hacia el río Paraguay, es una tierra de llanuras y bajas mesetas, cubierta por extensas selvas ricas en flora y fauna. Registra una temperatura media anual de 22 a 25°C.

CATEGORÍA MUNICIPAL  
de acuerdo al  
**NÚMERO de HABITANTES**

Hasta 5 mil habitantes



Entre 5 y 15 mil habitantes



Entre 15 y 50 mil habitantes



Mayor a 50 mil habitantes



Los 339 municipios que conforman el país presentan características muy diversas; las capacidades de los GAM Gobiernos Autónomos Municipales no son iguales en cuanto a recursos humanos y económicos, sus diferencias son evidentes incluso dentro de un mismo departamento.

Extraído de: Serie Municipios N° 2 Comité de Operaciones de Emergencia Municipal Lineamientos para su conformación e implementación, organización y funcionamiento Caja de herramientas DIPECHO IX – VIDECCI 2015.



# V

## ALTERNATIVAS

propuestas para!!

### AFRONTAR SEQUÍA

La guía está dirigida a funcionarios municipales, profesionales y población en general que estén familiarizados con la problemática de la sequía e interesados en *desarrollar e implementar* medidas y proyectos que permitan *reducir el riesgo de desastres* por sequía. La guía recopila una serie de alternativas que forman parte de la experiencia de instituciones y proyectos que han sistematizado su trabajo, las mismas se presentan a continuación en forma de *fichas técnicas* que resumen la información más importante de la medida para propiciar la selección de la alternativa principal como las alternativas complementarias.

## A. CRITERIOS DE SELECCIÓN

### ALTERNATIVAS



Los 339 municipios que conforman el país, tienen características y capacidades muy diferentes, la percepción del riesgo así como los efectos de la sequía pueden variar incluso dentro de un mismo municipio, esta gran complejidad hace que las medidas que se desean o se puedan adoptar para luchar contra la sequía sean tan variadas como complejas y complementarias.

#### Criterio 1. Región

El principio de selección de las alternativas responde inicialmente a la gran región en la cual se encuentra su municipio, Altiplano (Andino), Valle (sub Andino) y Llanos (Chaco y Amazonía), considerando que muchos municipios tienen dentro de sus características fisiográficas valles interandinos como llanuras tropicales, no es una limitante la selección geográfica del municipio sino se enfoca a las características que la comunidad donde se desee implementar la medida posea.

#### Criterio 2. Percepción social

Uno de las limitantes más significativas que se tiene al momento de trabajar la sequía, es la ausencia de información técnica científica (precipitación pluvial acumulada a la fecha) que demandan las intervenciones técnicas debido a la falta de estaciones climatológicas en el país, por tanto las alternativas no contemplan índices o indicadores técnicos para su selección, al contrario, apela a la percepción social de lo que la sequía ocasiona o presenta como efecto en el municipio, comunidad, chaco, cultivo, hogar y procura reunir dichos criterios básicos para entender cómo afecta la sequía y cómo implementar medidas.



### Criterio 3. Función

La sequía tiene principalmente afectación a la agricultura como al agua y saneamiento, razón por la cual las alternativas están divididas entre aquellas que permitirán contar con agua de consumo humano como las destinadas a la pecuaria o agricultura, sin embargo muchas de las medidas desarrolladas en el país cuentan con ese doble propósito procurando ser medidas integrales. Por esta razón muchas de las alternativas planteadas poseen esa doble función.

### Criterio 4. Categoría Municipal

La categoría municipal por número de habitantes se enfoca principalmente a los recursos designados para su ejecución municipal. Este criterio determina las capacidades económicas que poseen los municipios y diferencia las alternativas por el costo de las mismas. Inicialmente la guía se enfoca a municipios categorías A, B y C, considerados como los más vulnerables socioeconómicamente hablando.

Como parte de la guía (Documento) se ha desarrollado una ***herramienta interactiva*** que facilita la selección de las alternativas bajo los criterios planteados, la misma que se adjunta al documento en un DVD.

B. ALTERNATIVAS  
**PRINCIPALES**







## PERFORACIÓN MANUAL DE POZOS

Ficha P-1

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Esta alternativa consiste en la aplicación de técnicas y materiales accesibles y disponibles para la perforación de pozos de manera manual, con un alcance de 120 m de profundidad. Por el elevado costo y la aplicación de equipos especializados que representa la perforación de pozos, la posibilidad de acceder a pozos de perforación manual es una alternativa para poblaciones dispersas, gobiernos municipales con limitaciones presupuestarias, comunidades e incluso familias en función a su organización.

#### USO Y FUNCIÓN

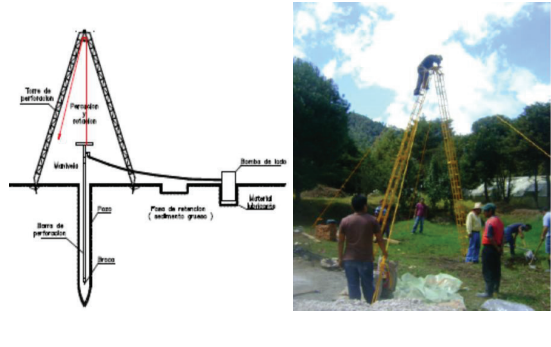
Abastecimiento de agua

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No definido

#### VIDA ÚTIL

En función al mantenimiento



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

#### Descripción de la obra

Permite obtener agua subterránea como sistema de abastecimiento independiente, de bajo caudal en zonas muy dispersas. Construido a nivel local, fácil de transportar, operar y mantener. Promueve el trabajo comunitario y la participación plena de la comunidad que se beneficia. Bajo costo y rápida implementación. El alcance es de hasta 120 metros de profundidad para pozos de 2" (pulgadas) y 50 metros para pozos de 4" (pulgadas).

#### Insumos

Sistema manual de perforación de pozos bajo las acciones de percusión y rotación manual, con inyección de lodos mediante una bomba manual. Partes: Torre de perforación de 6 m de largo, articulada de 2 patas, que para su transporte se divide en tramos de 3 m.

- Batería de perforación: barras de perforación de tubería de 1" y brocas fabricadas localmente para terreno no rocoso, cabezal de inyección y muestreador. Sistema de poleas que permite las acciones de percusión.
- Fluido de perforación mediante bomba manual de lodos, permite la extracción de material del pozo en construcción mediante la inyección de lodos. No se usa bentonita. Equipo construido a nivel local con materiales de ferretería y en taller de herrería o boconería simple.
- Entubado del pozo con tubería de pvc dr41, 26 o e-40, filtro en tubo perforado con orificios de 1/4" y recubierto con filtro de tela sintética. Uso de gravilla seleccionada como prefiltro.

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

#### Operación/Usó

Las acciones de perforación y la práctica para la construcción de un pozo, son producto de una capacitación en la técnica que comprende el detalle desde la construcción del equipo y las prácticas de perforación en distintos terrenos.

#### Nivel de empleo

Rural concentrado, rural disperso y peri urbano

#### Aplicable a zonas

En Bolivia el sistema de perforación manual "AYNI" es aplicable en todos los depósitos de edad Cuaternaria y también se puede en depósitos de sedimentos de edad Terciaria como se muestra en el mapa Geológico de Bolivia marcado con color amarillo y anaranjado, que son depósitos principalmente areno arcillosos, no se puede en depósitos pedregosos menos en depósitos de sedimentos muy compactos (roca) **ver doc. adj.**

### MATERIALES REQUERIDOS

#### Recursos para la construcción

- Torre de perforación de 6 m de alto.
- 2 patas de articulación
- Batería de perforación
- Barras de tubería 1"
- 2 brocas fabricadas artesanalmente
- Cabezal de inyección
- Muestreador
- Sistema de poleas
- Fluido de perforación, bomba manual de lodos
- Tubería PVC dr41, 26
- Tubería PVC e-40
- Filtro de tubo perforado
- Filtro de tela sintética
- Gravilla para pre filtro

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**Capacitación**

Talleres de capacitación, construcción de equipo y práctica de perforación.

- Prácticas de metalmecánica (Construcción del equipo)
- Conocimientos básicos de Geología, Hidrogeología y Matemáticas
- Conceptos de microempresa

**Mantenimiento preventivo**

En cada perforación (responsable: Perforista):

- Limpieza de equipo, usando trapo, cepillos, agua.
- Engrase de partes, usando aceite, grasa, trapo.

Luego de realizar perforaciones, las brocas deben ser reparadas o reemplazadas de manera que se puedan guardar hasta una próxima vez que se utilice.

**Mantenimiento correctivo**

En caso de rosca gastada en barras de perforación, corresponde nuevo enroscado de barras. Procedimiento: cortar la rosca dañada, volver a realizar el roscado en las barras. Herramientas:

Tarrajá para metal, prensa de banco.

En caso de reten de bomba gastado o roto corresponde el cambio de retén (canica).

Procedimiento: desarmar el filtro de la bomba de lodos quitando el retén gastado o roto luego reponer, verificando que el asiento de la misma no este dañado.

Herramienta: llave stellson.

En caso de desgaste de brocas corresponde el cambio de puntas en la broca.

Procedimiento: cortar piezas de fierro de construcción de ½" a la medida del original y soldar reemplazándolas.

Herramientas: sierra mecánica, arco de soldar, fierro de construcción de ½".

Las sogas deben ser reemplazadas cada vez que se presente el desgaste de las fibras

PRESUPUESTO APROXIMADO

Costo estimado	<p><b>Perforación:</b> Bs 280 por metro para pozos de 2" (pulgadas) con tubería PVC. Clase 9 no incluye transporte de equipo ni personal. 595 Bs. Por metro para pozos de 4" (pulgadas) con tubería de PVC E-40 no incluye transporte de equipo ni personal.</p> <p><b>Equipo de perforación:</b> Está en función al rendimiento, Ejemplo, el equipo para pozos de 50 metros de profundidad aproximadamente es de Bs 24.000.</p>
Proveedores	Existen equipos y servicios de perforación de pozos que pueden ser adquiridos de proveedores locales (hasta 30-40 metros de profundidad). En servicios, p. ej., Sumaj Huasi, EMAS y otros proveedores locales.

RECOMENDACIONES GENERALES

- La determinación del lugar donde perforar así como la profundidad debe ser basados en análisis técnicos edáficos, si bien se propone usar el mapa geológico de Bolivia, no se garantiza el caudal ni la calidad del agua extraída, por tanto se deberá complementar esta medida con análisis del agua extraída para determinar su posible tratamiento y posterior consumo.

DATOS ESPECIFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	MMAyA
	Implementado en:	Rural concentrado, rural disperso y periurbano
	Pág. Web	<a href="http://www.mmaya.gob.bo">www.mmaya.gob.bo</a>

## PERFORACIÓN DE POZOS POCO PROFUNDOS 85m COFADENA

Ficha P-2

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La corporación de las FF.AA. para el desarrollo nacional COFADENA, posee la Unidad de Explotación de Recursos Hídricos Bolivia UERH, la misma que posee una amplia experiencia en perforación de pozos como parte de proyectos estatales como a solicitud de particulares, a continuación se detallan aspectos importantes de las fases y costos que representan la perforación de pozos de 160m, 85m y 20m para contar con criterios para acceder a esta alternativa.

#### USO Y FUNCIÓN

Abastecimiento de agua

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No definido

#### VIDA ÚTIL

En función al mantenimiento



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

#### Descripción de la obra

Alternativa que requiere del transporte de la maquinaria así como la cuadrilla de perforación, los tiempos varían en función a las profundidades así como a los resultados de los estudios geológicos, hidrogeológicos y la tomografía eléctrica que determinan tanto la profundidad de la perforación como el acceso al agua.

#### Insumos

Los equipos utilizados son Terrameter LS ABEM y Terraloc PRO ABEM utilizados para los estudios geológicos e hidrogeológicos, el UERH posee la maquinaria para realizar bajo el método de rotación directa de lodo instalado en un camión perforador, así mismo se utiliza equipo de registro eléctrico Mount Sopris, como elementos principales para la correspondiente perforación.

#### Otros elementos deseables

La solicitud de perforación y la gestión correspondiente se realizan en la UERH bajo solicitud escrita y/o gestionada a través de Defensa Civil como parte de las medidas de respuesta o mitigación que se propicien como acciones del estado en coordinación con los gobiernos municipales, departamentales o instancias que así lo requieran

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

#### FASE 1: PROSPECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los estudios geofísicos y la prospección se ejecutan mediante el método operativo schlumberger con espaciamento entre electrodos, cuya interpretación de datos concluye y recomienda con la segunda fase.

#### FASE 2: PERFORACIÓN POZO PILOTO

Movilización de maquinarias (camión perforador, camión cisterna de agua, grúa, etc.)

Se ejecuta mediante el método de rotación con circulación directa de lodo y así se obtuvo las muestras que permite conocer las características litológicas del sub suelo.

El registro eléctrico es realizado para obtener una digrafía del pozo cuyos datos permiten identificar acuíferos para realizar el diseño del pozo.

### MATERIALES REQUERIDOS

#### Recursos para la construcción

- Terrameter LS ABEM y el equipo de Terraloc PRO ABEM.
- Transporte de maquinaria, así como la cuadrilla de perforación.
- Método de rotación con circulación directa de lodo con el camión perforador
- Equipo de registro eléctrico Mount Sopris
- Trepano de 12" y lodo para la perforación
- 28 barras de 5,8 tubería FG 6"
- filtro FG 6"
- soldadura de tubería y filtros
- Grava pre filtro
- compresora de alta capacidad
- accesorios de impulsión de 2"
- bomba sumergible
- cemento, grava y arena
- bomba sumergible y tablero de control

PERFORACIÓN DE POZOS

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

**FASE 3: EXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO**

- Método de rotación con trepano de 12" con circulación de lodo.
- La provisión de tubería FG6", 4mm de espesor.
- Filtros de hierro galvanizado los cuales presentan una ranuración continua con una superficie abierta.
- Esta actividades ejecutada previa preparación de tuberías y filtros para luego ser instalada in situ.
- La instalación de grava se realiza con la finalidad de evitar la entrada de solidos de la formación al pozo.
- El desarrollo del pozo es ejecutado mediante el método de inyección de aire.
- La provisión e instalación de accesorios de impulsión se realizan de acuerdo al contrato.
- La instalación de una bomba sumergible, para luego proceder con el bombeo en forma continua.
- Se realiza la construcción del sello sanitario de acuerdo al contrato.
- Se realiza la entrega de la bomba sumergible y la entrega de control con sus accesorios.

Costo estimado	COSTOS		
	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO Bs
Estudio Geológico	1.500,00	1,00	1.500,00
Estudio Hidrogeológico Tomografía Eléctrica	1.500,00	1,00	1.500,00
	6.537,00	1,00	6.537,00
Movilización y Desmovilización Equipos	30.000,00	1,00	30.000,00
Perforación pozo piloto c/toma de muestras	686,48	85,00	58.350,80
Reg. Eléc. Análisis Muestras y diseño de pozo.	7.063,08	1,00	7.063,08
Prueba de Bombeo	186,42	12,00	2.237,04

**PRESUPUESTO APROXIMADO**

Costo estimado				
Ensanche de pozo piloto de 12"	468,09	80,00	37.447,20	
Provisión de tubería FG 6"	260,64	68,00	17.723,52	
Provisión de filtros FG 6"	1.031,70	25,00	25.792,50	
Instalación de tuberías y filtros en FG	67,33	90,00	6.059,70	
Suministro e instalación de grava	790,51	12,00	9.486,12	
Desarrollo del Pozo	263,71	7,00	1.845,97	
Prov. Inst. Accesorios de impulsión 2"	71,62	85,00	6.087,70	
Prueba de Bombeo	186,42	7,00	1.304,94	
Construcción Sello Sanitario	682,57	1,00	682,57	
Prov. Inst. Bomba sumergible	24.411,76	1,00	24.411,76	
<b>Total</b>			238.029,90	

Tiempo previsto para la perforación de un pozo de estas características 30 días calendario.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- La determinación del lugar donde perforar así como la profundidad debe ser basados en análisis técnicos edáficos, si bien se propone usar el mapa geológico de Bolivia, no se garantiza el caudal ni la calidad del agua extraída, por tanto se deberá complementar esta medida con análisis del agua extraída para determinar su posible tratamiento y posterior consumo.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

Unidad de Explotación de Recursos Hídricos

Implementado en:

Rural concentrado, rural disperso y peri urbano

Pág. Web

<http://www.cofadena.gob.bo/UERH.php>

## PERFORACIÓN DE POZOS PROFUNDOS 160m COFADENA

Ficha P-3

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La corporación de las FF.AA. para el desarrollo nacional COFADENA, posee la Unidad de Explotación de Recursos Hídricos Bolivia UERH, la misma que posee una amplia experiencia en perforación de pozos como parte de proyectos estatales como a solicitud de particulares, a continuación se detallan aspectos importantes de las fases y costos que representan la perforación de pozos de 160m, 85m y 20m para contar con criterios para acceder a esta alternativa.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Abastecimiento de agua
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No definido
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

<b>Descripción de la obra</b>	Alternativa que requiere del transporte de la maquinaria así como la cuadrilla de perforación, los tiempos varían en función a las profundidades así como a los resultados de los estudios geológicos, hidrogeológicos y la tomografía eléctrica que determinan tanto la profundidad de la perforación como el acceso al agua.
<b>Insumos</b>	Los equipos utilizados son Terrameter LS ABEM y Terraloc PRO ABEM utilizados para los estudios geológicos e hidrogeológicos, el UERH posee la maquinaria para realizar bajo el método de rotación directa de lodo instalado en un camión perforador, así mismo se utiliza equipo de registro eléctrico Mount Sopris, como elementos principales para la correspondiente perforación.
<b>Otros elementos deseables</b>	La solicitud de perforación y la gestión correspondiente se realizan en la UERH bajo solicitud escrita y/o gestionada a través de Defensa Civil como parte de las medidas de respuesta o mitigación que se propicien como acciones del estado en coordinación con los gobiernos municipales, departamentales o instancias que así lo requieran

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

#### FASE 1: PROSPECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los estudios geofísicos y la prospección se ejecutan mediante el método operativo schlumberger con espaciamento entre electrodos, cuya interpretación de datos concluye y recomienda con la segunda fase.

#### FASE 2: PERFORACIÓN POZO PILOTO

Movilización de maquinarias (camión perforador, camión cisterna de agua, grúa, etc.)

Se ejecuta mediante el método de rotación con circulación directa de lodo y así se obtuvo las muestras que permite conocer las características litológicas del sub suelo.

El registro eléctrico es realizado para obtener una digrafía del pozo cuyos datos permiten identificar acuíferos para realizar el diseño del pozo.

### MATERIALES REQUERIDOS

<b>Recursos para la construcción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrameter LS ABEM y el equipo de Terraloc PRO ABEM.</li> <li>• Transporte de maquinaria, así como la cuadrilla de perforación.</li> <li>• Método de rotación con circulación directa de lodo con el camión perforador</li> <li>• Equipo de registro eléctrico Mount Sopris</li> <li>• Trepano de 12" y lodo para la perforación</li> <li>• 28 barras de 5,8 tubería FG 6"</li> <li>• filtro FG 6"</li> <li>• soldadura de tubería y filtros</li> <li>• Grava pre filtro</li> <li>• compresora de alta capacidad</li> <li>• accesorios de impulsión de 2"</li> <li>• bomba sumergible</li> <li>• cemento, grava y arena</li> <li>• bomba sumergible y tablero de control</li> </ul>
--------------------------------------	--

PERFORACIÓN DE POZOS

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

FASE 3: EXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO

- Método de rotación con trepano de 12" con circulación de lodo.
- La provisión de tubería FG6" , 4mm de espesor
- Filtros de fierro galvanizado los cuales presentan una ranuración continua con una superficie abierta
- Estas actividades ejecutadas previa preparación de tuberías y filtros para luego ser instalada in situ
- La instalación de grava se realiza con la finalidad de evitar la entrada de sólidos de la formación al pozo
- El desarrollo del pozo es ejecutado mediante el método de inyección de aire
- La provisión e instalación de accesorios de impulsión se realizan de acuerdo al contrato
- La instalación de una bomba sumergible, para luego proceder con el bombeo en forma continua
- Se realiza la construcción del sello sanitario de acuerdo al contrato
- Se realiza la entrega de la bomba sumergible y la entrega de control con sus accesorios

Costo estimado		COSTOS		PRECIO Bs
		PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	
	Estudio Geológico	1.500,00	1,00	1.500,00
	Estudio Hidrogeológico Tomografía Eléctrica	1.500,00 6.537,00	1,00 1,00	1.500,00 6.537,00
	Movilización y Desmovilización Equipos	41.672,25	1,00	41.672,25
	Perforación pozo piloto c/toma de muestras	686,48	160,00	109.836,80
	Reg. Eléc. Análisis Muestras y diseño de pozo	7.063,08	1,00	7.063,08
	Prueba de Bombeo	186,42	12,00	2.237,04

PRESUPUESTO APROXIMADO

Costo estimado		468,09	160,00	74.894,40
	Ensanche de pozo piloto de 12"			
	Provisión de tubería FG 6"	260,64	116,00	30.234,24
	Provisión de filtros FG 6"	1.031,70	35,00	36.109,50
	Instalación de tuberías y filtros en FG	67,33	150,00	10.099,50
	Suministro e instalación de grava	790,51	16,00	12.648,16
	Desarrollo del Pozo	263,71	8,00	2.109,68
	Prov. Inst. Accesorios de impulsión 2"	71,62	120,00	8.594,40
	Prueba de Bombeo	186,42	8,00	1.491,36
	Construcción Sello Sanitario	682,57	1,00	682,57
	Prov. Inst. Bomba sumergible	24.411,76	1,00	24.411,76
	<b>Total</b>			<b>371.621,74</b>

RECOMENDACIONES GENERALES

- La determinación del lugar donde perforar así como la profundidad debe ser basados en análisis técnicos edáficos, si bien se propone usar el mapa geológico de Bolivia, no se garantiza el caudal ni la calidad del agua extraída, por tanto se deberá complementar esta medida con análisis del agua extraída para determinar su posible tratamiento y posterior consumo.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

Unidad de Explotación de Recursos Hídricos

Implementado en:

Rural concentrado, rural disperso y peri urbano

Pág. Web

<http://www.cofadena.gob.bo/UERH.php>

## PERFORACIÓN DE POZOS POCO PROFUNDOS 20m COFADENA

Ficha P-4

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La corporación de las FF.AA. para el desarrollo nacional COFADENA, posee la Unidad de Explotación de Recursos Hídricos Bolivia UERH, la misma que posee una amplia experiencia en perforación de pozos como parte de proyectos estatales como a solicitud de particulares, a continuación se detallan aspectos importantes de las fases y costos que representan la perforación de pozos de 160m, 85m y 20m para contar con criterios para acceder a esta alternativa.

#### USO Y FUNCIÓN

Abastecimiento de agua

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No definido

#### VIDA ÚTIL

En función al mantenimiento



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

#### Descripción de la obra

Alternativa que requiere del transporte de la maquinaria así como la cuadrilla de perforación, los tiempos varían en función a las profundidades así como a los resultados de los estudios geológicos, hidrogeológicos y la tomografía eléctrica que determinan tanto la profundidad de la perforación como el acceso al agua.

#### Insumos

Los equipos utilizados son Terrameter LS ABEM y Terraloc PRO ABEM utilizados para los estudios geológicos e hidrogeológicos, el UERH posee la maquinaria para realizar bajo el método de rotación directa de lodo instalado en un camión perforador, así mismo se utiliza equipo de registro eléctrico Mount Sopris, como elementos principales para la correspondiente perforación.

#### Otros elementos deseables

La solicitud de perforación y la gestión correspondiente se realizan en la UERH bajo solicitud escrita y/o gestionada a través de Defensa Civil como parte de las medidas de respuesta o mitigación que se propicien como acciones del estado en coordinación con los gobiernos municipales, departamentales o instancias que así lo requieran

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

#### FASE 1: PROSPECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los estudios geofísicos y la prospección se ejecutan mediante el método operativo schlumberger con espaciamiento entre electrodos, cuya interpretación de datos concluye y recomienda con la segunda fase.

#### FASE 2: PERFORACIÓN POZO PILOTO

Movilización de maquinarias (camión perforador, camión cisterna de agua, grúa, etc.)

Se ejecuta mediante el método de rotación con circulación directa de lodo y así se obtuvo las muestras que permite conocer las características litológicas del sub suelo.

El registro eléctrico es realizado para obtener una digrafía del pozo cuyos datos permiten identificar acuíferos para realizar el diseño del pozo.

### MATERIALES REQUERIDOS

#### Recursos para la construcción

- Terrameter LS ABEM y el equipo de Terraloc PRO ABEM
- Transporte de maquinaria, así como la cuadrilla de perforación
- Método de rotación con circulación directa de lodo con el camión perforador
- Equipo de registro eléctrico Mount Sopris
- Trepano de 12" y lodo para la perforación
- 28 barras de 5,8 tubería FG 6"
- filtro FG 6"
- soldadura de tubería y filtros
- Grava pre filtro
- compresora de alta capacidad
- accesorios de impulsión de 2"
- bomba sumergible
- cemento, grava y arena
- bomba sumergible y tablero de control

PERFORACIÓN DE POZOS

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

**FASE 3: EXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO**

- Método de rotación con trepano de 12" con circulación de lodo.
- La provisión de tubería FG6" , 4mm de espesor
- Filtros de hierro galvanizado los cuales presentan una ranuración continua con una superficie abierta
- Esta actividades ejecutada previa preparación de tuberías y filtros para luego ser instalada in situ
- La instalación de grava se realiza con la finalidad de evitar la entrada de solidos de la formación al pozo
- El desarrollo del pozo es ejecutado mediante el método de inyección de aire
- La provisión e instalación de accesorios de impulsión se realizan de acuerdo al contrato
- La instalación de una bomba sumergible, para luego proceder con el bombeo en forma continua
- Se realiza la construcción del sello sanitario de acuerdo al contrato
- Se realiza la entrega de la bomba sumergible y la entrega de control con sus accesorios

Costo estimado		COSTOS		
		PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO Bs
	Estudio Geológico	1.500,00	1,00	1.500,00
	Estudio Hidrogeológico Tomografía Eléctrica	1.500,00	1,00	1.500,00
	Movilización y Desmovilización Equipos.	940,00	1,00	940,00
	Perforación pozo piloto c/toma de muestras	694,55	60,00	41.673,00
	Reg. Eléc. Análi Muestras y diseño de pozo	5.660,45	1,00	5.660,45
	Prueba de Bombeo	186,42	0,00	0,00

**PRESUPUESTO APROXIMADO**

Costo estimado				
	Ensanche de pozo piloto de 12"	694,60	60,00	41.676,00
	Provisión de tubería FG 6"	291,79	50,00	14.589,50
	Provisión de filtros FG 6"	282,15	10,00	2.821,50
	Instalación de tuberías y filtros en FG	60,06	60,00	3.603,60
	Suministro e instalación de grava	594,51	10,00	5.945,10
	Desarrollo del Pozo	263,71	12,00	3.164,52
	Prov. Inst. Accesorios de impulsión 2"	71,62	120,00	8.594,40
	Prueba de Bombeo	147,46	12,00	1.769,52
	Construcción Sello Sanitario	667,21	1,00	667,21
	Prov. Inst. Bomba sumergible	24.411,76	1,00	24.411,76
	<b>Total</b>			<b>165.053,56</b>

Tiempo previsto para la perforación de un pozo de estas características 10 días calendario.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- La determinación del lugar donde perforar así como la profundidad debe ser basados en análisis técnicos edáficos, si bien se propone usar el mapa geológico de Bolivia, no se garantiza el caudal ni la calidad del agua extraída, por tanto se deberá complementar esta medida con análisis del agua extraída para determinar su posible tratamiento y posterior consumo.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

Unidad de Explotación de Recursos Hídricos

Implementado en:

Rural concentrado, rural disperso y peri urbano

Pág. Web

<http://www.cofadena.gob.bo/UERH.php>



BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La alternativa plantea la construcción de atajados destinados al riego de cultivos (principalmente de autoabastecimiento familiar, aunque hay excepciones) y ganadería (llamas, ovejas y vacas). Atajados con una capacidad de 500 a 1000 m3, así como la construcción de obras complementarias para asegurar la funcionalidad y durabilidad: zanjas de infiltración, canales de conducción, sedimentador, canal de rebalse, forestación y el cerramiento de protección del atajado.

USO Y FUNCIÓN

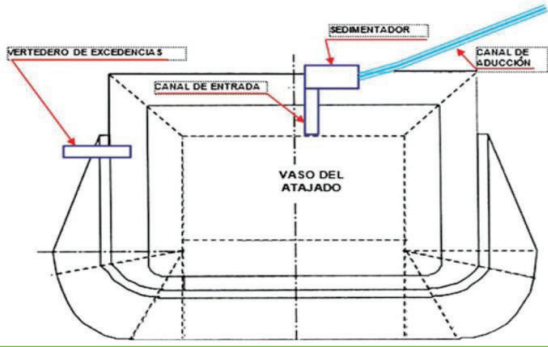
Riego de cultivos y abastecimiento de agua para de ganado

TIEMPO DE EJECUCIÓN

No definido

VIDA ÚTIL

Dependiendo del mantenimiento



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación de la alternativa se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

**Etapla identificación.** Selección del lugar de implementación de la obra según criterios de riesgo a sequía, acceso al agua y factores de vulnerabilidad social.

Verificación general de viabilidad y factibilidad técnica del atajado:

- Pendiente de terreno entre 4% y 15% (recomendado).
- Suelo con baja capacidad de infiltración.
- Extensa superficie de aporte.
- Capacidad técnica para implementar y monitorear la construcción.

**Etapla formulación.** Actividades y aspectos importantes Disponibilidad y acceso de la maquinaria pesada. Elaboración de una propuesta básica con la descripción de la obra y una estimación de costos.

**Análisis costo-beneficio.** Elaboración del proyecto a nivel de ejecución con lo siguiente validado en campo:

- Topografía.
- Características del suelo.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Descripción de la obra

- Ajjados con una capacidad de 500 a 1000 m3.
- Obras complementarias para asegurar la funcionalidad y durabilidad: zanjas de infiltración, canales de conducción, sedimentador, canal de rebalse, forestación.
- Cerramiento de protección del atajado.

Insumos

- Material de construcción:
- Cemento, arena, grava, piedra, madera (obras complementarias).
- Maquinaria:
- Retroexcavadora y topadora.
  - Compactadora o tractor agrícola.
- Herramientas:
- Picota, pala, carretilla, herramientas menores.
- Mano de obra:
- Especializada para obras complementarias y maquinaria.
  - No especializada como aporte de los beneficiarios.

Otros elementos deseables

Establecimiento de un SAT respecto a sequías: medición de temperatura, evapotranspiración, viento etc. con su correspondiente SAT. Ejem. En la región de los Chichas, se instaló un SAT, que apoyará la producción de durazno. (doc. adj)

MATERIALES REQUERIDOS

Tamaño	Para un atajado de 500 m3 de capacidad
Recursos para la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topadora D7G: 10 horas.</li> <li>• Cemento Portland IP30: 30 bolsas (de 50 Kg).</li> <li>• Arena: 3m3.</li> <li>• Grava: 3m3.</li> <li>• Piedra manzana: 5m3.</li> <li>• Madera de construcción: 250 pie2.</li> <li>• Clavo 2 1/2": 5 kg.</li> <li>• Mano de obra no calificada: 13 jornales.</li> <li>• Mano de obra calificada: 15 jornales.</li> <li>• Forestación: deseable 800 plantines/ha.</li> <li>• Herramientas menores: 2 palas, 2 picotas, 2 carretillas, martillo, etc.</li> </ul>
Recursos para el mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 17 jornales de mano de obra no calificada por año.</li> <li>• Herramientas menores: 2 palas, 2 picotas, 2 carretillas.</li> </ul>

## PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

- Identificación del área de aporte de escorrentía superficial y/o fuentes complementarias.
  - Identificación de fuentes adicionales de agua y su aforo.
  - Información de precipitaciones en la zona.
  - Determinación de la demanda (consumo de animales y cultivos).
  - Balance hídrico.
  - Dimensionamiento del atajado y sus obras complementarias.
  - Cómputos y costos.
  - Planos de construcción.
  - Viabilidad social y ambiental.
  - Cronograma de actividades.
- Socialización y validación del proyecto con beneficiarios, autoridades locales y regionales.
- Identificación de actores clave, acuerdos y alianzas estratégicas.
- Formalización de compromisos de aportes, contrapartes, provisión de materiales, control, etc.
- Etapa ejecución física**
- Replanteo.
  - Verificación de las características del suelo.
  - Organización social.
  - Provisión de materiales externos y locales.
  - Contratación de maquinaria, equipo y mano de obra no local.
- Construcción:
- Limpieza y desbroce.
  - Excavación del vaso.
  - Compactación.
  - Construcción de obras complementarias (zanjas de conducción, sedimentador, canal de rebalse).
  - Zanjás de infiltración.
  - Forestación del área de aporte.
  - Protección del atajado.
  - Inspecciones periódicas.
  - Mantenimiento de zanjás y canales.
  - Limpieza del sedimentador y del vaso de almacenamiento.
  - Cuidado de plantines y del área de aporte en general.

## OTRAS CONSIDERACIONES

Como parte de la implementación es necesario considerar que:

Otros Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones de planificación y selección de beneficiarios.</li> <li>• Sistematización y documentación del proyecto.</li> <li>• Personal técnico para la supervisión (técnicos del municipio, comunidad).</li> </ul>
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 a 10 familias por atajado (20 vacas, 100 ovejas, 20 llamas y aprox. 1 ha de cultivo).</li> <li>• Vida útil de 20 años (depende del mantenimiento).</li> <li>• Aumento en el rendimiento y en la calidad de la producción de la parcela.</li> <li>• Disminución de mortalidad y enfermedades del ganado.</li> <li>• Disminución en los costos de desplazamiento del ganado en busca de agua.</li> <li>• Tecnología de fácil ejecución, operación y mantenimiento apropiada al ámbito.</li> </ul>
Costo-beneficio	<p>Aspectos adicionales a considerar en el análisis costo-beneficio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia a la fuente alternativa de agua permanente más cercana.</li> <li>• Potencial de crecimiento en la producción (ganadería y agricultura).</li> <li>• Tasas de mortalidad por enfermedades en el ganado.</li> </ul>

## RECOMENDACIONES GENERALES

- Esta alternativa está enfocada a la construcción estructural más allá de la limpieza de atajados ya existentes.
- Su aplicación puede ser realizada tanto en las regiones del altiplano, de los valles y de los llanos.
- Es necesario realizar un control de la calidad de los productos intermedios como ser la compactación de los atajados, la implementación de las obras adicionales como el sedimentador, desfogue y las zanjás.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

HELVETAS Swiss Intercooperation.

Implementado en:

Altiplano, valles y llanos

Pág.  
Web
[cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf](http://cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf)

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La alternativa plantea un Modelo de Gestión que propone la realización de Proyectos Integrales de "Cosecha de Agua" (PICAS) para recolectar el agua de la lluvia que escurre superficialmente, en reservorios de tierra - denominados atajados - principalmente con fines agropecuarios. Los PICAS son implementados en zonas áridas y semiáridas de los Andes Bolivianos, que están especialmente expuestas a los riesgos del Cambio Climático.

USO Y FUNCIÓN	Modelo de gestión
TIEMPO DE EJECUCIÓN	No determinado
VIDA ÚTIL	En función al mantenimiento



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación del modelo de gestión se debe seguir las siguientes fases.

**Fase de preinversión:**

- Los encargados de elaborar los proyectos deben: Considerar la participación de los beneficiarios en los momentos claves de la definición de los términos técnicos y sociales del proyecto. Tomar en cuenta los intereses diferenciados de mujeres y hombres beneficiarias/os, recurriendo a las "Cartillas para transversalizar el Enfoque de Género en proyectos de riego".
- Asegurar la anuencia de la comunidad, para beneficiar a un grupo seleccionado de familias en su interior, Supeditar la elaboración del proyecto a las normas de la "Guía de Elaboración de Proyectos", haciendo uso del manual "Atajados, su diseño y construcción" y herramientas como el "Tractorcito", tablas predeterminadas de cálculo de costo y elaboración de presupuesto, tutorial de elaboración de planos topográficos con Autocad Civil 3D, y otros.

**Consideraciones técnicas**

El Modelo presenta una propuesta validada de "Cosecha de Agua" con atajados para sistemas familiares de microriego. Su objetivo general es constituirse en una alternativa de Adaptación al Cambio Climático, mejorando la seguridad alimentaria de las familias beneficiarias y reduciendo la extrema pobreza en los lugares de intervención. Cuando se construye un atajado en un suelo con poco contenido de arcilla, se produce una pérdida excesiva de agua por infiltración. En este caso, es necesario incorporar arcilla de otro lugar en la base y los taludes. Es preferible que un atajado sea manejado por una sola familia. En los atajados multifamiliares existe el peligro de conflictos por el derecho de uso de agua y responsabilidades por las labores de operación y mantenimiento.

COSTO BENEFICIO DEL MODELO

- Costo – Beneficio de una hectárea con "cosecha de agua"**
- Inversión inicial:** Bs 51400 Bolivianos (pre-inversión e inversión en infraestructura)
- Punto de equilibrio:** no existe (los costos de la inversión son de índole social y no se recuperan con los ingresos adicionales)
- Utilidad neta/año:** Bs 4036 (utilidad neta/año sin cosecha de agua: US\$ 1322)
- Aumento de la utilidad neta /año:** + Bs 2750 Bolivianos, equivalente al 300%
- El costo de un PICA con atajado de una capacidad de almacenamiento de agua de alrededor de 1.200 m2 como fuente hídrica para un sistema familiar de microriego, gira alrededor de Bs 51400 que incluye la pre-inversión, la inversión (que es casi el 50% del total), la impermeabilización y los costos de transacción. Esta es una inversión social para posibilitar pequeños sistemas productivos en zonas secas con limitadas condiciones productivas, cuya finalidad es garantizar la seguridad alimentaria de la población rural.
- El costo de la producción se duplica de Bs 4036 a 8000 por hectárea, esto se debe principalmente a la diversificación de la producción y al aumento del número de plantas por hectárea.
- El beneficio bruto anual aumenta considerablemente de Bs 5707 a Bs 15381; mientras que el beneficio neto se triplica, de Bs 1308 a 4057.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**Fase de ejecución:**

- Las instituciones o empresas a cargo de la ejecución de los paquetes de PICAs deben: Tener una probada experiencia en la construcción de atajados, respetando los protocolos de excavación y compactación según el manual "Atajados, su diseño y construcción". ("¡Un atajado no es un simple hueco en la tierra!")

Cuidar las especificaciones técnicas de las obras complementarias y el cercado, señaladas en el proyecto.

- El ente financiero debe:

Supervisar y recibir la batería de atajados según especificaciones técnicas del proyecto.

- Los beneficiarios deben:

Observar el trabajo de la empresa.

Realizar el acabado fino del atajado (peinado de taludes, emparejado de coronas, limpieza y compactación del fondo, etc.).

Estabilizar los taludes externos con cinturones de piedras y/o plantaciones.

Tomar las medidas de tratamiento del área de aporte hídrico, recomendadas en el proyecto.

**Fase de acompañamiento y monitoreo:**

- Las instituciones a cargo del acompañamiento de PICAs deben:

Partir de que se trata de un proceso prolongado de por lo menos dos campañas agrícolas.

Capacitar y asesorar a los beneficiarios, tanto hombres como mujeres, en la operación y el mantenimiento del atajado así como en el tratamiento de las áreas de aporte hídrico y la producción parcelaria bajo riego; recurriendo a métodos como el intercambio directo de experiencias entre agricultores, concursos, "aprender haciendo", etc.

Monitorear -conjuntamente con el beneficiario- la capacidad de retención de agua de los atajados y facilitar las medidas necesarias de impermeabilización.

COORDINACIÓN PARA IMPLEMENTAR EL MODELO

- Los actores directos que intervienen en la aplicación del Modelo de Gestión son los Municipios, aliados locales como las ONGs (aliados) y los beneficiarios. Son estos últimos los que deben tomar la iniciativa para solicitar apoyo a su Municipio que, a su vez, puede buscarse un aliado para la ejecución de las medidas correspondientes
- El Municipio encarga o ejecuta directamente la elaboración del proyecto con participación de los beneficiarios.
- El Municipio presenta el proyecto a un ente financiero, sea nacional o internacional y acuerda los aportes de las partes (beneficiarios, Municipio, financiador, y otros).
- La ejecución del PICA puede estar a cargo de un Municipio, ser encargado a una empresa especializada en la materia o delegado a una institución aliada como las ONGs. Según el caso, el uno o el otro asume a continuación la dirección de la ejecución del proyecto y coordina las actividades con los beneficiarios.
- El Municipio asume o encarga a terceros el acompañamiento de los beneficiarios y supervisa el cumplimiento.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Los PICAs con atajados son implementados en zonas semiáridas o áridas de los Andes, donde predomina la producción agrícola a secano, ya que en esas regiones no existen fuentes permanentes de agua para riego.
- El Comité de Vigilancia del Municipio podría dar seguimiento a la correcta ejecución de los PICAs en coordinación con el comité local de beneficiarios.
- Para medir los impactos de la implementación de este modelo se deberá analizar si existió cambio en la diversificación de los cultivos, en el incremento de la productividad y sus posteriores beneficios económicos como sociales.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

PROAGRO

Implementado  
en:

Andes boliviano

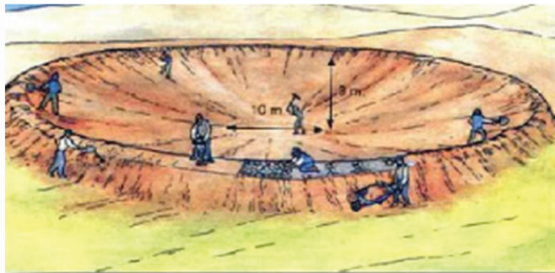
Pág.  
Web

[www.proagro-bolivia.org](http://www.proagro-bolivia.org)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Esta alternativa tiene similitud en obra y uso que los atajados implementados en el altiplano. Son obras de tierra de pequeña magnitud para el almacenamiento de agua, que son construidos en laderas donde existe una depresión o excavación que se efectúa en una planicie. Se consideran como alternativas para almacenar el agua de escorrentía que fluye de las tierras agrícolas y con ello obtener el recurso hídrico a nivel de parcela de cultivo.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Reservorio de agua para áreas rurales
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



**CONSIDERACIONES TÉCNICAS**

Este tipo de prácticas relacionadas al recurso hídrico, se consideran como medidas de conservación de agua, que cumplen funciones de mejorar la disponibilidad estable en diferentes épocas del año.

Así como prevenir la erosión de suelos aguas abajo, mediante el control de la escorrentía.

El principio y la utilidad de los Atajados son los mismos que las Cotañas, reservorios que permiten almacenar agua en regiones que presentan déficit hídrico y que principalmente son utilizadas para consumo de ganado en época seca.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1**

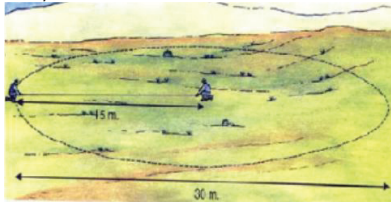
**CONSTRUCCIÓN**

**Paso 1. Identificación del Lugar**

Identificamos un lugar que tenga una buena captación de agua, con suelos franco arcillosos a arcillosos y suficiente pendiente aguas abajo.

**Paso 2. Trazado del atajado**

Posteriormente se traza un círculo con un radio de 15 m. Con un lienzo o pita y con la ayuda de un cinta métrica.



**MATERIALES REQUERIDOS**

Nº	Materiales, Herramientas y Equipos	Cantidad para un reservorio de 900m <sup>3</sup>
1	Piedra	10 m <sup>3</sup>
2	Palas	10
3	Alambre de púa	5 rollos
4	Wincha métrica	1
5	Picos	10
6	Clavos	50 kg
7	Postes	30 pzas.
8	Compactadora (alquiler)	10 hrs.
9	Tubería PVC 6"	20 mts.

Actividad	Unidad	Cantidad
Corte	Jornal	20
Excavación	Jornal	50
Relleno y compactación	Jornal	30

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

**Paso 3. Excavado, compactación y empedrado**

Se realiza la excavación, considerando el cuidado de colocar todo el material al borde del atajado. Luego, realizamos la compactación con ayuda de un tractor o compactadora. La base del atajado tiene un radio promedio de 10 m. y la altura debe ser considerada hasta 3 m. Luego se debe empedrar la plataforma del talud repoblar el talud externo del atajado con especies arbustivas o forestales locales.

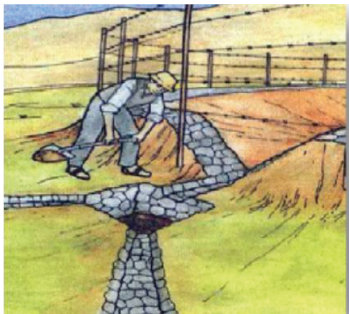
**Paso 4. Instalación de tuberías y establecimiento del cerco perimetral**

Se debe realizar la instalación de la tubería, la cámara de llaves, canal de aducción, canal de excedencias.

Asimismo, es necesario establecer el cerco perimetral de la fuente para evitar posible contaminación del agua. El cerco se lo construye con alambre de púa y postes de madera de 2 m.

**MANTENIMIENTO**

Para el buen funcionamiento del atajado, antes de la época de lluvia, se debe limpiar los canales recolector, zanjas de sedimentación, el vaso del atajado, bebederos, canales de excedencias. Cuando el atajado se encuentre lleno y en pleno uso se deben limpiar regularmente el bebedero, los canales de desagüe y los pozos de sedimentación.



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3

Muchas instituciones durante varios años han implementado diferentes técnicas para la cosecha de agua como son: las q'otas, los atajados, embalses de tierra y reservorios o q'ochas. Si bien estas técnicas tienen un mismo objetivo, se diferencian unas de otras en la forma de construcción, en la forma del reservorio, las dimensiones, el volumen de almacenaje, el material utilizado.

Actualmente, se han incorporado varios, componentes, como las obras de toma, los filtros, las obras de protección, el cercado de la presa, etc. Se puede manifestar que existe una gran variedad de estructuras de almacenamiento, de diferentes dimensiones y pueden ser construidos con diferentes materiales, lo cual también incide en los costos.

Sin embargo, se puede concluir que los reservorios de menor envergadura son los más generalizados, por la facilidad de construirlos y los bajos costos en los que se incurrir. Pero más allá de las limitaciones, los beneficios son muy grandes, desde la disponibilidad de agua para uso múltiple, lo cual incide en la calidad de vida de la población y en sus sistemas productivos.

RECOMENDACIONES GENERALES

Los siguientes aspectos son importantes, cuando se plantean medidas de manejo de aguas desde el punto de vista de Conservación del recurso:

- El agua a colectar será principalmente de escurrimiento superficial.
- Se buscará principalmente la fuente de agua próxima al área de captación y se colectará agua de la escorrentía de las lluvias y de los cauces naturales formados en los cursos de agua.
- Se acompañaran de medidas prácticas y sencillas para el uso del agua.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

INIAF / Save the Children

Implementado en:

La Paz

Pág. Web

<http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS>

## SISTEMAS DE COSECHA DE AGUA DE LLUVIA TECHO DE CALAMINA

Ficha P-8

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La alternativa plantea la implementación de un sistema de cosecha de agua de lluvia a través de techos de calamina y material local accesible y disponible, destinado al consumo humano, destinado a familias con ingresos bajos. Eficiente en zonas con suelos salinizados, ríos contaminados con metales pesados o agua salada.

Por su factibilidad es apto para las regiones del Altiplano, Valles y Llanos.

#### USO Y FUNCIÓN

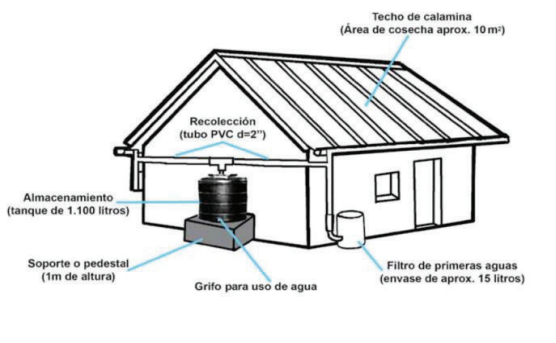
Apto para consumo familiar y uso en el hogar

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No definido

#### VIDA ÚTIL

10 años



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

#### Descripción de la obra

- Instalación destinada al aprovechamiento del agua de lluvia recolectada, aprovechando la superficie de las cubiertas de calamina de las familias beneficiarias.
- Superficie de recolección (techo de calamina, mínimo de 10 m<sup>2</sup>).
- Canaleta de recolección (media caña).
- Filtro para primeras aguas o trampa de sedimentos.
- Tanque de almacenamiento de 1100 litros, sobre un pedestal.
- Purificación del agua mediante un filtro Sodis (filtro tipo vela, el cual se basa en el mismo principio de la cerámica porosa) para el consumo humano. Se puede complementar con el uso de bolsas Sodis para la desinfección.

#### Insumos

- Canaleta media caña.
- Tanque PVC con protección ultravioleta.
- Tubería PVC de diferentes diámetros.
- Accesorios menores (niples y codos 3/4", codo y tee de 2", un grifo, teflón y pegamento PVC).
- Filtro para primeras aguas o trampa de sedimentos.
- Filtros Sodis para el tratamiento de agua para consumo.
- Baldes. Pala, picota y carretilla para el pedestal.
- Herramientas menores para plomería (tarraja, sierra, llave, etc.).
- No requiere mano de obra especializada.
- Aporte de los beneficiarios capacitada en talleres demostrativos.

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**Etapa identificación.** Identificación real del problema de falta de agua para consumo humano.

Análisis del grado de contaminación de fuentes existentes (si hubieran).

Verificación general de viabilidad y factibilidad técnica de la obra:

- Capacidad técnica para implementar y monitorear la ejecución.
- Presencia o posibilidad de construcción de un techo de calamina en la casa del beneficiario (mínimo 10 m<sup>2</sup>).

Perfil de proyecto: Elaboración de una propuesta básica con la descripción de la obra y una estimación de costos.

**Etapa formulación.** Elaboración del proyecto a nivel de ejecución con lo siguiente validado en campo:

- Estimación de la demanda de agua de cada familia.
- Estimación de la oferta de agua según el tamaño del techo de calamina y datos climáticos.
- Dimensionamiento del sistema y sus obras complementarias.
- Cómputos y costos.
- Plano de construcción.

### MATERIALES REQUERIDOS

Tamaño	Para 1.100 litros de capacidad de almacenamiento
Recursos para la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canaleta media caña: 5 m.</li> <li>• Tubería PVC 4" C9: 4,5 m.</li> <li>• Tubería PVC 3/4" C9: 4,5 m.</li> <li>• Accesorios menores según requerimiento de la instalación (niples y codos 3/4", codo y tee de 2", un grifo, teflón y pegamento PVC).</li> <li>• Filtro para primeras aguas o trampa de sedimentos: 1 Pza.</li> <li>• Filtro Sodis: 2 Pza.</li> <li>• Baldes de 20 lts.: 2 Pza.</li> <li>• Adobes: 40 Pza.</li> <li>• Herramientas menores: 1 pala, 1 picota, 1 carretilla, tarraja, sierra, etc.</li> <li>• Mano de obra calificada: 3 jornales.</li> </ul>

ALMACENAMIENTO COSECHA DE AGUA DE LLUVIA

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

- Viabilidad social y ambiental.
- Cronograma de actividades.

Socialización y validación del proyecto con beneficiarios, autoridades locales y regionales.

Identificación de actores clave, acuerdos y alianzas estratégicas.

Formalización de compromisos de aportes, contrapartes, provisión de materiales, control, etc.

**Etapa ejecución física**

- Verificación de viviendas de cada beneficiario.
- Organización social.
- Provisión de materiales externos y locales.
- Talleres demostrativos y prácticos de instalación del sistema.

Construcción:

- Construcción del pedestal.
- Instalación de la canaleta.
- Instalación del sistema de tuberías. Instalación del tanque.
- Provisión de filtros.
- Capacitación para la operación del sistema y el consumo del agua.

Posterior:

- Inspecciones periódicas.
- Limpieza del tanque y de las tuberías.
- Reparaciones eventuales.

**Etapa monitoreo**

Durante la construcción:

Supervisión a varios niveles (Mancomunidad, UGR/ municipio y comunidad).

Control de calidad de los productos intermedio que son:

- Provisión del material (control de calidad y cantidad del material, particularmente los filtros Sodis que son muy frágiles).
- Construcción del pedestal para el tanque.
- Instalación del sistema.

Después de la construcción (operación y mantenimiento):

- Mensualmente: limpieza del tanque con lavandina (hipoclorito de sodio): 1/2 jornal/mes.
- Anualmente: reparaciones menores, reemplazo de piezas dañadas: 1 jornal/año.

OTRAS CONSIDERACIONES

<b>Recursos para mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 jornales de mano de obra no calificada por año.</li> <li>• Filtros Sodis adicionales: 5 Pza/año.</li> </ul>
<b>Otros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones de planificación y selección de beneficiarios.</li> <li>• Sistematización y documentación del proyecto.</li> <li>• Personal técnico para la supervisión (técnicos de mancomunidades, municipio, comunidad).</li> <li>• Talleres de capacitación tanto para la instalación como para la operación y mantenimiento.</li> </ul>
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una familia por cada sistema.</li> <li>• Vida útil de 10 años (depende del mantenimiento).</li> <li>• Acceso a agua apta para consumo humano.</li> <li>• Disminución de enfermedades gastrointestinales.</li> <li>• Disminución en los costos de desplazamiento en busca de agua.</li> <li>• Reducción de la vulnerabilidad familiar frente a la sequía.</li> <li>• Tecnología apropiada al medio, de fácil ejecución, operación y mantenimiento.</li> </ul>
<b>Costo-beneficio</b>	<p>Aspectos adicionales a considerar en el análisis costo-beneficio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso y distancia a fuentes de agua de consumo humano.</li> <li>• Prevalencia de enfermedades gastro - intestinales.</li> </ul>

RECOMENDACIONES GENERALES

- Es importante realizar el mantenimiento y limpieza tanto del tanque de almacenamiento como de la calamina de donde se recolectará el agua de lluvia.
- El agua recolectada debe ser usada para el consumo humano y el uso del hogar, no es recomendable usar el agua almacenada para el ganado.
- El tratamiento del agua por desinfección deberá ser una práctica continua para evitar enfermedades.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución	HELVETAS Swiss Intercooperation.
Implementado en:	Altiplano, valles y llanos
Pág. Web	<a href="http://cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf">cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf</a>



## SISTEMA COSECHA DE AGUA DE LLUVIA CON TANQUE SEMIENTERRADO

Ficha P-9

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Consiste en la implementación de un sistema de abastecimiento de agua y conducción para el almacenamiento a nivel familiar que contempla como sistema no sólo la captación sino la conducción y el almacenamiento en tanques semienterrados que complementa el paquete presentado como alternativa. La disposición de agua destinada al uso familiar y consumo que requiere de mantenimiento anual y revisión permanente de los componentes del sistema. Alternativa viable para áreas rurales como peri urbanas.

#### USO Y FUNCIÓN

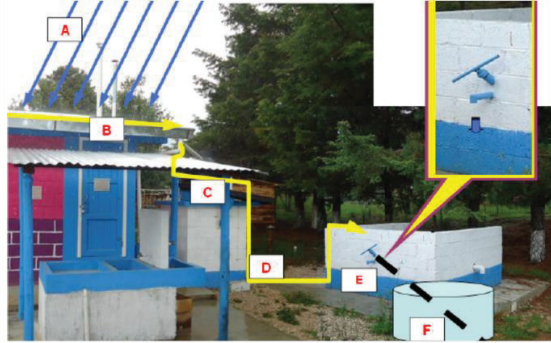
Sistema de abastecimiento familiar de agua para consumo

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No definido

#### VIDA ÚTIL

En función al mantenimiento



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

#### Operación/Usó

- Antes de la época de lluvia se debe limpiar el techo o cubierta principalmente cuando hay árboles cerca.
  - Abrir el filtro o trampa de sólidos, para eliminar las primeras agua.
  - Una vez cargado verificar que el tanque este bien tapado.
- Para el lavado del techo, se requiere un volumen de agua de 1 litro x m2 de cubierta, volumen de agua que se debe desechar de las primeras lluvias.

#### Nivel de empleo

Rural concentrado, rural disperso y peri urbano

#### Aplicable a zonas

Aplicable a todas las zonas del país.

#### Capacitación

Talleres de capacitación y modelos demostrativos

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

#### Descripción de la obra

Permite obtener agua de lluvia como sistema de abastecimiento independiente, apropiado para zonas que carecen de fuentes de agua permanente. Permite el almacenamiento de agua en forma segura y puede combinarse con otros sistemas de abastecimiento.

#### Insumos

- Las agua de lluvia (A) son recolectadas en la cubierta (techo) de la vivienda y conducida a través de un canal (canaleta) (B) hacia una trampa de sólidos o filtro (C), mediante tuberías (D), se almacena el agua en tanques plásticos semienterrados (F) protegido con muros y cubierta.
- Para el racionamiento del agua y sacarla del tanque, se instala bombas manuales tipo inclinada de 11/2" en PVC (E).

### MATERIALES REQUERIDOS

#### Recursos para la construcción

Para la construcción

- Techo de calamina
- Canaletas de conducción
- Filtro
- Tanque de plástico semi enterrado
- Material de construcción, cemento, arena para la recubierta y muro del tanque de almacenamiento.
- Bomba manual de 11/2" en PVC

Para el mantenimiento

- Escalera
- Escoba
- Cubeta
- Cepillo
- Material de limpieza del área perimetral, pala, picota, rastrillo, machete

## SISTEMA COSECHA DE AGUA DE LLUVIA CON TANQUE SEMIENTERRADO

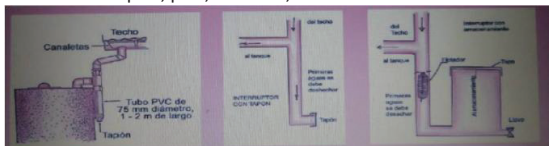
Ficha P-9

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

#### Mantenimiento preventivo

Antes de la época de lluvia, limpieza del techo, canaleta, filtro o trampa de sólidos y tanque de almacenamiento. Herramientas: escalera, escoba, cepillo, cuchara, cubeta.

Cada 3 meses, limpieza del área perimetral al tanque. Herramientas: pico, pala, machete, rastrillo.



Es importante que la trampa de sólidos este limpia antes de las lluvias.

Cada 3 meses, verificar si hay fugas en el tanque y accesorios.

Cada semana, verificar si hay insectos y pequeños animales en el tanque y, en este caso, eliminarlos.

#### Mantenimiento correctivo

En caso de canaleta rota corresponde la reparación de canaleta.

Procedimiento: sujetar la canaleta al techo, soldar la parte dañada de la canaleta. Herramientas: soplete para soldar con elementos, alicate alambre y clavos.

En caso de empaque de bomba desgastado corresponde el cambio de empaquetadura de la bomba.

Procedimiento: retirar el cuerpo de la bomba por la parte externa, quitar el empaque y cambiar, verificar el estado de las válvulas y limpiar.

Herramientas: empaque de goma, llave estelson, navaja, lima media caña.

- Todas las partes utilizadas en las reparaciones serán piezas similares a los originales no se recomienda improvisar, sujetar con alambres o soluciones eventuales, por daños posteriores a todo el sistema.

### PRESUPUESTO APROXIMADO

Costo estimado	El costo total incluye el costo del tanque, la trampa de primeras aguas y accesorios. Varía en función de la capacidad del tanque de almacenamiento. Por ej. Para 2.000 litros de capacidad, el costo aproximado es Bs 3.500.
Proveedores	Las canaletas y tanques de almacenamiento se adquieren en ferreterías locales.



También se puede utilizar cosechadores móviles comunales

### RECOMENDACIONES GENERALES

Es importante realizar el mantenimiento y limpieza tanto del tanque de almacenamiento como de la calamina de donde se recolectará el agua de lluvia. El agua recolectada debe ser usada para el consumo humano y el uso del hogar, no es recomendable prever el agua para el ganado. El tratamiento del agua por desinfección deberá ser una práctica continua para evitar enfermedades.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	MMAyA
	Implementado en:	Rural concentrado, rural disperso y peri urbano
	Pág. Web	<a href="http://www.mmaya.gob.bo">www.mmaya.gob.bo</a>

## SISTEMA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN PISOS

Ficha P-10

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La captación de agua de lluvia en pisos, con un tratamiento mínimo, es una alternativa factible que resuelve la carencia de agua para consumo humano en lugares donde no se cuenta con fuentes de abastecimiento accesibles. Para este fin se requiere una superficie de piso que permita la captación de las aguas de lluvia, impermeable, libre de contaminación, donde el agua es interceptada, recolectada y almacenada en tanque, para su aprovechamiento posterior.

#### USO Y FUNCIÓN

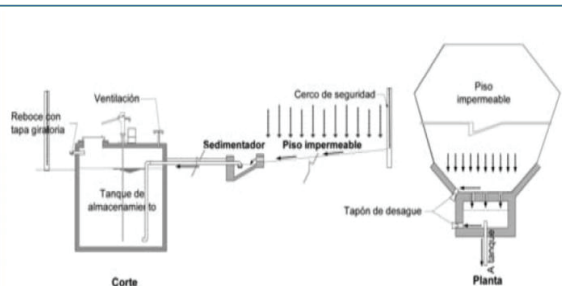
Cosecha de agua

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

#### VIDA ÚTIL

En función al mantenimiento



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Captación: conformada por una superficie de piso de concreto, empedrado, geomembrana, u otro material impermeable, libre de aceites y óxidos

Interceptor: es una cámara de sedimentación con un volumen de 60 a 200 L, cuya tarea es recibir las primeras descargas de la lluvia y remover los materiales finos en suspensión, se diseña como un desarenador.

Tanque de almacenamiento: es la estructura destinada para almacenar el agua recolectada para su consumo en los periodos de escases. Los tanques más usuales son de ferrocemento, hormigón armado y/o hormigón ciclópeo.

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN

Esta tecnología está dirigida a zonas donde es difícil conseguir agua para uso doméstico. Esta solución puede resolver la carencia de agua, para dotaciones mínimas, con un tratamiento simple. Cuando exista polución en el área o riesgo potencial de contaminación se debe evitar el uso para consumo humano, asimismo, en zonas donde exista el empleo de insecticidas para el uso agropecuario.

En el país se tiene poca práctica con esta tecnología, pero en otros países, como en México, la cultura Maya aplicó esta solución para el abastecimiento de agua durante los periodos de estiaje, muchas de ellas aún se encuentran en uso.

#### CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño del tanque de almacenamiento es similar a la tecnología de captación de agua de lluvia en techos, partiendo de la curva de masas con base a información de series históricas del régimen de precipitaciones mensuales de al menos 10 años.

### COSTOS

Tanques enterrados con sedimentador. Costos directos referenciales (Bs)

Volumen (m <sup>3</sup> )	5	8	10
Costo	Bs 5 400	Bs 9 400	Bs 10 800
Volumen (m <sup>3</sup> )	12	15	18
Costo	Bs 12 100	Bs 14 200	Bs 17 200

Piso de captación. Costos Directos Referenciales (Bs)

Piso de cemento sobre empedre (m <sup>2</sup> )	Bs 63
Piso de geomembrana e=0,75 mm (m <sup>2</sup> )	Bs 42
Techo de calamina No. 30 (m <sup>2</sup> )	Bs 60

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

Los consumos de agua de lluvia deben responder a la demanda del usuario (dotaciones, usos a destinarse). Para el área rural se considera una dotación de 10 a 25 L/hab.día, destinada a la bebida, preparación de alimentos e higiene personal (lavado de manos y lavado bucal).

**Dimensionamiento**

El dimensionamiento de todo el sistema es similar a la tecnología de captación de agua de lluvia en techos, con la diferencia de que el área de captación es una superficie de pisos en contacto directo con el suelo. El tanque de almacenamiento se determina en función al análisis de la curva de masas, teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de los últimos 10 años, y la superficie del piso disponible como área de escurrentía (el coeficiente de escurrimiento es un valor dependiente del tipo de material del piso, C: 0.75 – 0.80).

Se puede emplear la Tabla 1, de la tecnología de captación de agua de lluvia en techos, para la determinación de la superficie de piso requerida para un volumen determinado de demanda de agua de lluvia.

**Interceptor:**

Es calculado tomando en cuenta la superficie de recolección, asumiendo un volumen de agua correspondiente a 2 mm/d de precipitación pluvial, correspondiente a las primeras lluvias.

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

El interceptor/sedimentador de primeras lluvias deberá llevar una válvula que permita el drenaje y limpieza de los sedimentos y material acumulado. El tanque de almacenamiento es similar a la descrita en la tecnología de captación de agua de lluvia en techos, debiendo contar con todos los accesorios indicados. En caso necesario y dependiendo del nivel de uso y calidad del agua, se podrá contar con un filtro grueso (FIME) para un tratamiento posterior.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Las actividades más frecuentes se traducen en destapar los desagües de limpieza para evacuar las primeras aguas, retiro del material

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3

acumulado y barrido de la superficie, realizar la limpieza del tanque, empleando cloro (lavandina o cloro sólido), limpiar el sistema de drenaje que rodea la superficie de captación (limpieza de zanjas y retiro de material acumulado). La Tabla 3, muestra un resumen de las tareas necesarias de operación y mantenimiento de este sistema (en muchos aspectos similar a la tecnología de captación de agua de lluvia en techos).

Actividad	Acciones Claves
Inspección del piso	Limpiar y barrer antes de la llegada de las primeras lluvias, retirar el material sólido, ramas, arbustos, etc.
Inspección del interceptor (sedimentador)	Limpiar el interceptor, previo a las primeras lluvias, y evacuar las aguas abriendo las válvulas.
Limpieza del tanque de almacenamiento	Limpiar el tanque antes del periodo de lluvias, drenando el agua y retirando los materiales sedimentados. Para esta labor se puede emplear un cepillo metálico y una solución de hipoclorito de 150 mg/l. Concluido la misma desinfectar el tanque con una solución de cloro 50 mg/L.
Limpieza externa	Proteger de los charcos de agua, malezas, animales etc., en forma permanente.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Puede ser utilizada para riego de jardines e invernaderos familiares.
- En lo posible emplear mano de obra y materiales locales.
- Es factible en zonas donde las aguas subterráneas son salinas y no hay otra alternativa de provisión de agua.
- De ser posible conjugar con recolección de agua en techos

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	MAAya
	Implementado en:	Altiplano, Valles y Llanos
	Pág. Web	<a href="http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf">bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf</a>

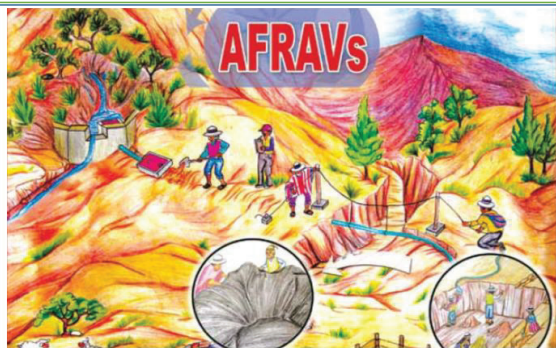
## ÁREAS FAMILIARES DE RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE VERTIENTES (AFRAV)

Ficha P-11

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La alternativa consiste en la identificación de fuentes de agua permanentes y la implementación de un sistema que la protege y aprovecha su uso bajo un modelo de Concertación Social que permite asegurar su sostenibilidad en el tiempo. Incluye obras en la toma de agua, conducción, red de distribución y forestación destinado para riego y agua para ganado, conjugando la conservación con el aprovechamiento eficiente.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Apto para riego de cultivos y parcialmente ganadería
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No definido
<b>VIDA ÚTIL</b>	20 años



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**Etapa identificación.** Selección del lugar de implementación de la obra según criterios de riesgo a sequía, acceso al agua y factores de vulnerabilidad social.

Verificación general de viabilidad y factibilidad técnica del AFRAV:

- Identificación y aforo de las fuentes.
- Trazo de la aducción adecuado.
- Determinación del sitio del reservorio.
- Identificación y relevamiento de las parcelas a regarse, sus cultivos y las familias beneficiarias.
- Existencia de capacidad técnica para implementar y monitorear la construcción.

Concertación social que permita el uso y aprovechamiento concertado del agua.

Perfil de proyecto: Elaboración de una propuesta básica con la descripción de la obra y una estimación de costos.

Análisis costo-beneficio.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

<b>Descripción de la obra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de fuentes de agua permanentes.</li> <li>- Obra de toma.</li> <li>- Forestación y protección de la fuente.</li> <li>- Aducción.</li> <li>- Almacenamiento.</li> <li>- Red de distribución.</li> <li>- Instalación de sistemas de riego tecnificado.</li> </ul>
<b>Insumos</b>	<p>Material de construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cemento, arena, grava, piedra, madera, tuberías, tensores, geomembrana, postes, alambre de púas, válvulas y aspersores.</li> </ul> <p>Maquinaria: No se requiere maquinaria.</p> <p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Picota, pala, carretilla y herramientas menores.</li> </ul> <p>Mano de obra:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada para obras de hormigón e instalación de la membrana.</li> <li>- No especializada, aporte de los beneficiarios.</li> </ul>
<b>Otros elementos deseables</b>	<p>Talleres de capacitación y concertación con los beneficiarios, respecto a la operación y mantenimiento del AFRAV. Establecimiento de un SAT respecto a sequías: medición de temperatura, evapotranspiración, viento etc. Por ejemplo, en la región de los Chichas se instaló un Sistema de Alerta Temprana que apoyará la producción de durazno, principalmente. Doc adj.</p>

### MATERIALES REQUERIDOS

<b>Tamaño</b>	Para una vertiente de 0.36 l/s (en época seca) a una distancia de 3 km (incluye paso de quebrada de 25 m).
<b>Recursos para la construcción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alambre de púas: 1 rollo.</li> <li>• Alambre de amarre: 2 kg.</li> <li>• Arena Corriente: 7 m<sup>3</sup>.</li> <li>• Postes (2,50 m x 4"): 18 pza.</li> <li>• Cables de acero, 8 mm (5/16"): 70 m.</li> <li>• Cañería F9Gº 2": 66 m.</li> <li>• Cemento Portland IP30: 40 bolsas (de 50 Kg).</li> <li>• Clavos (2"-3"): 2 kg.</li> <li>• Copla F9Gº 1,5": 12 pza.</li> <li>• Geomembrana (0,75 mm x 7m): 85 m<sup>2</sup>.</li> <li>• Grapa de sujeción, 8 mm (5/16"): 63 pza.</li> <li>• Grapas para alambre de púas: 1 kg.</li> </ul>

OTRAS ALTERNATIVAS

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**Etapa de formulación**

Elaboración del proyecto a nivel de ejecución, validando en campo lo siguiente:

- Topografía.
- Características de la fuente (aforo, calidad).
- Determinación de la demanda (consumo de animales y cultivos).
- Balance hídrico.
- Trazado de la aducción (incluye cámaras rompe presión).
- Diseño de obras de arte (cruce de quebradas, etc.).
- Dimensionamiento del reservorio y sus obras complementarias.
- Diseño de la red de distribución.
- Cómputos y costos. Planos de construcción.
- Viabilidad social y ambiental.
- Cronograma de actividades.

Socialización y validación del proyecto con beneficiarios, autoridades locales y regionales. Identificación de actores clave, acuerdos y alianzas estratégicas. Formalización de compromisos de aportes, contrapartes, provisión de materiales, control, etc.

**Etapa ejecución física**

- Verificación de la fuente de agua.
- Organización social.
- Provisión de materiales externos y locales.
- Contratación de equipo y mano de obra no local.
- Limpieza y desbroce.
- Construcción de la obra de toma.
- Construcción de la aducción (incluye obras de arte como cruce de quebradas).
- Excavación de reservorio.
- Instalación de la membrana.
- Cerramiento del reservorio.
- Construcción de la red de distribución.
- Construcción de cámaras de válvulas, derivadoras y rompe presión.
- Forestación del área de la obra de toma.
- Limpieza de la obra de toma.
- Inspecciones periódicas a lo largo de la tubería.
- Mantenimiento y limpieza del reservorio.

MATERIALES REQUERIDOS

Recursos para la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llave de paso FºGº 1": 13 pza.</li> <li>• Madera de construcción: 20 m.</li> <li>• Mangueras flexibles: 100 m.</li> <li>• Niple hexagonal PVC 1": 19 pza.</li> <li>• Tapas para cámara de plancha metálica e=1/8" con bisagras: 18 Pza.</li> <li>• Politubo d= 1": 900 m.</li> <li>• Politubo d= 1,5": 1800 m.</li> <li>• Tee PVC 1": 8 pza.</li> <li>• Teflón 3/4": 200 pza.</li> <li>• Unión universal PVC 1": 11 pza.</li> <li>• Unión Universal PVC 1,5": 25 pza.</li> <li>• Forestación: deseable 100 plantines.</li> <li>• Mano de obra no calificada: 109 jornales.</li> <li>• Mano de obra calificada: 2 jornales.</li> <li>• Forestación: deseable 800 plantines/ha (a ser reforestada).</li> <li>• Herramientas menores: 20 palas, 20 picotas, 5 carretillas, herramientas menores.</li> </ul>
Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones de planificación y selección de beneficiarios.</li> <li>• Talleres de Concertación Social con los productores beneficiados.</li> <li>• Sistematización y documentación del proyecto.</li> <li>• Personal técnico para la supervisión (técnicos de la mancomunidad, municipio, comunidad).</li> </ul>

RECOMENDACIONES GENERALES

- La alternativa está planteada para el beneficio de 15 a 30 familias, la forestación o reforestación es determinante para garantizar la sostenibilidad del ciclo del agua, por ende su provisión en la fuente.
- En función al mantenimiento que se le puede propiciar su vida útil superará los 20 años, al tratarse del beneficio para varias familias, la organización será determinante.
- La alternativa está pensada para los valles interandinos principalmente.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	HELVETAS Swiss Intercooperation.
	Implementado en:	Valles interandinos
	Pág. Web	<a href="http://cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf">cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf</a>

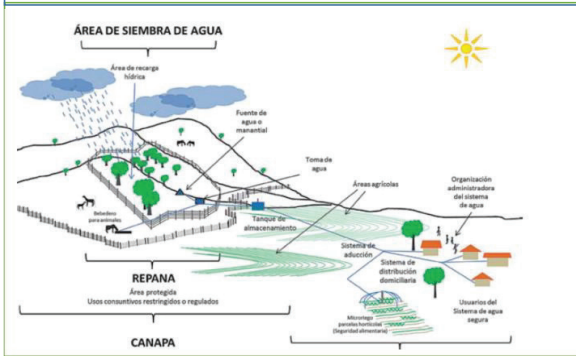
## ÁREAS DE RESERVA NATURAL DE AGUA (ARENA)

Ficha P-12

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Esta alternativa consiste en la identificación y estudio de fuentes de agua, delimitándose su área de recarga natural, para luego protegerla con la finalidad de evitar su deterioro y promover el incremento de su caudal. La base se encuentra en la estabilización y control de cárcavas con forestación y reforestación de ser necesario y así propiciar el ciclo del agua en la micro cuenca.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Protección de fuentes de agua, preservar su calidad y caudal.
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No definido
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación de esta alternativa se deberá seguir las siguientes etapas:

**Etapas:**  
**Etapas identificación.** Selección del lugar de implementación de la obra según criterios de riesgo a sequía, acceso al agua y factores de vulnerabilidad social.

Verificación general de viabilidad y factibilidad técnica y social del ARENA:

- Identificación y aforo de las fuentes.
- Identificación del área de recarga.
- Trazado y levantamiento del perímetro a ser encerrado.
- Identificación de actividades adicionales como reforestación y estabilidad de taludes.
- Identificación de los propietarios de los terrenos.

Verificación de la factibilidad social de la obra: dentro del ARENA los beneficiarios deben aceptar ciertas restricciones de prácticas agrícolas y el no acceso de su ganado.

Perfil de proyecto: Elaboración de una propuesta básica con la descripción de la obra y una estimación de costos.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

<b>Descripción de la obra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de fuentes de agua permanentes.</li> <li>- Identificación de su área de recarga natural.</li> <li>- Encerramiento del área de recarga.</li> <li>- Reforestación (en caso necesario).</li> <li>- Obras de estabilización y control de cárcavas.</li> </ul>
<b>Insumos</b>	<p><b>Material de construcción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Postes, alambres de púas, grapas y plantines de especies forestales apropiadas a la zona.</li> </ul> <p><b>Maquinaria:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No se requiere.</li> </ul> <p><b>Herramientas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Picota, pala, carretilla, herramientas menores.</li> </ul> <p><b>Mano de obra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No especializada, aporte de los beneficiarios.</li> </ul>
<b>Otros elementos deseables</b>	<p>Talleres de capacitación y concertación con los beneficiarios, respecto a la implementación, operación y mantenimiento de la ARENA.</p> <p>Establecimiento de un SAT respecto a sequías: medición de temperatura, evapotranspiración, vientos etc.</p> <p>Por ejemplo, en la región de los Chichas se instaló un SAT que apoyará la producción de durazno. Ver doc adj.</p>

### MATERIALES REQUERIDOS

<b>Tamaño</b>	Para una ARENA de 36 ha de superficie.
<b>Recursos para la construcción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alambre de púas: 30 rollos.</li> <li>• Postes (2,0 m x 4"): 3.000 pza.</li> <li>• Grapas para alambre de púas: 35 kg.</li> <li>• Forestación: deseable 800 plantines/ha (a ser reforestada).</li> <li>• Mano de obra no calificada: 80 jornales.</li> <li>• Herramientas menores: 10 palas, 10 picotas, 5 carretillas, herramientas menores (tenazas, alicates, martillos).</li> </ul>
<b>Recursos para el mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 22 jornales de mano de obra no calificada por año.</li> <li>• Herramientas menores: 2 palas, 2 picotas, herramientas menores (tenaza, alicate martillo).</li> </ul>
<b>Otros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones de planificación y concertación con los beneficiarios.</li> <li>• Sistematización y documentación del proyecto.</li> <li>• Personal técnico para la supervisión (técnicos de la mancomunidad, municipio, comunidad).</li> </ul>

OTRAS ALTERNATIVAS

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

**Etapad formulación**

Elaboración del proyecto a nivel de ejecución, validando en campo lo siguiente:

- Topografía o al menos una carta o imagen satelital que permita su trazado.
- Características de la fuente (aforo, calidad).
- Trazado del encerramiento.
- Áreas de reforestación.
- Áreas a ser estabilizadas (taludes en proceso de erosión o desestabilización).
- Cómputos y costos.
- Esquemas o trazados del encerramiento.
- Viabilidad social y ambiental.
- Cronograma de actividades.

Socialización y validación del proyecto con beneficiarios (principalmente propietarios), autoridades locales y regionales.

Identificación de actores clave, acuerdos y alianzas estratégicas.

Formalización de compromisos de aportes, contrapartes, provisión de materiales, control, etc.

**Etapad ejecución física**

Previas:

- Replanteo.
- Verificación de la fuente de agua.
- Organización social.
- Provisión de materiales externos y locales.

Construcción:

- Instalación de postes.
- Tendido del alambre.
- Forestación en sectores donde sea necesario.
- Labores de estabilización (pueden ser banquetas, terraceo, obras transversales, etc.).

Posterior:

- Limpieza de la obra de toma.
- Inspecciones periódicas a lo largo del encerramiento.
- Mantenimiento de los plantines y de las obras de estabilización.
- Mantenimiento y limpieza del reservorio.

**OTRAS CONSIDERACIONES**

Recursos para la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llave de paso FºGº 1": 13 pza.</li> <li>• Madera de construcción: 20 m.</li> <li>• Mangueras flexibles: 100 m.</li> <li>• Niple hexagonal PVC 1": 19 pza.</li> <li>• Tapas para cámara de plancha metálica e=1/8" con bisagras: 18 Pza.</li> <li>• Politubo d= 1": 900 m.</li> <li>• Politubo d= 1,5": 1800 m.</li> <li>• Tee PVC 1": 8 pza.</li> <li>• Teflón 3/4": 200 pza.</li> <li>• Unión universal PVC 1": 11 pza.</li> <li>• Unión Universal PVC 1,5": 25 pza.</li> <li>• Forestación: deseable 100 plantines.</li> <li>• Mano de obra no calificada: 109 jornales.</li> <li>• Mano de obra calificada: 2 jornales.</li> <li>• Forestación: deseable 800 plantines/ha (a ser reforestada).</li> <li>• Herramientas menores: 20 palas, 20 picotas, 5 carretillas, herramientas menores.</li> </ul>
Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones de planificación y selección de beneficiarios.</li> <li>• Talleres de Concertación Social con los productores beneficiados.</li> <li>• Sistematización y documentación del proyecto.</li> <li>• Personal técnico para la supervisión (técnicos de la mancomunidad, municipio, comunidad).</li> </ul>

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- Es necesario que posterior a la construcción, en la operación y mantenimiento se realiza mensualmente la inspección mensual del cerco y realizar reparaciones menores en base a la necesidad.
- Anualmente y particularmente antes de la época de lluvias realizar el recambio de postes deteriorados y la mejora de las obras de estabilización.
- La forestación y reforestación debe ser una tarea permanente.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	HELVETAS Swiss Intercooperation.
	Implementado en:	Valles interandinos
	Pág. Web	<a href="http://cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf">cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf</a>



**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Esta alternativa consiste en la delimitación de las parcelas de productores mediante la implementación de cercos tradicionales y/o eléctricos alimentados por energía solar y la plantación de pastos forrajeros. Esta alternativa permite la regeneración de campos nativos de pastoreo, conservación del suelo y provee alimentos para el ganado en época de estío o sequía, además permite al productor realizar una planificación para la rotación de las áreas de encerramiento.

**USO Y FUNCIÓN**

Rehabilitación de suelos / alimento para ganado

**TIEMPO DE EJECUCIÓN**

No definido

**VIDA UTIL**

10 años



**CONSIDERACIONES TÉCNICAS**

Descripción de la obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encerramiento de parcelas con cerco eléctrico alimentado por paneles solares (espaciamiento entre postes de 10 m y dos hilos de alambre electrificado) o con cerco tradicional (postes con espaciamiento de 5 m y 7 hilos de alambre).</li> <li>- División de las parcelas al interior del encerramiento en mangas, para el pastoreo rotacional.</li> <li>- Parcelas silvopastoriles (delimitados por subdivisiones de 1 ha del encerramiento).</li> <li>- Producción de heno (aprox. 130 quintales/ha) para el ensilaje.</li> </ul>
Insumos	<p>Material de construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Postes, alambres, grapas, batería, panel solar, otros materiales de instalación eléctrica y semilla de pasto para forraje.</li> </ul> <p>Maquinaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No se requiere maquinaria.</li> </ul> <p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Picota, pala, carretilla, herramientas menores.</li> </ul> <p>Mano de obra:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No especializada, aporte de los beneficiarios.</li> </ul>
Otros elementos deseables	Talleres de capacitación para la instalación, cuidado y mantenimiento de los equipos eléctricos. Difusión de guías de capacitación en prácticas agrícolas para los productores, que apoyará la producción de durazno.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

Para la implementación de esta medida complementaria será necesario seguir los siguientes pasos.

**Justificación**

Esta medida es una buena opción cuando existe una falta de forraje durante la estación seca para el ganado.

Cuando existe stress o falta de alimento, el ganado que se aleja del rebaño en la búsqueda de forraje y se expone a enfermedades, parásitos y ataques por animales silvestres lo que implica frecuentemente la muerte de ganado (principalmente de las vacas).

Las malas prácticas agrícolas como el chaqueo, los monocultivos de maíz, el aumento de la erosión superficial, lixiviación del suelo afectan la biodiversidad y agrava la problemática de la sequía.

Otro factor común que incrementa la vulnerabilidad de las áreas que pueden ser sometidas a esta medida, responde a la ampliación de la frontera agrícola con consecuente deforestación e incendios forestales.

Para las familias que hacen de la producción agrícola su principal medio de vida, esta medida de prevención reduce el riesgo de sequía.

**MATERIALES REQUERIDOS**

Tamaño	Para una parcela de 3 ha de superficie.
Recursos para la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alambre liso acerado N° 12 (2,5 mm 2-x 1000 m): 2 rollos.</li> <li>• Electrificador 12 v x 60 km: 1 Pza.</li> <li>• Tesadores tipo mariposa: 10,925 Pza.</li> <li>• Paneles solares 55w: 1 Pza.</li> <li>• Jabalina de 2,40 m x 5/8": 1 Pza.</li> <li>• Pernos de ¼ x 1½": 5 Pza.</li> <li>• Cable N° 8 para conexión de panel a batería: 0,1 rollo.</li> <li>• Grampas alambando: 2 kg.</li> <li>• Alambre púa de 500 m: 1 rollo.</li> <li>• Aisladores de encarne: 183 Pza.</li> <li>• Pernos de encarne 3": 4 Pza.</li> <li>• Aisladores N° 1 - esquineros: 38 Pza.</li> <li>• Regulador de carga de batería de 12 V: 1 Pza.</li> <li>• Batería 12 v 70 w: 1 Pza.</li> </ul>

## PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**Etapa identificación.** Selección del lugar de implementación del encerramiento según criterios de riesgo para sequía, terrenos degradados sin uso, dependencia de la actividad ganadera y factores de vulnerabilidad social. Verificación general de viabilidad y factibilidad técnica del encerramiento:

- Análisis de la topografía (accesibilidad para el procesamiento del heno).
- Verificación del asolamiento.

Verificación de la factibilidad social de la obra: los productores beneficiados, deben asumir las prácticas agrícolas que conlleva el proyecto (pastoreo rotacional, rehabilitación de tierras degradadas, sembrado de pasto, encerramiento de ganado, cuidado de los bosques sin chaqueo, etc.)

**Etapa formulación.** Elaboración de una ficha técnica con los siguientes elementos:

- Croquis con la forma y extensión de la parcela a encerrarse.
- Obtención de coordenadas.
- Medición de longitudes de cerco y superficies para siembra de pasto.
- Viabilidad social. Cronograma de actividades.

Socialización y validación del proyecto con beneficiarios (principalmente propietarios), autoridades locales y regionales.

Identificación de actores clave, acuerdos y alianzas estratégicas.

Formalización de compromisos de aportes, contrapartes, provisión de materiales, control, etc.

**Etapa ejecución física.** Previas:

- Replanteo.
- Organización social.
- Provisión de materiales externos y locales.

Construcción:

- Instalación de postes.
- Tendido del alambre.
- Instalación del equipo eléctrico.
- Siembra de pasto.
- Inspecciones periódicas a lo largo del encerramiento, corrección de defectos.
- Mantenimiento de la batería.
- Adopción de las buenas prácticas productivas.

## MATERIALES REQUERIDOS

Recursos para la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte de panel con pernos: 1 Pza.</li> <li>• Postes de madera 2 m * 4": 70 Pza.</li> <li>• Mano de obra no calificada: 80 jornales.</li> <li>• Herramientas menores: 2 palas, 2 picotas, entorche, taladro a baterías, brocas y voltímetro).</li> </ul>
Recursos para mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 17 jornales de mano de obra no calificada por año.</li> <li>• Herramientas menores: 1 pala, 1 picota, tenaza, alicate</li> </ul>
Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones de planificación y concertación con los beneficiarios.</li> <li>• Sistematización y documentación del proyecto.</li> <li>• Personal técnico para la supervisión (técnicos de la mancomunidad, municipio, comunidad).</li> </ul>
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una familia.</li> <li>• Vida útil de 10 años (depende del mantenimiento).</li> <li>• Aumento de la producción ganadera, debido al forraje.</li> <li>• Disminución de pérdida y enfermedades del ganado, debido a su encierre.</li> <li>• Rehabilitación de terrenos degradados para la producción agropecuaria.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de bosques (no ampliación de la frontera agrícola).</li> <li>• Disminución de incendios forestales (reducción en el chaqueo).</li> <li>• Conservación de la biodiversidad y reduce los efectos del cambio climático.</li> </ul> </li> </ul>

## RECOMENDACIONES GENERALES

- Alternativa aplicable para la producción pecuaria en el chaco, principalmente porque propicia la regeneración natural de los campos de pastoreo, reduce la erosión y provee de alimentos para el ganado en época de estío, sequía, esta práctica no sólo permite planificar la capacidad de carga del terreno sino complementar las otras obras de infraestructura para combatir la sequía, dando el carácter de integral a las alternativas primarias.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución	HELVETAS Swiss Intercooperation.
Implementado en:	Bosques.
Pág. Web	<a href="http://cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf">cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/3-21-tipologiah1.pdf</a>

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Esta alternativa, consiste en la construcción de plataformas de tierra elevada que sirven como superficies de cultivo, junto a canales adyacentes donde fluye o se retiene agua. Este es un sistema de producción que prevé la provisión de agua permanente, manejo del ecosistema local y tecnología que permite asegurar la producción de alimentos especialmente en situaciones extremas o stress por sequía, helada e incluso granizo.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Sistema de producción agrícola
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No definido
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento

**Riesgos**

**Helada: Microclima sobre el cultivo**

**Inundación: Drenaje**

**Sequía (escasas precipitaciones): Almacenamiento y subrigación**

**La producción**

**Incremento de la productividad: (5tn/ha a 15 tn/ha)**

**Mayores posibilidades de diversificación (rotación con otros cultivos)**

**CONSIDERACIONES TÉCNICAS**

<b>Descripción de la obra</b>	Básicamente consiste en la construcción de una serie de plataformas de tierra rodeada por canales de agua y ordenadas de diferente manera, de acuerdo a la pendiente. Según su configuración el suka kollus puede tener una forma de damero abierto, lineal, repesado, qocha, fluvial caño o curvilíneo, generando un microclima que permite obtener elevadas producciones, reciclar nutrientes e irrigar los cultivos.
<b>Características</b>	La relación terraplén canal está en el rango de 50/50 a 70/30, con un ancho de plataforma entre 2 a 5 metros y altura de los canales entre 0.4 a 1 m, debido a la presencia de horizontes inferiores con problemas de carbonatos o arcilla como arena o grava. La altura del tirante de agua debe ser mayor a los 0,30m y menor a los 0,70m, alturas mayores causan problemas en la construcción y son más costosos. El canal debe tener un ancho de 1.5 a 4m, la profundidad total del canal debe ser de 0,7 a 1,1m tomando en cuenta una profundidad del canal hasta el espejo de agua de 0,40m, la longitud va desde los 10 a los 200m, siendo lo óptimo hasta 100 m por la mano de obra requerida.
<b>Otros elementos deseables</b>	La fertilidad y profundidad del suelo es el factor determinante y relevante sobre la estructura de la plataforma y sobre las dimensiones del canal, una profundidad útil de un perfil de suelo se considera a los horizontes A y B y en algunos casos C.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

**Diseño y construcción.** Los componentes del agro ecosistema son canales de aducción y drenaje de agua, plataformas y canales de captación y distribución de riesgo, el mismo debe estar orientado fundamentalmente al manejo de agua, cultivo y microclima.

**Hidrología.** La disponibilidad de agua es el factor más importante para el funcionamiento del sistema. Para asegurar el suministro de agua a los canales se debe recurrir a toda fuente de agua disponible, ríos, lluvia, riachuelos, manantiales, agua freática.

**Pendiente.** Este elemento determina la existencia, número y ubicación de los suka kollus, incluso determina los patrones de diseño. Cuando la pendiente es casi nula únicamente el gradiente hidráulico permitirá el movimiento del agua. Cuando se presenta una pendiente notoria se deberá construir barreras a forma de diques sin que esto impida transferir el agua a diferentes partes del sistema.

**Área de operación y mantenimiento.** Cuando el área del suka kollu es grande requiere de una zona peatonal para realizar los trabajos y labores culturales para la conducción del cultivo.

**MATERIALES REQUERIDOS**

<b>Tamaño</b>	1 ha de suka kollus
<b>Recursos para la construcción</b>	<p>Considerando que la construcción de los suka kollus no requiere de muchos recursos ajenos se detallará en jornales las necesidades para implementar 1 Ha.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación trazado y marcado</li> <li>• Mano de obra excavación manual</li> <li>• Mano de obra nivelación</li> <li>• Herramientas</li> <li>• Alquiler de tractor</li> <li>• Alquiler terreno</li> <li>• Infraestructura complementaria</li> <li>• Asistencia técnica</li> <li>• Depreciación</li> </ul>

OTRAS ALTERNATIVAS

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Estas áreas son parte de la infraestructura, se pueden adecuar de diferentes formas y de varios componentes: los más importantes son la corona, los diques y el camino mayor.

**Corona.** Comprende al área de la base que ocupa el muro de la plataforma más el área o franja libre que separa la plataforma del canal, sirve de sostén y protección, además como paso peatonal la dificultad es la perdida de área cultivable, y cuando el suelo es arcilloso puede dificultar el movimiento horizontal de agua desde los canales por incremento de la resistencia del flujo.

**Diques.** Son estructuras de 0,5 a 1 m de ancho que se dejan a lo largo de los canales, sirven para reducir la velocidad y represar el agua dentro los canales, para incrementar el agua del tirante (especialmente si el terreno tiene una pendiente notoria), también es usada como paso peatonal de una plataforma a otra, principalmente cuando el ancho del canal es grande. El principal problema que puede ocasionar es que al detener el movimiento normal del agua en los canales se eleva la napa freática y puede provocar una mayor ascensión capilar y posterior acumulación de sales en la superficie.

**Camino principal.** Cuando la extensión del sistema de suka kollus es bastante grande, puede dificultarse el transporte de insumos o equipos a lo largo de este, por lo que se construye un camino por el cual se puede acceder fácilmente a cada lugar.

En la construcción y reconstrucción de suka kollus se debe efectuar las siguientes actividades: replanteo y demarcación, construcción del muro de contención, roturación y mullido de la superficie del terreno original para la cama de cultivo, apertura de canales acondicionamiento de la cama de cultivo, colocado de tepes en los taludes y muro de la plataforma. Replanteo y demarcación, consiste en ubicar y trazar en el terreno el diseño del sistema de suka kollu, planteado en el plano topográfico. Las curvas de nivel deben estar a cada 0,20m y los planos a una escala 1:1000. Una vez delimitados las plataformas y canales, se traza dentro las plataformas el espacio para las plantillas y el lugar para sacar los “tepes” para el muro de contención.

Construcción del muro de contención, inicialmente se colocan los tepes o terrones para luego estabilizarlo sembrando chillihua, poas o phalaris. Otra opción es utilizar muros de contención de piedra.

PRESUPUESTO APROXIMADO

Costos totales	Detalle	Suka kollu Bs /ha	Pampa Bs /ha
	Costo de construcción	6151,94	0,00
	Costo de producción	8563,65	7758,80
	Costo de mantenimiento	730,80	0,00
	Depreciación Suka kollus	1538,02	0,00
	Depreciación herramientas	139,20	139,20
	Total	16935,70	7898,00
	Ingresos	0,00	0,00
	Rendimiento	126,25	70,71
	Precio Bs/kg	0,90	0,90
	Valor de producción	16416,69	9192,77
	Utilidad	-522,63	1294,77

RECOMENDACIONES GENERALES

- La productividad por hectárea se dobla o se triplica comparada con la agricultura a secano, constituyéndose en una tecnología ancestral adecuada para el clima agreste del altiplano.
- Es necesario tomar en cuenta plagas de importancia tales como el nematodo del género globodera que reducen el rendimiento del cultivo de papa.
- Se debe garantizar la provisión de agua con fuentes adicionales para mantener el sistema funcionando.
- Los suka kollus deben estar orientados a la forma de propiedad parcelaria individual articulando la agricultura con la ganadería que permita reducir los costos y optimizar el sistema de producción.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

Agencia Suiza para el desarrollo y

Implementado en:

Altiplano

Pág. Web

<https://searchworks.stanford.edu/view/8325475>  
<https://agrobolivia.files.wordpress.com/2011/04/06sukakollus.pdf>

## ZANJAS DE INFILTRACIÓN PARA EL MANEJO DE PRADERAS

Ficha P-15

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Esta alternativa responde a medidas de prevención frente al efecto de las sequías en los cultivos de ladera y praderas donde la erosión y la carga animal hacen más vulnerables los medios de vida de la población rural principalmente. Se considera apropiado en zonas de baja precipitación pluvial, escasa vegetación y suelos en laderas con problemas de erosión.

#### USO Y FUNCIÓN

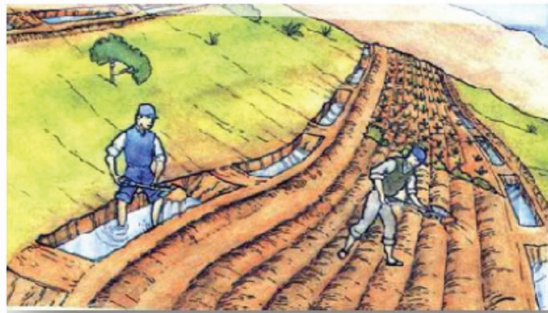
Manejo de praderas

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

#### VIDA ÚTIL

En función al mantenimiento



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

#### CONSTRUCCIÓN.

##### Paso 1. Marcado de curvas de nivel

Una vez ubicada la zona donde se implementará la técnica, con el Nivel en "A" se marcan curvas a nivel, el trazo debe iniciarse desde el extremo superior del área de trabajo manteniendo fija una pata del nivel en "A" y moviendo la otra hacia arriba o abajo hasta lograr que el cordel de la plomada coincida con la marca de nivel. Luego se continúa trasladando el nivel en el mismo sentido y se marcan los puntos, para luego, marcar la línea nivel.

##### Paso 2. Construcción de zanjas

Posteriormente se debe realizar las zanjas con taludes inclinados (sobre todo el talud de arriba). La tierra de la zanja se coloca normalmente en la parte baja de la zanja formando un camellón o bordo que se utiliza para la siembra de cultivos perennes o semi-perennes que aprovechan la mejor infiltración de agua al lado de la zanja durante la época seca.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Las zanjas son canales de sección rectangular o trapezoidal, generalmente asimétricos que son construidos en forma transversal a la máxima pendiente del terreno. La distancia entre acequias depende de la pendiente.

Se combina bien con otras prácticas que mejoran la infiltración en el terreno mismo o con técnicas que mejoran la fertilidad del suelo. Se considera apropiado en zonas de baja precipitación pluvial, escasa vegetación y suelos en laderas con problemas de erosión.

Este tipo de prácticas se implementaron durante mucho tiempo por proyectos de desarrollo rural. Inicialmente, se instalaron en las mismas parcelas agrícolas con el objeto de mejorar las condiciones de humedad del suelo. Posteriormente con el trascurso de su implementación, se concluyó que su utilidad residía con mayor fuerza en el control de la velocidad de escurrimiento y en la reducción de la erosión hídrica.

### MATERIALES REQUERIDOS

Nº	Materiales y herramientas	Cantidad (100m)
1	Pastos y especies arbustivas	90 gr.
2	Nivel en A	1
3	Palas	4
4	Azadones	4
5	Estacas de madera o yeso	2
6	Cordel	1
7	Picos	4
8	Carretillas	2

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

**Paso 3. Formación del Bordo**

El bordo se debe formar con el producto del suelo extraído de la zanja y colocado aguas abajo de la misma. Las dimensiones promedio de cada zanja son de 0.4 metros de ancho x 0.4 metros de profundidad y una base de 0,3 metros. Se recomienda que el fondo esté a nivel para que el agua no se estanque en una determinada zona.

**Paso 4. Formación de camellones**

La tierra que se saca de la zanja de infiltración debe depositarse en la parte baja de la zanja, formando un pequeño camellón, considerando una distancia aproximada de 20 cms. En muchos casos se recomienda plantar pastos o especies arbustivas sobre estos camellones.

**Paso 5. Control del escurrimiento**

Para controlar la velocidad de escurrimiento y evitar que en la zanja bordo se forme una cárcava, se recomienda dejar un dique de 30 o 40 centímetros aproximadamente, cada 4 o 5 metros. La altura del dique puede alcanzar la superficie del terreno o dejarlo a 10 centímetros de la superficie, para permitir el paso del agua de un tramo de la zanja a otro. Se recomienda mantener separadores (tabiques) dentro de las zanjas a 2 mts de distancia para mantener la distribución del agua en el campo. Los taludes deben protegerse con vegetación.

**Paso 6. Plantación de pastos**

Es bueno plantar pastos sobre los camellones, para que estos sean más fuertes y puedan aguantar mucho tiempo. Con cada tormenta de lluvia o especies arbustivas, como la thola, estipas, atriplex.

**MANTENIMIENTO**

Con cada tormenta de lluvia las zanjas de infiltración se llenan con tierra y restos de plantas. Debemos realizar el mantenimiento de la zanja de infiltración para asegurar su buen funcionamiento.

La zanja se limpia sacando la lama acumulada. Esta se lleva nuevamente a los terrenos.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3

Clasificación	Jornales por 100 m/hombre/día	Volumen de trabajo por jornal m <sup>2</sup>
Planicie suelo muy compacto	--	--
Pendiente suave	4.8	21
Alta pendiente	8.8	11.4
Promedio	6.8	14.7

Las zanjas de Infiltración son más generalizadas para los terrenos de pradera o pastizales.

Como estos terrenos están ubicados normalmente en las partes altas, la implementación de esta práctica, favorece en principio a reducir el escurrimiento peligroso hacia las partes bajas.

RECOMENDACIONES GENERALES

- El diseño de la zanja de infiltración consiste en determinar el ancho del borde superior, ancho de la base, profundidad, inclinación de los taludes, espaciamiento entre zanjas y la gradiente longitudinal de la misma, este último aspecto sólo cuando fuese necesario.
- El ancho del borde superior, profundidad, ancho de la base y la inclinación del talud – características que determinan la sección transversal- dependen principalmente del tipo de suelo y de la intensidad de la lluvia de la zona.
- En el caso de laderas, el ancho promedio del borde superior normalmente es de 40 – 50 cm. El ancho de la base es de aproximadamente 20 – 30 cm y la profundidad varía entre 20 – 50 cm.
- La inclinación del talud varía: en terrenos de textura suelta generalmente está entre 1:1 a 2:1 (horizontal: vertical) y en terrenos firmes entre 0,5:1 a 1:1 (horizontal: vertical), dependiendo del ángulo de reposo de los diferentes tipos de suelo.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

INIAF / Save the Children/ Proy JALDA

Implementado en:

La Paz

Pág. Web

<http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS>

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

El Modelo de Gestión, promueve el aprovechamiento planificado y sustentable del monte, a través de la implementación de tecnologías sencillas y de bajo costo como una alternativa para aumentar la productividad y lograr una ganadería sustentable desde las perspectivas social, económica y ambiental, lo que permite aumentar la resiliencia de los/as productores/as agropecuarios/as a la sequía y al Cambio Climático.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Modelo de gestión
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



**Consideraciones técnicas**

Debido a las características naturales del Chaco boliviano, la principal actividad económica es la ganadería, que se desarrolla en dos pisos ecológicos: pie de monte y llanura. Esta actividad se ve afectada por eventos climáticos extremos como son la sequía, las heladas y lluvias erráticas que están siendo acentuadas por el Cambio Climático. Esto, sumado a la práctica ganadera tradicional (pastoreo extensivo, sin aplicación de tecnologías para el aprovechamiento sostenible del monte) que se viene aplicando por generaciones, produce pérdidas considerables para el sector ganadero, que se traducen en falta de forraje, escasez de agua, elevada incidencia de plagas y enfermedades, disminución de la productividad y pérdida de animales.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1**

**Implementación**

- Incremento de la oferta de forraje en un 70%, aproximadamente, en el primer año de establecimiento de silvopasturas, monte diferido y conservación de forrajes, que se incrementará -hasta su consolidación- en el año 6.
- Incremento de la productividad del ganado, debido al aumento en peso en aproximadamente 30%; periodos de ordeño de 90 días hasta 300 días/año.
- Incremento de ingresos económicos en las familias, por la comercialización de ganado en pie en 20%, y por la venta de leche y queso en un 30%.de tamaño uniforme para que soporten tiempos de pastoreo y descanso similar.

**COSTO BENEFICIO DEL MODELO 1**

Costo – Beneficio del modelo (en una superficie de 100 hectáreas)

- Inversión inicial: Bs 114.000 (pre -inversión e inversión en infraestructura)
- Punto de equilibrio: 5to año (sin pérdidas ni ganancias)
- Utilidad neta/año: Bs 73.220 (estable a partir del 6to año)
- Aumento en la utilidad neta: Bs 46.000 (a partir del 6to año; es equivalente al aumento de 268%)
- Aumento en la utilidad neta acumulada: Bs 97.000 (a los seis años, lo que significa una duplicación de los ingresos netos)

Costo de inversión

Detalle	Costo Total Bs
Inversiones de infraestructura	31,515,0
Inversiones de maquinaria, equipo y herramientas	57,054,6
Inversiones de insumos, semovientes u otros	19,462,0
<b>Total de inversión requerida (Bs)</b>	<b>114,031</b>

Tabla con los costos referenciales de implementación, considerando una finca modelo de 100 has de superficie.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

- Reducción de inversiones en infraestructura en un 60%, a través de la construcción de potreros con cercas eléctricas, en lugar de sistemas de alambrado tradicional.
- Mayor participación de mujeres, debido a que el Modelo promueve su inclusión en los diferentes procesos que conlleva la actividad ganadera (tradicionalmente desarrollada por hombres) para fortalecer sus conocimientos y desarrollo de capacidades que apoyen la administración de la finca familiar, en base a la identificación específica y diferenciada de hombres y mujeres sobre sus intereses, necesidades y demandas, especialmente de capacitación.
- Experiencias piloto del Modelo de Gestión con comunidades guaraníes; adaptando y validando tecnologías propuestas por el Modelo de Gestión a sus formas de organización (comunitaria), respetando y revalorizando sus usos, costumbres y saberes locales, con la participación de hombres y mujeres en todo el proceso. (Ejemplo: comunidad Tentamí, Isipotindi y Laguna Camatindi).
- Estabilidad del hato ganadero en época crítica (Sequía).
- Conservación del medio ambiente, ya que contribuye simultáneamente a la mejora de la cobertura vegetal y -por ende- favorece la infiltración, el almacenamiento de agua, así como a la reducción del escurrimiento, arrastre de sedimentos, prevención de inundaciones y erosión de los suelos.

**Beneficiarios finales**

Las beneficiarias son familias ganaderas, representadas por hombres y mujeres, tanto tradicionales (privados, pequeños y medianos), como comunidades indígenas, asentadas en las diferentes eco-regiones del Chaco boliviano, principalmente, en el “pie de monte” y en la “llanura chaqueña”.

Las beneficiarias son familias ganaderas, representadas por hombres y mujeres, tanto tradicionales (privados, pequeños y medianos), como comunidades indígenas, asentadas en las diferentes eco-regiones del Chaco boliviano, principalmente, en el “pie de monte” y en la “llanura chaqueña”.

COSTO BENEFICIO DEL MODELO 2

**Proyección de utilidades de la producción con el modelo de gestión**

La proyección de ingresos se ha calculado tomando en cuenta los datos de producción con y sin Modelo, la misma considera el desarrollo del hato como también el incremento del rendimiento en carne y leche, debido a las mejoras del sistema de producción.

Detalle	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Inversiones	114.031.60	750	750	750	13.280.00	24.714.80	34.272.50
Costo de Producción	10.789.50	18.881.60	25.355.30	28.592.20	33.447.50	40.460.60	51.250.10
Costo de post producción y comercialización	1.650.00	1.625.00	1.980.00	2.046.00	2.389.20	2.523.80	2.894.00
Costo	126.471.10	21.281.60	28.085.30	31.388.20	49.116.70	67.699.20	88.416.60
Costo acumulado	126.471.10	147.752.70	175.868.00	207.226.20	256.342.90	324.042.10	412.458.70
Ingresos por venta de productos	29.772.20	58.147.30	58.098.40	67.699.70	101.000.90	131.002.10	161.638.20
Utilidad neta	-96.698.90	36.865.70	30.013.10	36.311.50	51.884.20	63.302.90	73.221.60
Utilidad neta acumulada con Modelo de Gestión	-96.698.90	-59.833.20	-29.820.10	6.491.40	58.375.60	121.678.50	194.900.10

RECOMENDACIONES GENERALES

- Implementación integral que comprenda el Manejo de Monte (silvopasturas, monte diferido, clausuras, producción y conservación de forrajes), la cosecha y uso eficiente de agua, manejo del hato (sanidad animal, mejora de la genética e infraestructura).
- Acceso al conocimiento técnico y al aprendizaje de experiencias locales en manejo de monte (silvopasturas, monte diferido y clausuras producción y conservación de forrajes etc.), cosecha y uso eficiente de agua y manejo de hato.
- Inversiones complementarias de fomento, principalmente en infraestructura.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

PROAGRO

Implementado en:

Chaco boliviano

Pág. Web

[www.proagro-bolivia.org](http://www.proagro-bolivia.org)



## ALAMBRADAS ELECTRIFICADAS DIFERIMIENTO DE ÁREAS DE PASTOREO

Ficha P-17

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Esta alternativa procura hacer uso eficiente de las praderas de pastoreo de animales optimizando la regeneración de pasturas tanto nativas como cultivadas que permiten tener excedentes utilizados para elaborar ensilaje y garantizar el alimento del ganado para superar la sequía. Esta alternativa se basa en tendido de alambres electrificados previa planificación y gestión de las áreas de pastoreo, los potreros y su diferimiento tanto para ganado vacuno como caprino y ovino.

USO Y FUNCIÓN

Conservación de alimento ganado

TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

VIDA ÚTIL

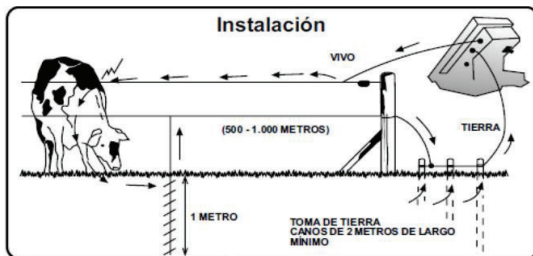
En función al mantenimiento



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

Instalación del equipo eléctrico

Para la instalación de los equipos se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:



Diseño de instalación de cerca eléctrica

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La alambra electrificada es una tecnología accesible y disponible para el pequeño productor.

Este sistema tiene una corriente eléctrica intermitente (pulsaciones), que al ser tocado por los animales descarga un fuerte choque eléctrico inofensivo a su salud que les produce un dolor agudo, que les impide cruzar nuevamente.

Las cercas eléctricas son de amedrentamiento y no de retención física.

Por eso no necesitan muchos hilos de alambre y la distancia entre postes es mayor.

Esto permite abaratar costos con relación a las alambradas tradicionales.

### COSTOS

Costos para alambra da de 1 hilo en Bs/Km

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unidad (Bs)	Total (Bs)
<b>COSTOS FIJOS</b>				
<b>1. Instalaciones</b>				
Postes de 2,5 m	Poste	67	18,00	1.200,00
Machones de 30 cm	Machón	5	25,00	125,00
Alambre liso	Rollo	1	700,00	700,00
Tesadores	Pieza	4	20,00	80,00
Alambre intermedio	Pieza	8	20,00	160,00
Alambre intermedios (manguera de plástico)	Machón	25	3,00	75,00
Kit Solar de 40 km de capacidad (panel, batería, pulsador)	Equipo	1	100,00	100,00
Kit de herramientas varios	Pieza	1	50,00	50,00
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>				<b>2.490,00</b>

Costos de alambra da de 2 hilos en Bs/Km

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unidad (Bs)	Total (Bs)
<b>COSTOS FIJOS</b>				
<b>1. Instalaciones</b>				
Postes de 2,5 m	Poste	67	18,00	1.200,00
Machones de 30 cm	Machón	5	25,00	125,00
Alambre liso	Rollo	2	700,00	1.400,00
Tesadores	Pieza	8	20,00	1.600
Alambre intermedio	Pieza	8	20,00	17,00
Alambre intermedios (manguera de plástico)	Machón	25	3,00	75,00
Kit Solar de 40 km de capacidad (panel, batería, pulsador)	Equipo	1	100,00	100,00
Kit de herramientas manuales	Pieza	1	50,00	50,00
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>				<b>3.276,00</b>

Elaboración propia GIZ

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

En el caso de ser alimentados con energía solar (panel), este deberá ser colocado en un espacio abierto (libre de sombras), orientado hacia el norte y a una inclinación adecuada que le permita captar por más tiempo los rayos solares.

En el caso de ser kid solar, colocar a una altura adecuada y asegurar bien para evitar robos y daños por los animales.

En todos los casos la toma de tierra del equipo es fundamental, por lo que se recomienda utilizar 3 jabalinas metálicas colocadas a 2 mts. de distancias entre sí y de preferencia colocadas en un lugar con humedad.

**Instalación de las alambradas**

Los machones y postes deberán ser colocados a una distancia de acuerdo a la topografía del terreno, recomendándose para terrenos planos los postes a cada 15 a 20 m. con los machones a cada 250 m.

Se debe mantener constante la distancia del suelo al primer hilo de abajo. Los "aisladores intermedios" solo se utilizan para el alambre con corriente, mientras que el alambre que hace tierra, se coloca en el poste perforado.

Los aisladores terminales van en los machones, seguido del "tesador". Por último se realiza el extendido del alambre y la conexión al electrificador (incluye la toma de tierra).

Los árboles o arbustos que se encuentran sobre la línea del alambrado, sirven como postes vivos sin la necesidad de cortarlos. En este caso, se debe colocar "aisladores" para ambos alambres (electrificado y tierra), para evitar que el árbol lo envuelva con su corteza.

**Alambrada de un hilo**

Este modelo de alambrada está diseñado para bovinos, donde el alambre está colocado a 95 cm. de altura con relación al suelo.

Los postes tienen que ir a intervalos de 15 a 20 m. en lugares planos, en zonas donde el terreno es ondulado la distancia entre postes tendrá que adecuarse.

Este diseño es usado principalmente para manejo interno de potreros con pastos cultivados, usado en el chaco en época húmeda.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

**Alambrada de dos hilos**

Esta alambrada está diseñada solamente para animales mayores donde el alambre tiene que estar colocado a 55 y 90 cm. de altura, a partir del suelo. Los postes tienen que ir a intervalos de 15 a 20m en lugares planos.

Este diseño ha mostrado ser efectivo para manejo de monte nativo en el chaco

**Alambrada de tres hilos**

Este modelo de alambrada está diseñado para animales mayores y terneros, donde los alambres tienen que estar colocados a 35, 60 y 95 cm. de altura con relación al suelo.

Los postes tienen que ir a intervalos de 15 a 20 m. en lugares planos.

Este diseño es usado principalmente para potreros con pastos cultivados y potreros para agricultura, en zonas donde no hay animales menores.

**Alambrada de cuatro hilos**

Este modelo de alambradas está diseñado para animales mayores y menores, donde los alambres tienen que estar colocados a 15, 35, 60 y 95 cm. de altura con relación al suelo.

Los postes tienen que ir a intervalos de 15 a 20m en lugares planos.

Este diseño es usado principalmente para potreros con pastos sembrados y potreros agrícolas en zonas donde hay cabras, ovejas y cerdos.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- Disminuye el uso de postes (efecto ambiental).
- Abaratan el costo frente a un alambrado tradicional.
- Son seguras y fáciles de instalar.
- Son muy eficientes para controlar vacas, caballos, cerdos, cabras y ovejas.
- Realizar una limpieza permanente.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	INIAF
	Implementado en:	Chaco boliviano
	Pág. Web	<a href="http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS">http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS</a>

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Una tecnología validada para manejo sostenible de la ganadería chaqueña es el establecimiento de sistemas silvopastoriles, como una alternativa frente a los desmontes totales, que no se aconsejan en el chaco dada la fragilidad del ecosistema, además de la buena calidad de forraje, el efecto de la sombra y flujo constantes de nutrientes da una mayor vida útil a las pasturas, brindando muchas ventajas para los animales y el suelo particularmente frente a la sequía.

USO Y FUNCIÓN

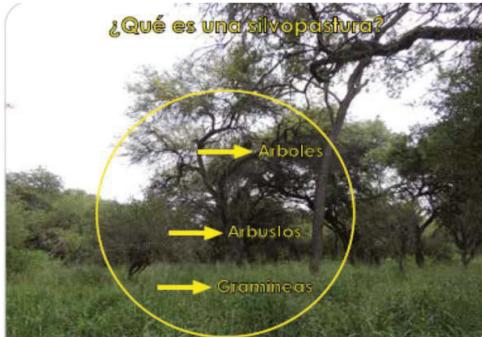
Conservación de alimento ganado

TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

VIDA ÚTIL

En función al mantenimiento



¿Qué es una silvopastura?

Arboles

Arbustos

Gramíneas

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

Selección y habilitación del terreno:

Se selecciona el terreno considerando un buen suelo, de fácil acceso al agua, con buena presencia de árboles ya sean forrajeros (hojas o frutos) o forestales. El trabajo de desmonte selectivo puede ser realizado con maquinaria (Tractor) y de forma manual, en ambos casos se debe considerar los siguientes puntos:

- Al inicio del trabajo en el campo, se debe hacer conocer a cada obrero las especies de plantas que debe dejar.
- Se recomienda dejar todos los árboles, arbustos y semi-arbustos, con valor forrajero, maderal o forestal que entre los más comunes se tiene: Algarrobo, Taquillo, Soto, Cuchi, Algarrobilla o Guayacán, Quebracho blanco, Porotillo", "Meloncillo" o "Huevo de perro", "Garrancho negro", "Alfilla Grande", "Choroquete" y otros.

Función de los árboles en el sistema silvopastoril.

Reciclaje de los nutrientes. La caída de hojarasca, flores, frutos y ramas de los árboles, es la materia orgánica que se descompone y devuelve al suelo los nutrientes extraídos por el pasto, haciéndolo sostenible el sistema.

Adicionalmente, hay una mejora en la estructura del suelo a través del aporte que hacen las raíces de los árboles en cuanto a materia orgánica, aireación e infiltración del agua de lluvia.

Reduce el impacto de la temperatura y la radiación solar. Brinda sombra a los animales y estos pueden pastorear por más tiempo, lo que se traduce en mayor productividad (leche y carne) Protege a los animales menores contra heladas y soles extremos. Disminuye la pérdida de humedad del suelo y favorece la infiltración características necesarias para desarrollar resiliencia ante los efectos de la sequía.

COSTOS

El costo de implementación de 1 hectárea de pastos sistemas Silvopastoriles.

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE 1 HECTÁREA DE SILVOPASTURA

ITEM	DETALLE	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (Bs)	TOTAL (Bs)
1	Desmonte selectivo (Desbajado)	Jornal	20	80	600
2	Semilla Pasto Gatton Panic	Kg.	6	80	480
3	Semilla (Con azadón)	Jornal	6	80	480
4	Control de malezas (Carpido)	Jornal	10	80	800
5	Control de insectos (Hormigas)	Global	1	100	100
<b>Inversión requerida para el establecimiento de 1 hectárea Bs</b>					<b>3460</b>

De acuerdo al tipo y densidad de la vegetación encontrada puede haber variaciones en la cantidad de jornales utilizados en el desmonte selectivo por lo que puede haber variaciones en el costo.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

- Se debe eliminar todas las plantas menores de las especies indeseables, que generalmente son arbustos como la tusca y espino blanco, caraguatas y otros los que deberán ser eliminados de raíz.
- Concluido el trabajo de eliminación de las plantas indeseables, en caso de existir competencia entre los árboles dejados, se puede realizar un raleo, escogiendo el árbol del cual se pueda sacar mayor beneficio, (postes, madera, leña).
- El material vegetativo procedente de las plantas eliminadas se debe acumular en cantidades pequeñas y bien apisonadas, por lo que será necesario picar el material en "montones" o haciendo "hileras" o callejones.

Esta forma es la más recomendable para los potreros que se habilitan en terrenos con pendientes (lomeríos).

**Siembra de pasto**

El pasto que mejor se adapta a este sistema, es el Gattón panic, el cual produce mucha semilla, el mismo que se puede sembrar en 3 formas:

En época seca, en suelo blando con bastante materia orgánica se puede sembrar al "voleo", con el cuidado de hacer una buena distribución de la semilla, para luego arrastrar una rama sobre el área sembrada, se utilizan entre 8 a12 kg de semilla por ha.

Siembra con azadón; se hace la excavación, volver al hoyo la misma tierra, para luego recién depositar una pequeña porción de semilla que, una vez derramada, sólo se le da una pisada para fijarla en el suelo ablandado.

Este procedimiento provee a las semillas una buena cama para su germinación. En esta forma se llega a utilizar entre 4 a 5 kilos de semilla por hectárea siembra en "surcos", con el uso de una picota se hace un surco y se deposita la semilla en chorro continuo, y luego se tapa con una rama, este método requieren más tiempo, y semilla de 8 a10 kgs/ha, pero se tienen muy buenos resultados.

**Control de malezas**En caso de invasión de malezas al potrero recién sembrado, se debe realizar el control, ya sea en forma manual (carpido), o química (herbicida de hoja ancha). En el caso de la siembra al "voleo", la carpida se dificulta, por lo que es más viable aplicar herbicida.

BENEFICIOS DEL SISTEMA

**ANÁLISIS DE UNA HECTÁREA EN SISTEMA SILVOPASTORIL**

En los siguientes cuadros podemos analizar una hectárea de silvopastura, estimando la cantidad de forrajes producido al año y la cantidad de animales que podría mantener en producción.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE 1 HECTÁREA /CORTE					
DETALLE	Supert. Sembr/Has	Prod/ (Kg/MS/ha )	Tota For. Prod.	Factor de uso %	For/Apro (Kg/MS)
Postura (Gatton Panicum)	1	7300	7300	60	4380
<b>TOTAL DE FORRAJE DISPONIBLE (KG/MS)</b>					
CONSUMO ESTIMADO DE FORRAJE PARA 20 VACAS EN ORDEÑO					
DETALLE	Cons/dia (Kg/MS)	Nº de animales	Consumo Kg/Dia	N/Dias Consumo	Total Cons. (Kg/MS)
Consumo de pasta/vaca/400 Kg. PV12,5%MS	10	20	200	21	4200

PRODUCCIÓN ESTIMADA DE QUESO CRIOLLO DE 20 VACAS EN 21 DÍAS DE ORDEÑA						
DETALLE	Total Lts/Leche/ día	Total (Kg/Queso/Día Rodación 10/1)	Nº Dias de ordeño	Total Kg/Queso Producido	Precio Kg. Bs.	Total Bs Venta Queso
Prod. Prom 5 Lts/Vaca/Día	100	10	21	201	25	5250

Elaboración propia GIZ

RECOMENDACIONES GENERALES

Según los datos presentados, 1 ha. de silvopastura alcanzaría para alimentar 20 vacas en ordeña durante 21 días, logrando producir un total de 210 Kg de queso, una vez comercializados permitirían un ingreso aproximado de Bs 5.250.

Es decir, 1 ha. de silvopastura uesta Bs 3.460 la pagamos con los primeros 14 días de ordeño. El resto representa ganancia.

DATOS ESPECIFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	INIAF / GIZ
	Implementado en:	Chaco boliviano
	Pág. Web	<a href="http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS">http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS</a>

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

La alternativa propuesta plantea un sistema más integral que el silvopastoril conjugando medidas complementarias con el fin de manejar la cuenca y hacer del ecosistema del bosque seco del Chaco más resiliente frente a la sequía. En esta propuesta se plantea el uso de diferimiento de pasturas, protección y mantenimiento de atajados y reservorio de geomembranas pensadas en optimizar la producción ganadera de la región a nivel familiar.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Conservación de alimento ganado
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1**

**Implementación**

En 60 ha, aplicar el diferimiento de monte en 4 divisiones internas; en cada una de ellas se construyó un atajado mediano con un reservorio de geo-membrana, abrevaderos y pozas de ensilaje. La finalidad de la innovación fue aprovechar en forma planificada el monte y el agua, utilizando tecnologías sencillas y de bajo costo como alternativa para disminuir la pérdida de ganado e incrementar la productividad.

La estrategia de contar con un sólo atajado para atender al ganado, significaba grandes caminatas entre este y las áreas de pastoreo. El emprendedor optó por construir en cada una de las clausuras atajados medianos que capturan el agua de lluvia para luego ser bombeada con paneles solares a bolsas de geo membrana, que en la época seca alimentan los abrevaderos para el ganado.

**Consideraciones técnicas**

La alternativa requiere de considerar lo siguiente:  
**La capacidad de carga en las silvo -pasturas**  
 La actual capacidad de carga promedio de la propiedad es de 2 a 3 hectáreas por unidad animal, carga que se podrá mantener y mejorar bajo control de la calidad nutricional de las silvo pasturas y un incremento de las áreas de forraje regadas y la capacidad de almacenado de heno y silo.  
**El manejo adecuado de la cuenca y mantenimiento de los atajados**  
 La protección del ingreso de animales a la cuenca recolectora de agua debe ser permanente, así como la limpieza de canales de conducción de agua en la época de lluvias. En el atajado se debe mantener y limpiar las obras de arte, abrevaderos y las bombas solares.

**COSTOS**

La experiencia innovadora “sistema pastoril, cerca eléctrica y manejo eficiente del agua en ganadería (Machareti)” ha aportado al complejo productivo ganadero chaqueño con los siguientes resultados y efectos:

Innovación tecnológica	Uso eficiente del agua recolectada y almacenada en bolsas de geo-membrana, protección de mangas forrajeras y sistemas pastoriles con la ayuda de cercas eléctricas, respondiendo así a la problemática de escaso forraje, agua y seguridad para su hato ganadero.
Superficie	60 hectáreas de monte nativo para clausuras, adicionalmente el productor cuenta con 90 hectáreas para crecimiento.
Antigüedad	7 años desde la gestión 2008.
Productividad	20000 litros de leche fresca al año son entregados al Desayuno Escolar y 3000 transformados en queso, con un hato ganadero de 21 cabezas de ganado de las cuales 10 son holandesas cruzadas y 11 son criollas mejoradas.
Ingreso bruto anual	Bs 50000/año por la venta de leche al desayuno escolar. El productor genera Bs 90000/año por la venta de queso y animales de descarte.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

El cierre y diferimiento de campos permite el pastoreo controlado de las especies perennes, de herbáceas y arbustos forrajeros y la vigorosa producción de semillas.

Además el área de descanso tiene un desarrollo importante al no estar sometidas al pastoreo continuo.

Para complementar la alimentación del ganado en la época seca, se a introducido la producción de pastos (alfalfa americana y avena) regados por goteo, el heno enfardado y el ensilado, en fosas de 3 a 4 m3, preparado con una picadora de pastos mecánica.

La división de terrenos (mangas) y la protección de los atajados y sus cuencas, se han realizado con cercas eléctricas, que funcionan con un panel solar que carga una batería que a su vez lleva corriente a un pulsador con una capacidad de 20 km de longitud. Las cercas tradicionales significan un alto costo en materiales y mano de obra.

Las condiciones físicas reunidas en la propiedad permitieron en la gestión 2013 acceder a la compra de 12 cabezas de ganado de la raza holandesa, con el apoyo del Proyecto de Alianzas Rurales PAR.

Efectos

- Dimensión económica

El productor aporta con leche fresca a APROLAC, asociación que provee 1200 raciones/día al desayuno escolar de Machareti durante 200 días al año, que se convierten en un ingreso bruto aproximado para la asociación de 600000 Bs/año.

Para el establecimiento de una finca ganadera en una superficie de 150 hectáreas y 21 U.A. se necesita una inversión inicial de aproximadamente Bs 114000. Ese gasto se divide entre la implementación de silvo-pasturas, conservación de forrajes y mantenimiento del atajado (Bs 37500), la implementación de cercas convencionales, eléctricas y equipos para la distribución del agua (Bs 57000), insumos y compra de semovientes (Bs 19440).

- Dimensión social

La mejora de la situación económica de la familia repercute en un mayor empleo de mano de obra, seguridad alimentaria familiar, consolidación de su derecho propietario a la tierra y mejoras en otras áreas como salud,

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3**

educación de sus hijos y nietos.

Estas innovaciones generan mejores condiciones laborales para productores y productoras, en el caso específico de las mujeres reduce su carga laboral en campo y especializa su trabajo en las áreas de control de calidad de la leche, producción de queso chaqueño y distribución de las raciones en el Desayuno Escolar.

- Dimensión ambiental

Estas innovaciones, además de beneficiar económicamente al emprendedor, ayudan a la conservación del medio ambiente. Contribuyendo a mejorar la cobertura vegetal ya que el monte nativo se regenera. De igual manera, a través de asistencia técnica e integral, apoyan a mejorar las capacidades y condiciones para almacenar agua que tienen los productores ganaderos, así como para reducir el escurrimiento, el arrastre de sedimentos y la erosión de los suelos en el monte.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- El uso de bolsas de geomembrana para el almacenamiento de agua es una medida complementaria que asegura la provisión de agua de buena calidad en la época seca.
- Las innovaciones en el eslabón de producción han generado cambios cualitativos en la transformación y comercialización.
- Los patrones culturales de producción pueden tolerar cambios en función de resultados productivos.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	INIAF / GIZ
	Implementado en:	Chaco boliviano
	Pág. Web	<a href="http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS">http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS</a>

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Se le llama “manejo” porque al monte nativo del chaco se le aplica un plan de uso en base a alambradas y un control del pastoreo de los animales, de manera que la vegetación es racionalmente utilizada. Las técnicas más conocidas son clausuras y diferimientos. Esta técnica consiste en cerrar un área determinada y suspender toda actividad de pastoreo por un tiempo mínimo de 3 años: cuando se trata de recuperar herbáceas v será mayor el período de descanso.

**USO Y FUNCIÓN**

Conservación de alimento ganado

**TIEMPO DE EJECUCIÓN**

No determinado

**VIDA ÚTIL**

En función al mantenimiento



**Consideraciones técnicas**

La sequía provoca la degradación del suelo debido a que las plantas no logran concluir su ciclo ya que el sobrepastoreo limita su regeneración, por ende la falta de cobertura del suelo y posterior erosión. Esta técnica se utiliza para recuperar áreas con procesos degradativos severos donde los tiempos de descanso pueden incrementarse en función al nivel de degradación.

El diferimiento se denomina a la técnica que consiste en hacer descansar un área determinada durante el período de lluvias. Este procedimiento permite que las plantas forrajeras cumplan su ciclo fenológico sobretodo la producción de semilla y que los arbustos y árboles puedan recuperarse del daño por sobrepastoreo.

**COSTOS**

La experiencia innovadora “sistema pastoril, cerca eléctrica y manejo eficiente del agua en ganadería (Machareti)” ha aportado al complejo productivo ganadero chaqueño con los siguientes resultados y efectos:

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1**

**Implementación**

El diferido debe aplicarse desde el inicio del período de lluvias (noviembre/diciembre), hasta el mes de mayo, y utilizarlo como área de reserva para la época seca. Al inicio es importante que el tratamiento de “diferido” a un área determinada se haga durante dos a tres años seguidos, hasta llegar a una condición regular para posteriormente iniciar en las otras zonas, esto para incrementar la población de las especies forrajeras deseadas, para aplicar la técnica necesariamente se debe evitar el ingreso de animales domésticos, por lo que la superficie a recuperar debe cerrarse con el uso de alambradas convencionales o electrificadas.

Se recomienda que antes de comenzar la construcción de alambradas destinadas al manejo diferido de monte, se realice una buena programación y se trabaje en base a un plan que considere el número de divisiones (áreas, mangas y/o potreros de monte nativo).

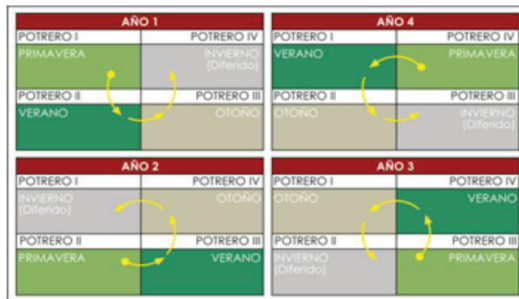
Innovación tecnológica	Uso eficiente del agua recolectada y almacenada en bolsas de geo-membrana, protección de mangas forrajeras y sistemas pastoriles con la ayuda de cercas eléctricas, respondiendo así a la problemática de escaso forraje, agua y seguridad para su hato ganadero.
Superficie	60 hectáreas de monte nativo para clausuras, adicionalmente el productor cuenta con 90 hectáreas para crecimiento.
Antigüedad	7 años desde la gestión 2008.
Productividad	20000 litros de leche fresca al año son entregados al Desayuno Escolar y 3000 transformados en queso, con un hato ganadero de 21 cabezas de ganado de las cuales 10 son holandesas cruzadas y 11 son criollas mejoradas.
Ingreso bruto anual	Bs 50000/año por la venta de leche al desayuno escolar. El productor genera Bs 90000/año por la venta de queso y animales de descarte.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

A construir, siempre tomando en cuenta que sean estas en lo posible de tamaño uniforme para que soporten tiempos de pastoreo y descanso similar.

Inicialmente se sugiere realizar y/o concluir con el alambrado perimetral en caso de no tenerlo, para luego dividir la propiedad en dos partes, y así sucesivamente hasta llegar a dividir una unidad ganadera (propiedad) en cuatro partes donde se efectuará un pastoreo rotativo de tres meses en cada uno y también cambiar los meses de recuperación cada año (estación), consiguiendo que cada área tenga época de pastoreo y de descanso diferente en cuatro años, de esta manera permitir la regeneración de todas las especies forrajeras tanto las que son primaverales como las gramíneas u otoñales como el caso de las acantáceas o altillos logrando así la regeneración como también la sostenibilidad del sistema productivo.

Como se puede apreciar en el siguiente esquema a cada área se somete a ciclos de pastoreo de tres meses iniciando en primavera en el área N° 1 y concluyendo en invierno en el área N° 4, para luego el año dos saltar una e iniciar el ciclo de pastoreo en primavera el área N° 2 y concluir en invierno en el área N° 1 y así bajo esta lógica seguir los años siguientes.



Costos

La principal inversión para iniciar el manejo diferido de monte es la construcción de alambradas (convencionales y electrificadas) para la cual existen muchos factores que inciden en el costo.

ITEM	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	TOTAL (Bs)
1	Postes de 2,5 m	Pieza	195	18,0	3.510,0
2	Machones de 3,0m	Pieza	6	25,0	150,0
3	Trabillas de 1,5 m	Pieza	200	2,5	500,0
4	Alambre liso	Rollo	5	700,0	3.500,0
5	Alambre de amarre	Kg	2	15,0	30,0
6	Tesadores	Pieza	16	20,0	320,0
7	Plantación de postes y machones	Jornal	13	80,0	1.040,0
8	Alambrado y trabillas	Jornal	7	80,0	560,0
<b>TOTAL COSTOS</b>					<b>9.610,0</b>
<b>COSTOS POR METRO DE ALAMBRADA (Bs)</b>					<b>9,6</b>

Costos de inversión requerida para el diferimiento de 50 has.

ITEM	DETALLE	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (Bs)	TOTAL (Bs)
1	Construcción de alambrada para cerrar de 50 Has.	Metro Lineal	2.830	9,6	27.168
<b>TOTAL COSTOS</b>					<b>27.168</b>

RECOMENDACIONES GENERALES

- En un monte sin manejo se necesita entre 11 y 12 hectáreas para cubrir los requerimientos nutricionales de 1 unidad animal (UA/Equivalente 400Kg/PV), sin embargo en un monte con manejo se necesita entre 7 y 8 hectáreas por UA, lo que representa una mayor disponibilidad de forraje gradual a partir del segundo año.
- El tener un monte nativo sometido a manejo va permitir restaurar la vegetación natural, recuperando y manteniendo la productividad integrada de la ganadería y productos forestales, posibilitando un incremento de la capacidad de carga y la rentabilidad por hectárea. El bosque restaurado producirá un incremento de la fauna silvestre, asociada al aumento de la biodiversidad.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

INIAF / GIZ

Implementado en:

INNOVACIONES TECNOLÓGICAS (AGUA Y FORRAJE) PARA UNA GANADERÍA BOVINA SUSTENTABLE COMO RESULTADO DE EXPERIENCIAS EN REFERENTES TECNOLÓGICOS AGROPECUARIOS EN EL CHACO BOLIVIANO

Pág. Web

<http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS>



**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Esta alternativa plantea la implementación de un sistema integral de manejo agrícola para mejorar la resiliencia de los cultivos. Los sistemas agroforestales que están difundidos en diversos agrosistemas, principalmente en la zona tropical en Bolivia, contribuyen a un mejor manejo de los suelos, del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad. Asimismo, generan resiliencia del sistema productivo y disminuyen la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Modelo de gestión
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**La planificación**

El primer paso para implementar una parcela agroforestal es el análisis de las condiciones en el lugar (microclima, suelo y agua) y de las necesidades y deseos del productor y de su familia (qué beneficios busca, qué productos quisiera cosechar y qué disponibilidad hay para la compra de plántines). Se recomienda elaborar una lista de las especies que son factibles para el lugar y analizar los requerimientos de cada especie respecto al suelo, agua, clima, espacio y sombra. También, es recomendable analizar los trabajos de manejo según las especies escogidas.

**La preparación de la parcela**

El segundo paso medir el espacio de la futura parcela y calcular las plantas y las semillas que se necesitarán para la implementación de la parcela agroforestal. Se hace un dibujo de la parcela, se recomienda en un papel cuadriculado, donde cada cuadrado significa un metro cuadrado. En este dibujo se indica el lugar de cada arbolito por plantar, se identifican las diferentes especies por sus abreviaciones. En este croquis se empieza con la distribución de los árboles grandes, que a la vez son especies primarias.

**Consideraciones técnicas**

La inversión en la instalación de una parcela agroforestal tiene que ser repartida al menos por veinte años porque sus beneficios en cosechas, aprovechamiento de madera y otros se extienden al menos por este periodo. La diversidad del sistema y la capacidad de aprovechar mejor el agua, el almacenamiento de nutrientes en el suelo y la capacidad de autoproducción de materia orgánica, lo vuelven un sistema con elevada resiliencia frente a los efectos climáticos adversos y las consecuencias del cambio climático. Por la diversidad de la producción y el equilibrio que alcanza el sistema, el agricultor puede ahorrar los costos de insumos químicos y no depende tanto de los precios del mercado como los productores de monocultivos, a la vez que mejora la seguridad alimentaria.

**COSTO BENEFICIO DEL MODELO**

Nº	Especies	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Precio total (Bs)
<b>Frutales</b>				
1	Pacay	16	5	80
2	Limonero	12	4	48
3	Manzano	6	25	150
4	Duraznero var. Gumucio Reyes	5	25	125
5	Duraznero	5	5	25
6	Damasco	6	25	150
7	Vid	4	15	60
	Subtotal frutales			638
<b>Acompañantes</b>				
8	Acacia floribunda	32	1,50	48
9	Cedrón arbóreo	2	0,00	0,00
10	Cina cina	20	2	40
11	Espina de mar	6	0,00	0,00
12	Lloque	21	2	42
13	Retama	69	1,50	103,50
14	Tagasaste	21	2	42
15	Tara	47	1,50	70,50
16	Tipa	13	2	26
	Subtotal acompañantes			372
	Subtotal plántines			1.010
<b>Materiales</b>				
1	Bolillos 2,0 m	53	17	901
2	Malla alambre (rollo)	4	165	660
3	Alambre de púa (rollo)	1	360	360
4	Alambre amarillo (kg)	5	14	70
5	Grampos (kg)	2	16	32
6	Acete semillimpio (litro)	8	2,50	20
7	Pincel (unidad)	1	7	7
8	Compost (bolaa)	4	25	100
	Subtotal			2.150

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

**La plantación**

Un día favorable para la plantación es cuando la tierra está un poco húmeda y la temperatura está templada porque el sol se está ocultando detrás de las nubes. En el caso que no se den estas condiciones, es recomendable plantar recién a partir de las 15:00 horas para disminuir el estrés hídrico en los plantines recién plantados. Aunque vienen en bolsas, las raíces de muchos plantines pueden sobresalir o, por alguna circunstancia, las raíces son lastimadas durante el transporte hacia el lugar de plantación, lo que hace necesario cortar esta parte.

**El manejo**

Las prácticas de manejo son el cuidado de las plantas para asegurar su sobrevivencia durante los primeros años y la poda. Se aplica la poda de educación durante los primeros años de desarrollo del frutal, luego la poda anual que se aplica después de la cosecha y antes del nuevo brote, y la poda de rejuvenecimiento de la especie cuando está llegando a su clímax. La sobrevivencia se asegura identificando las necesidades de los arbolitos como la humedad de su hoyo de plantación, mantener cubierta la placa circular alrededor del pie de la planta y/o la necesidad de cubrir el tallo con papel periódico para impedir el mordisqueo por roedores y/o poner alrededor del arbolito una botella de plástico, cortada por su cuello y su fondo, para evitar que trepen las hormigas y le corten las hojas; además hay que proteger las plantas contra el peligro de ser ramoneadas por el ganado.

**La poda**

La práctica de manejo más importante en un sistema agroforestal es la poda. Con la poda se regula la luz y el espacio para cada una de las plantas, ya que con esto se dirige el proceso de su desarrollo. Además, a través de la poda se puede rejuvenecer la planta, provocar mayor o menor producción de frutas y en cierta medida incluir en la temporada de cosecha. La máxima importancia de la poda es la de mantener el conjunto de plantas de una parcela agroforestal en estado de desarrollo, condición para que continúe produciendo. La poda se realiza según las fases lunares, pues es más beneficioso en menguante. Resulta importante podar tanto las especies frutales como las especies acompañantes.

**COSTO BENEFICIO DEL MODELO**

En relación a los costos presentados en la Tabla, es importante aclarar que el 68% de los costos (Bs 2.150 ) está determinado por los materiales para armar la cerca, mientras que el restante 32% (Bs 1.010) comprende los plantines de las hileras y del cerco vivo. Se trata de una parcela experimental, con alta densidad y diversificación de especies, en un suelo degradado, donde el objetivo es la observación del comportamiento de las diferentes especies frutales y de sus asociaciones con diferentes especies acompañantes en tales condiciones. Se apunta a la recuperación del suelo a través del sistema agroforestal, con la incorporación de la materia orgánica en el suelo, obtenida en las podas y de todo el material vegetal producido en la parcela (hojas, ramas, raíces, etc.). El manejo es agroecológico, sin uso de agroquímicos. En síntesis, la iniciativa apunta a desarrollar y probar una propuesta tecnológica que pueda ser replicable en el futuro en predios de otros agricultores familiares. Los beneficios para la fertilidad del suelo, para la proliferación de agua subterránea y la jación de carbono son difíciles de calcular, pero son importantes para reconocer el valor completo de todo el sistema.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- Antes de promover los sistemas agroforestales en una cierta zona, hay que indagar sobre las condiciones locales, como la presencia de agua, el grado de degradación del suelo (si es muy avanzado tomará mucho tiempo y esfuerzo recuperar, lo que puede llevar a la desmotivación de las personas involucradas), el mercado para los eventuales productos, la actitud y reglas locales acerca de la plantación de árboles, la presencia de vegetación nativa, etc. para que en base a ello diseñen sistemas productivos integrales que garanticen productos comercializables a corto plazo, un uso eficiente del agua, la recuperación del suelo y el mejoramiento productivo a mediano y largo plazo.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

GIZ - PROAGRO

Implementado en:

Valles Cochabamba

Pág. Web

[www.proagro-bolivia.org/wp-content/.../Libro\\_Sistemas-Agroforestales\\_2014.pdf](http://www.proagro-bolivia.org/wp-content/.../Libro_Sistemas-Agroforestales_2014.pdf)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

La alternativa plantea la implementación de un conjunto de medidas prácticas, orientadas a la protección y conservación del área de recarga de las fuentes de agua, para asegurar su disponibilidad (calidad, cantidad y continuidad) y mejorar la provisión de agua para diferentes usos. Se basa en el establecimiento de acuerdos comunales consensuados, generación de capacidades el financiamiento de medidas e instrumentos adecuados para establecer la protección y conservación del área de recarga de la fuente.

**USO Y FUNCIÓN**

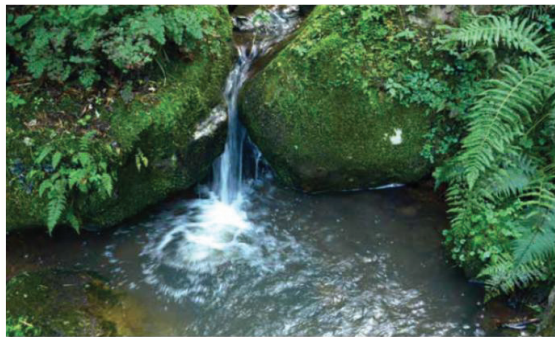
Modelo de gestión

**TIEMPO DE EJECUCIÓN**

No determinado

**VIDA ÚTIL**

En función al mantenimiento



**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

Por el tamaño de las fuentes y la cobertura de las mismas, el protagonista para la implementación del Modelo es el Municipio, que puede articularse con programas nacionales como “Mi Agua”. Algunos pasos estratégicos son:

1. Definición de roles y responsabilidades, tomando en consideración los aspectos socio-culturales, mencionados en los puntos anteriores, para desarrollar el Modelo entre actores sociales (usuarios del agua y familias de la cuenca alta) e institucionales (Gobiernos Autónomos Municipales y Departamentales).
2. Inserción de recursos económicos en los POAs municipales.
3. Desarrollo de capacidades de técnicos (municipales, de Gobernaciones y ONG's) y líderes de las organizaciones locales para la formulación participativa e implementación de las propuestas.
4. Elaboración participativa de propuestas de “Protección de fuentes de agua”.
5. Gestión de financiamiento y recursos presupuestados en Planes Operativos Municipales y Departamentales.

**Consideraciones técnicas**

- El o los municipios donde se vaya a replicar el Modelo, deben tener como política municipal la Protección de fuentes de agua, además de asignación de recursos en los POAs.
- Debe existir sensibilidad y predisposición de los usuarios del agua para proteger la fuente, y una organización sólida en torno al uso y aprovechamiento (comités o asociaciones).
- Es necesario armonizar conocimientos técnicos con capacidades y saberes locales (normas comunales) en los procesos de concertación e implementación para la protección de fuentes.
- Identificar con claridad el área de recarga, para que las medidas contribuyan al objetivo de conservar y mejorar la calidad y cantidad de agua

**COSTO BENEFICIO DEL MODELO**

Item	Unidad	Cantidad	Costo unitario Bs	Costo Total Bs
<b>ESTABLECIMIENTO DEL ÁREA DE RECARGA HÍDRICA</b>				
Análisis de agua	Fuente	1	100	100
Delimitación del área de recarga	Ha	1	500	500
<b>PROTECCIÓN DE VERTIENTES</b>				
Postes	Pieza	80	20	1600
Alambre de puas	Rollo	5	450	2250
Grapa	Kg	3	25	75
Reja	Pieza	1	700	700
Herramientas	Global	1	50	50
<b>MODALIDAD EN EL ÁREA DE RECARGA</b>				
<b>Forestación</b>				
Pinos	Plantas	1100	1,6	1760
Mano de obra	Jornal	22	60	1320
Herramientas	Global	1	110	110
<b>ZANJAS DE INFILTRACIÓN</b>				
Mano de obra	Jornal	20	60	1200
Herramientas	Global	1	100	100
<b>CONSERVACIÓN DE SUELOS</b>				
Mano de obra	Jornal	40	60	2400
Plantas	Plantas	250	2	500
Herramientas	Global	1	200	200
<b>SUB TOTAL</b>				<b>12865</b>

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

6. Ejecución del Modelo “Protección de fuentes de agua” (Priorización de las áreas potenciales de recarga hídrica, línea base, acuerdos de conservación, establecimiento legal, cerramiento físico, medidas complementarias).
7. Fortalecimiento de la organización de usuarios del agua y familias de la cuenca alta para el manejo y la gestión del área protegida, y para el sistema de aprovechamiento del agua (Plan de Manejo).
8. Asistencia técnica y acompañamiento del Gobierno Autónomo Municipal.
9. Seguimiento y monitoreo, bajo la responsabilidad del Gobierno Autónomo Municipal.

**Metodologías e instrumentos que ayudan a la implementación**

- Metodología para el levantamiento de línea base y desarrollo del sistema de monitoreo (aforo de la fuente, calidad de agua, identificación de flora y fauna).
- Metodología participativa para la priorización de áreas potenciales de recarga hídrica.
- Guía Metodológica “Protección de fuentes de agua”.
- Instrumentos para incorporar el enfoque de Adaptación al Cambio Climático y temas transversales (género, interculturalidad y conflictos) en la Guía Metodológica para el desarrollo del Modelo.
- Manual para la planificación comunal y plan de Acción.
- Guía para la formulación de Planes de Manejo y Gestión del Área Protegida y el Sistema de Aprovechamiento del Agua.

**Factores clave de éxito del Modelo**

- Actores sociales (usuarios del agua) e institucionales (Gobiernos Municipales) son sensibles a la problemática ambiental y a los efectos del Cambio Climático.
- Organización de usuarios del agua conformada y consolidada en torno a la gestión del sistema de aprovechamiento de agua.
- Técnicos (de Gobiernos Autónomos Municipales y Departamentales y de ONG’s) con capacidades suficientes para formular propuestas de “Protección de fuentes de agua” que compatibilicen aspectos técnicos, ambientales y sociales.
- Capacidades de beneficiarios y técnicos para identificar y manejar posibles conflictos en torno al uso del área que será protegida.

COORDINACIÓN PARA EL MODELO

- Organizaciones de usuarios del agua (destinada a riego y/o consumo humano): Constituyen acuerdos con familias de la cuenca alta y son corresponsables de establecer y gestionar tanto el área de protección de la fuente de agua, como el sistema de aprovechamiento (nuevas obligaciones).
- Familias de la cuenca alta: Conservan y aprovechan sustentablemente el área protegida, cumpliendo con el régimen de protección del área de recarga hídrica, según acuerdos.
- Comunidades usuarias del agua: Contribuyen a la generación de espacios de concertación y manejo de conflictos entre usuarios del agua, establecen normas comunales que complementan las actividades de aprovechamiento de agua, con la gestión del área de recarga hídrica (control social).
- Gobiernos Autónomos Municipales: Formulan la propuesta técnica (proyecto), ejecución, seguimiento y aportes financieros de contraparte (pre-inversión e inversión). Formulan normas (leyes y ordenanzas) en el marco de la Ley de Autonomías, que respaldan estas iniciativas.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Identificar con claridad el área de recarga, para que las medidas contribuyan al objetivo de conservar y mejorar la calidad y cantidad de agua en la fuente.
- Obtener información sobre la disponibilidad de agua y el estado actual de la cobertura vegetal.
- Levantamiento de línea base y desarrollo de un sistema de monitoreo de impactos: aforos de caudal, calidad de agua, evaluación de la regeneración de flora y fauna nativa, presencia y valor de uso de flora y fauna nativa en época de estiaje y lluvia.
- El Gobierno Municipal y las organizaciones usuarias de agua son los responsables del Monitoreo.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

PROAGRO

Implementado en:

Valles secos, valles interandinos

Pág. Web

[www.proagro-bolivia.org](http://www.proagro-bolivia.org)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Esta alternativa propone el uso eficiente y el buen aprovechamiento del agua proveniente de vertientes, principalmente en sequía, mediante una estructura de mampostería de piedra, hormigón armado, ladrillo u otro, de modo que se impida su contaminación. Los tipos de captación y protección de vertientes más usuales son los de ladera o lateral, de fondo y bofedales. La estructura se compone de la captación, cámara de llaves, tuberías de salida, reboce, limpieza, ventilación y tapas sanitarias de visita.

**USO Y FUNCIÓN**

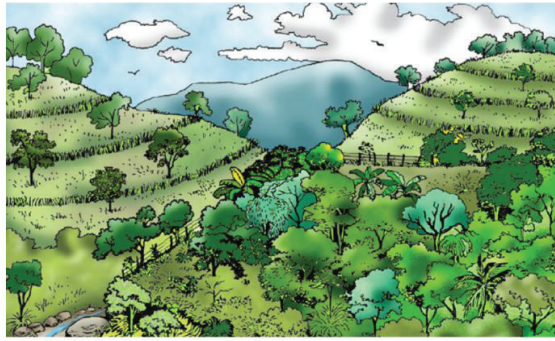
Modelo de gestión

**TIEMPO DE EJECUCIÓN**

No determinado

**VIDA ÚTIL**

En función al mantenimiento



**Consideraciones técnicas**

Se deberá tomar muy en cuenta el tipo de afloramiento, la infraestructura deberá ser diseñada con el criterio de velar por los aspectos sanitarios. La captación está constituida por una cámara hermética, donde se encuentran las tuberías de aducción, rebose, limpieza, tubo de ventilación y la cámara de llaves de control.

Se debe tomar en cuenta la construcción de una zanja de coronamiento para interceptar las aguas de escurrimiento superficial (aguas pluviales) y como barreras sanitarias un primer cerco perimetral y un segundo de mayor área de protección. Muchas veces los afloramientos están próximos unos a otros, debiendo los mismos ser considerados en forma independiente.

**APROXIMACIÓN DE COSTOS DEL MODELO**

Captaciones de vertiente y cerco perimetral. Costos directos referenciales (Bs)

Vertiente de ladera (Pieza)	Vertiente de fondo (Pieza)	Captación de bofedal (Pieza)	Cerco perimetral c/malla olimpica (m)	Cerco perimetral c/alambre de púas (m)
9 040	7 900	8 200	255	23

Incluye accesorios de plomería de 2°.

Costos aproximados para la producción de 5,000 arbolitos forestales en la modalidad de vivero comunal.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

El aprovechamiento del recurso agua mediante la captación de vertientes o manantiales es otra alternativa tecnológica sencilla de implementarse. La vertiente o manantial es un lugar donde se produce un afloramiento natural del agua subterránea. Por lo general una vertiente se encuentra en estratos de formaciones de arena y grava que almacenan agua confinada (acuíferos). También se origina por el flujo de agua subterránea a través de rocas fisuradas; estas aguas se infiltran en el área de recarga por efecto de lluvias, nieve, etc. Los sitios donde emergen estas vertientes son laderas de colinas y los valles ribereños. La existencia de vegetación verde en un área seca también es un indicativo de la presencia de una vertiente o humedal natural. Una vertiente en condiciones protegidas ofrece agua pura o segura, generalmente se la puede usar sin tratamiento, con excepción de aguas cuya composición química tiene minerales en exceso como hierro o manganeso u otros contaminantes (metales pesados).

Elemento de costo	Cantidad	Costo (US\$)	
		Unitario	Total
Semillas (valor aproximado)	—	—	12.00
Bolsitas plásticas	5,000	6.86/1,000	34.30
Fertilizante 16-20-0	3.5 lbs	0.14	0.49
Plaguicidas (valor aproximado)	—	—	12.00
Mano de obra	25 J	2.86	71.50
<b>Total</b>			<b>130.29</b>

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

**CRITERIOS DE SELECCIÓN**

La protección de vertientes se aplica en zonas rurales dispersas, o zonas periurbanas, donde se tienen afloramientos de aguas subterráneas.

Existen dos tipos de vertientes; i) vertientes con flujo por gravedad y; ii) vertientes con flujo artesiano.

Las vertientes con flujo por gravedad se presentan en acuíferos no confinados donde el nivel de la superficie del suelo se encuentra por debajo del nivel de aguas subterráneas. De este modo, cualquier depresión del suelo será inundada con agua que fluye por gravedad. Generalmente tienen poca capacidad de almacenamiento y los caudales fluctúan estacionalmente, menor durante el estiaje, cuando baja el nivel de las aguas subterráneas.

Las vertientes con flujo artesiano, son similares en su aspecto a las vertientes gravitacionales, sin embargo, el agua subterránea de este tipo de vertientes fluye bajo condiciones de presión, proveniente de acuíferos confinados, sin presentar fluctuaciones estacionales significativas.

La selección definitiva de un sistema de protección de vertientes deberá tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tipo de comunidad: dispersa concentrada
- Condiciones de afloramiento de las aguas: gravitacional o artesiano.
- Nivel seleccionado del servicio: piletas públicas, domiciliarias.
- Distancia a la comunidad, accesibilidad.

**Aspectos Constructivos**

La estructura de captación puede ser construida de hormigón simple, hormigón armado, mampostería de ladrillo u hormigón ciclópeo. La cámara deberá tener una dimensión mínima de 90 x 90 cm y contar con un acceso de visita de 60 x 60 cm (con tapa sanitaria hermética de hormigón armado o metálica que posea un candado de seguridad). Las tuberías de reboso y limpieza deberán ser de PVC E-40, para facilitar las conexiones con accesorios de bronce o de PVC. La cámara de llaves tiene una dimensión mínima de 60 x 60 cm, accesible para la instalación y operación de accesorios y llaves de paso; estas últimas pueden ser de media vuelta o de mariposa, siendo la más recomendable el uso de la primera. Para la malla olímpica del primer cerco de protección se emplea alambre galvanizado Nº 10 (con rombos de 2 ½" x 2 ½"), sujetos a postes de cemento, de hierro galvanizado tipo bayoneta o postes de madera, con diámetro de 6", espaciados cada 3,0 m en todo el perímetro. Los postes descansan en cimientos de hormigón simple o ciclópeo, en cubos de 25 x 25 x 45 cm.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

Para el segundo cerco de protección se puede emplear alambre de púas (separados cada 30 cm en el plano vertical) sujeto a postes de madera o metálicos.

**Operación y Mantenimiento**

Manipuleo de las llaves de paso.	Limpieza general, ejercicio de maniobra, ajustar con cuidado sin forzarlas, observar filtraciones y corregir.
Mantenimiento de la tapa	Limpiar las tapas de la cámara de llaves y de la cámara receptora, para evitar el atasco o dificultad en su apertura, si es metálica, realizar el engrase de las bisagras.
Verificación del entorno	Revisar el área cercana a la captación, observar si existen fuentes de contaminación, así como la presencia de excrementos de animales, agua estancada etc.
Verificación de fugas	Accionar las llaves con ejercicios de cierre y apertura, verificar si existen fugas en la estructura para su corrección.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- La protección del área de influencia permite un incremento en la cantidad del agua en un mediano y largo plazo, por tanto es necesario realizar la protección de la microcuenca.
- Contribuye al desarrollo ambiental, social y económico de la microcuenca/cuenca.
- Proteger otras fuentes de agua potenciales para su uso.
- Realizar los compromisos necesarios de los habitantes para su cuidado y de la microcuenca/cuenca abastecedora.
- Las áreas de protección deben ser saneadas o delimitadas (áreas privadas, comunitarias), por parte del Gobierno Municipal.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

MAAvA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág.  
Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

En sequía, uno de los principales problemas que afronta el pequeño productor es la dotación de alimento para el ganado, en este sentido se considera que el ensilaje es una alternativa para afrontar este efecto. Ensilaje es el proceso de almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y potabilidad a bajo costo, permite aumentar mantener la producción y el número de animales por hectárea, esta alternativa requiere de procesos técnicos detallados a continuación.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Conservación de alimento ganado
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	1 año



**CONSIDERACIONES TÉCNICAS**

El chaco cuenta con solamente 4 meses de lluvias y 8 meses de período seco, de los cuales 3 meses son realmente críticos, donde hay falta de forraje, ocasionando grandes pérdidas en la ganadería chaqueña. Contar con forraje conservado para alimentar animales en época seca, es necesario para mantener la producción de leche, queso y carne. Considerando que el precio en esta época es muy atractivo Considerando la disposición del productor se pueden realizar silos de tipo:

- Silo tipo montón
- Silo tipo trinchera
- Silo tipo bunker

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1**

**PASOS A SEGUIR PARA ENSILAR**

**1. Ubicar el lugar del silo**

El silo debe estar cerca de donde se alimentará a los animales.

Debe ser un lugar elevado que no se inunde, y ahí se debe definir qué tipo de silo realizar, esto depende de la topografía del terreno y de los recursos con que cuenta el productor. El más económico es el silo tipo montón, porque no requiere de infraestructura.

**2. Corte y picado del forraje**

Se debe cosechar toda la planta, cuando esta se encuentra en su máximo contenido de cantidad y calidad de forraje. En el caso del maíz, cuando las hojas de abajo empiezan a amarillarse y el grano de la mazorca este comenzando a endurecer.

**COSTOS**

**ANÁLISIS DE COSTO PARA PRODUCIR Y CONSERVAR 1 HECTÁREA DE MAÍZ CON UNA PRODUCCIÓN MEDIA DE 30 TON/MV (TONELADA DE MATERIA VERDE)**

DETALLE	Unidad	Cantidad	Precio Unif. (Bs)	Total (Bs)
<b>PRODUCCIÓN DE FORRAJE</b>				
Preparación del terreno (Cultivado)	Ha	1	350	350
Siembra (Mecanizada)	Ha	1	250	250
Semilla Maíz	Kg	20	15	300
Control de malezas	Jornales	10	80	800
<b>TOTAL</b>				<b>1700</b>
<b>ENSILAJE</b>				
Corte, picado 1 Ha (Mecanizado Tractor y picadora)	Horas	8	100	800
Transporte y apisonamiento (Tractor)	Horas	4	100	400
Mano de obra (Descarga y desparramado)	Jornales	5	80	400
Plástico	Bovina	1	500	500
<b>TOTAL</b>				<b>2100</b>
<b>COSTO TOTAL PRODUCCION Y CONSERVACION DEL FORRAJE</b>				<b>3800</b>

Elaboración propia GIZ

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

**3. Apisonamiento**

El material picado se distribuye uniformemente en el silo y se apisona cada 20 o 30 cm de espesor, sucesivamente hasta finalizar el llenado.

El apisonado es fundamental.

Ya que la calidad del ensilado depende de sacar todo el aire del material acumulado.

De esta forma se garantiza la calidad del ensilado y se evita pérdidas por hongos

**Cuales plantas podemos ensilar**

Para la región chaqueña, los forrajes más recomendados son el maíz y el sorgo forrajero, aunque también puede hacerse de caña dulce, pasto taiwan, Camerún rojo, maralfalfa y pasto sudan grass.

**4. Tapado y sellado del silo.**

Sobre el material apisonado se coloca el plástico (hule de 80 a 100 micrones de grosor) sellándolo con cinta de embalaje en la unión del hule, de forma que evite la entrada de agua y aire.

Luego se cubre el silo con una capa de tierra de unos 10 cm. También se puede colocar llantas viejas para hacer peso y evitar el oleaje del hule, pero es menos efectivo que echar tierra.

Se debe proteger el silo de los animales que al olfatear se suben al silo causando daños al hule

**5. Apertura del silo**

Después de un buen proceso de almacenamiento, a partir de las 6 semanas, el ensilado está listo para utilizar, sin embargo, el uso del material dependerá de cuando lo necesita el ganadero, ya que un silo bien procesado puede durar varios años, siempre y cuando no se haya abierto.

**6. Características de un buen ensilado.**

Las características de un buen ensilado es que al momento de abrirlo, tiene un color verde intenso o verde amarillento, cuyo olor es agradable, muy parecido al guarapo o cañazo

**BENEFICIOS DEL ENSILADO**

Solamente como ejemplo, haciendo un análisis de la cantidad de forraje producida en 1 hectárea alcanzaría para alimentar 20 vacas en ordeña durante 48 días como se detalla en el siguiente cuadro.

PRODUCCIÓN ESTIMADA DE FORRAJE DE 1 HECTÁREA					
DETALLE	Superf. Sembr/Ha	Prod/Est (Kg/MS/ha)	Total for. prod.	% Utilizable	Total/disp (Kg/MS)
Maíz para ensilaje	1	30000	30000	85	25500
<b>TOTAL DE FORRAJE DISPONIBLE (KG/MV)</b>					<b>25500</b>
COSUMO ESTIMADO DE FORRAJE PARA 20 VACAS EN ORDEÑA					
DETALLE	Cons/día (Kg/MV)	N de animales	Total Kg For/reaq/Día	N/Días Utilizable	Total Cons (Kg/MS)
Consumo estimado por vaca en producción MV	28	20	560	45	25200
<b>TOTAL DE FORRAJE REQUERIDO (KG/MV)</b>					<b>25200</b>

Elaboración propia GIZ

Se considera una pérdida de forraje del 15%, nos alcanzaría para alimentar 20 vacas durante 45 días (consumo de 28 kg ensilaje/vaca)

PRODUCCIÓN ESTIMADA DE QUESO CRIOLLO CON 20 VACAS EN 45 DÍAS DE ORDEÑA						
DETALLE	Total (Litros/lche /día)	Total (Kg/Queso/Día) (Relación 10/1)	N° días de ordeño	Total Kg/Queso producido	Precio Kg. Bs.	Total Bs. Venta queso
Prod. Prom. 5 Litros/Vaca/Día	100	10	45	450	25	11250

Elaboración propia GIZ

Con 45 días de ordeño, con un promedio por vaca de 5 lt/día produciríamos un total de 450 kg de queso, a Bs 25/bg tendríamos un ingreso de Bs 11,250, (costo de producción Bs 3800)

**RECOMENDACIONES GENERALES**

Considerando los costos y los beneficios del ensilaje con 15 días de ordeño se pagaría todo el silo y su implementación.

Al margen de esto, el contar con alimento en la época seca nos permite evitar la muerte de nuestros animales y mejorar los índices reproductivos (mayor porcentaje de preñez, más ternero a destete).

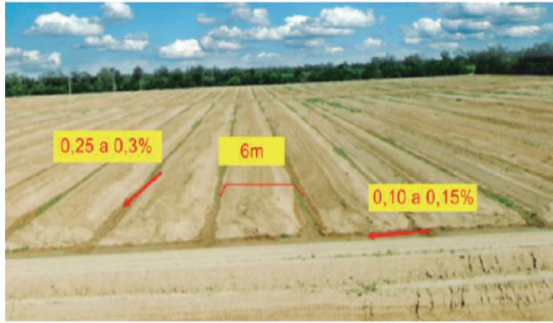
DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	INIAF / GIZ
	Implementado en:	Chaco boliviano
	Pág. Web	<a href="http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS">http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS</a>



**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Esta alternativa se enfoca a superficies grandes de cultivo, ya sean comunales o municipales. La construcción de reservorios para cosechar y almacenar aguas lluvia es una práctica que se utiliza en el Chaco Paraguayo, desde hace bastante tiempo. Consiste básicamente en preparar una superficie de terreno con camellones elevados que permiten la formación de canales entre ellos, con una leve pendiente hacia un tajarar o pulmón desde donde el agua es bombeada al reservorio, construido sobre la cota del terreno

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Reservorio de agua
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	De 30 a 45 días de construcción
<b>VIDA ÚTIL</b>	De 20 a 25 años con mantenimiento adecuado



**CONSIDERACIONES TÉCNICAS**

En términos referenciales se puede señalar que con aproximadamente 125 hectáreas de terreno con camellones para cosechar agua de lluvia, se pueden captar entre 2.000 y 8.000 m<sup>3</sup> de agua por hectárea/año dependiendo de la cantidad de precipitaciones.

El agua se almacena en un reservorio de 200.000 m<sup>3</sup>, con siete metros de profundidad. Desde ahí va a un sistema de bombeo con capacidad de 1.000 m<sup>3</sup>/hora (278 l/s), lo que permite abastecer al frigorífico de la cooperativa, con suficiente agua para la faena de 800 animales por día, con sólo 500 mm de lluvias al año. La superficie que se requiere para cosechar agua depende de las necesidades de agua del sistema productivo que se requiera abastecer (agricultura, ganadería o horticultura), la oportunidad en la cual se desea utilizar y de los costos que se desea asumir.

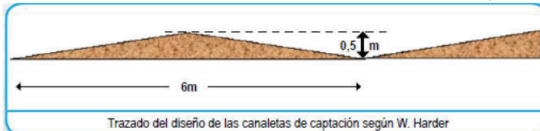
**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1**

**Construcción y diseño**

Una eficiente captación de agua de lluvia depende fundamentalmente de tres factores: a) Pendiente del terreno; b) Control de malezas e c) Intensidad de las precipitaciones.

En las siguientes figuras se presentan algunos antecedentes de diseño del sistema de captación y almacenaje de aguas lluvias en reservorios con muros de tierra.

Corte transversal de un camellón en el área de captación.



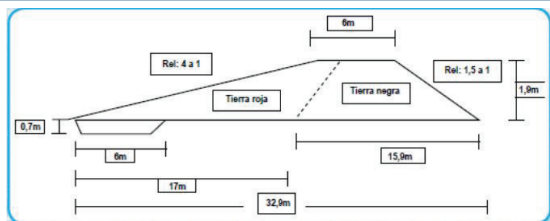
**COSTOS**

Un factor muy limitante es el costo que demanda la construcción de reservorios. Se indica que el costo del agua para riego en el Chaco es significativo ya que se necesita una inversión importante en el sistema de bombeo y la superficie de captación de agua que se relaciona directamente con la época del año.

Precipitaciones anuales	Acumulación de agua (m <sup>3</sup> /ha)	Costo (US\$/m <sup>3</sup> de agua)
Años húmedos	8.000	0,080
Años normales	5.000	0,124
Años semi-secos	3.000	0,202
Años extremadamente secos	2.000	0,300

En todo el sistema de captación de agua de lluvia se invirtieron US\$ 187.000 dólares. Otros valores recopilados, US\$ 50.000 a US\$ 70.000 por la construcción e impermeabilización de reservorios con capacidad de 10.000 m<sup>3</sup>, revestidos interiormente con geomembrana.

## PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2



Diseño de taludes de un reservorio elevado.

La alternativa requiere de revestimiento de estas estructuras con polietileno de alta densidad (HDPE) y con bentonita; como una forma de evitar las pérdidas por infiltración por muros y fondo de los reservorios.

#### Ventajas de reservorios elevados

Más económico por m<sup>3</sup> de agua. Existe directa relación entre suelo removido y la capacidad de almacenamiento.

Almacenamiento más profundo, menor pérdida por evaporación y aprovechamiento más racional de pequeñas áreas con potencial de almacenamiento.

Tiene un tajar pulmon y menor sedimentación del reservorio.

#### Abastecimiento de agua para uso pecuario

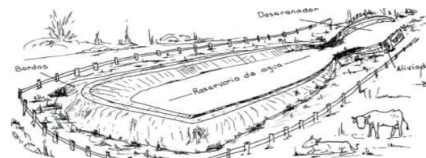
En el caso específico de abastecimiento de agua para el ganado se pueden utilizar las mismas técnicas de captación que se usan para fines de regadío, quizás considerando caudales y volúmenes más pequeños, considerando una renovación más frecuente del agua en las abrevaderos del ganado y considerando también el tamaño de estas estructuras.

En general se podrían distinguir las siguientes metodologías para el abastecimiento de abrevaderos de ganado, dependiendo de su forma de extracción:

- Aguadas o pequeños reservorios generados en quebradas, con la construcción de pretilos o muros de piedras y tierra, bloqueando el paso del agua
- Reservorios construidos a un costado de un canal o río pequeño, con muros de tierra y aprovechando el desnivel del terreno

## PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3

- Utilización de pozos noria para el abastecimiento de abrevaderos o pequeños estanques, usando molinos de viento para la extracción
- Aprovechamiento de aguas lluvia que escurren por la techumbre de sombreaderos del ganado y que abastecen con agua a abrevaderos o canoas para el consumo de animales.



Atajado de cañón, es para terrenos con fuerte caída de agua. Para construirlo debemos: Ubicar una quebrada o cañón natural por donde acostumbra pasar el agua de lluvia; buscar un lugar donde las paredes de la quebrada sean altas y exista espacio para almacenar abundante agua; con la ayuda del tractor y utilizando la tierra del lugar debemos construir un dique de contención que sea igual de alto que las paredes de la quebrada; afinar las paredes laterales y dejar un aliviadero para que el agua excedente se escurra.

## RECOMENDACIONES GENERALES

Esta alternativa posee un enfoque a gran escala para modelos de finca o a nivel municipal para el abastecimiento de agua a varias comunidades, por las dimensiones planteadas y las superficies requeridas es necesario que esta alternativa sea considerada para medidas municipales con apoyo y aporte departamental.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

IICA

Implementado en:

(Chaco Paraguayo)

Pág.  
Web

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zanzafUPIn8J:www.iica.int/es/publications/tecnolog%25C3%25ADas-de-cosecha-almacenamiento-y-uso-de-agua-para-la-agricultura-familiar-del+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=bo>

## CONSERVACIÓN DE FORRAJE "HENIFICACIÓN" PARA LA ÉPOCA SECA

Ficha P-26

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

En sequía, uno de los principales problemas que afronta el pequeño productor es la dotación de alimento para el ganado. Henificar es secar pasto cortado para ser almacenado sin riesgo a pudrirse. El heno conserva las cualidades nutritivas del pasto desde el momento del corte y se almacena para disponer alimento bueno para el ganado en temporadas críticas. Heno se puede producir de diferentes pastos y leguminosas como la alfalfa, pasto forrajero, sorgo entre otros.

#### USO Y FUNCIÓN

Conservación de alimento ganado

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

#### VIDA ÚTIL

1 año



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El pasto en etapa de inicio de floración se corta a una altura de cerca 10 cm sobre el suelo y se deja secar al sol. Para mantener la calidad del forraje, el secado debe ser rápido, volteando con cuidado el pasto cortado. Es importante observar el clima y realizar el trabajo en días sin probabilidad de lluvias. Si se cortará un área grande para heno, es recomendable hacerlo poco a poco y recoger lo que ya está seco.

El heno bien seco se almacena en un lugar ventilado y sobre una base que no esté en contacto directo con la tierra. Para reducir el volumen y facilitar el transporte y almacenamiento es conveniente producir fardos con una enfardadora.

Con las enfardadoras manuales actualmente utilizadas en el Chaco Boliviano se hacen fardos de 30 kg. En las zonas con pendientes fuertes como la de Monteagudo, los productores optaron por enfardadoras más pequeñas y livianas que producen fardos de 12 a 15 kg. Los fardos de este tamaño son fácilmente manejables por todos los miembros de la familia. Las enfardadoras pueden ser producidas localmente a bajo costo al gusto y a la necesidad del productor.

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

El heno es el producto que se obtiene de la de deshidratación en el campo de un forraje verde, en el que se reduce el contenido de humedad hasta 15% o menos. Se obtiene cortando el pasto (en etapa de inicio de floración alrededor de un 10% de las plantas floreciendo) luego se seca al sol y mucho mejor bajo sombra o semisombra, por tres a cinco días para almacenarlo, ya sea en parvas o fardos. Es posible utilizar especies de gramíneas o leguminosas, observando el estado de desarrollo de forraje. Las leguminosas proporcionan un heno de mayor valor nutritivo.

Ejemplo de henificación en 2 hectáreas.

Para el proceso de henificación con cinco trabajadores: el corte se hace, preferentemente, con hoz o machete, el pasto cortado debe ser tendido para un solo lado, para lograr un mejor proceso de secado y amontonado. Este trabajo facilita el volteo y el acopio del mismo para ser enfardado.

### COSTOS

Costo del enfardado de una hectárea de pasto produciendo 150 fardos a 30 kg. Una enfardadora vale alrededor de Bs 500. Para el cálculo se estima una durabilidad de cinco años y que cada año se produce 300 fardos.

	Unidad	Cantidad	Precio unit.	Total Bs
Corte de pasto y volteado	Jornales	24	25	600
Enfardado manual	Jornales	10	25	250
Pita para amarrar fardos	Metro	3000	0,04	120
Enfardadora				50
<b>Total</b>				<b>1020</b>
Costo transporte a almacenar	Jornales	4	25	100

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

Cinco hombres inician el corte de pasto hasta el mediodía, después del medio día cuatro siguen cortando y uno realiza el volteo del pasto cortado en la mañana para el secado. El segundo día los cinco hombres cortan pasto hasta el mediodía, después del medio día tres siguen cortando y dos realizan el volteo.

Para el tercer día se tiene pasto en condiciones de ser henificado. Dos hombres realizan el trabajo del enfardado y uno como alimentador de pasto a la enfardadora, los otros dos hombres continúan con el corte de pasto y el volteo necesario, así hasta los ocho días deben estar las dos hectáreas cortadas, secadas y acopiadas para el enfardado.

Los cinco hombres a partir de los ocho días trabajados completan el enfardado del pasto entre cuatro o cinco días más trabajando con dos enfardadoras.

Se produce de 200 - 250 fardos por hectárea si la pastura tiene un buen desarrollo y cobertura. En zonas como la llanura se produce aproximadamente 200 fardos por hectárea en un corte. Se puede realizar dos cortes al año y todavía queda el rebrote como reserva para el pastoreo en la época seca.

Los requerimientos para el trabajo son: cinco hombres, 40 kg de alambre de amarre, recomendamos hacer el nudo de amarre, no dejar larga la punta de amarre por economía de alambre. El tamaño del fardo es de 40 cm de ancho por 70 cm de largo.

Este aprendizaje se hizo en base a conocimientos propios y también con la participación en diferentes cursos y talleres de capacitación de los técnicos. También existen máquinas cortadoras mecánicas y manuales si bien el corte de pasto es más rápido, no se alcanza el mismo rebrote y crecimiento que con hoz o machete.

**Etapas de la henificación**

**Corte y sesgado**

El corte debe hacerse preferentemente con hoz o machete, se observa el estado del forraje en el caso de pasto perenne como ser: Gatum Panic, Braquiaria, Pasto estrella y otros, se recomienda que semilleé antes de cortar. En el caso sorgo forrajero cuando está en estado lechoso o masal y en el caso de leguminosas cuando está en el 10% de floración. El corte debe hacerse por la mañana después de que caiga el rocío.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3**

**Hilerado o tendido.**

El pasto cortado debe ser tendido de un solo lado para lograr un mejor proceso de secado y amontonado, esto facilita el volteo y el acopio para ser enfardado.

**Secado.**

En la elaboración del heno, el secado es muy importante, debo hacerse a través de la exposición directa al sol por un periodo de tres a cinco días y si fuera posible en semisombra para que no pierda sus nutrientes. Se debe voltear una vez al día para evitar que se pudra la parte que está en contacto con el suelo.

**Enfardado.**

Es la operación que permite comprimir el pasto seco para facilitar su almacenamiento. Hay gran variedad de especies que pueden comprimirse con una enfardadora, que van desde pastos, residuos de cosecha de maíz, de soya y sorgo forrajero.

Los fardos tienen amplia aceptación entre los productores por ser lo suficientemente pequeños para que un hombre los maneje, almacene en forma de pilas y se facilite su uso posterior.

**Amarrado**

Se sugiere utilizar cintas o sogas de fibras naturales vegetales como de yute, cuero de animales en tiras, para evitar contaminación ambiental y peligro de ingestión de alambres por animales.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- Almacenar heno que no está bien seco y en ambientes inapropiados, puede provocar que el pasto se caliente y se pudra. Perdiendo calidad, pudiendo ocasionar enfermedades al ganado.
- El lugar en que se construye la parva debe ser mantenido limpio durante su construcción y en el período de almacenamiento o plagas como los roedores deben ser eliminadas sin demora.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

GIZ

Implementado en:

Chaco boliviano

Pág.  
Web

[www.bivica.org/upload/ag\\_ganaderia-chaco.pdf](http://www.bivica.org/upload/ag_ganaderia-chaco.pdf)

C. ALTERNATIVAS

**COMPLEMENTARIAS**





## CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE FERROCEMENTO

Ficha C-1

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Obra de infraestructura destinada al almacenamiento de agua de cosecha de lluvia bajo condiciones óptimas de higiene, bajo costo, y disponible para uso doméstico, agrícola o pecuario en función a la necesidad de las familias. Los tanques de ferrocemento se definen como unas estructuras de fácil construcción muy económicas capaces de soportar grandes volúmenes de agua, como también la presión hidrostática (presión que ejerce el agua en reposo) empuje de viento y suelo.

#### USO Y FUNCIÓN

Reservorio de agua para áreas rurales y periurbanas

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

De 30 a 45 días de construcción

#### VIDA ÚTIL

De 20 a 25 años con mantenimiento



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación de la alternativa se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

**Ubicación de la infraestructura.** Área con pendiente reducida para no afectar la estructura del suelo. Tomar en cuenta la propiedad del terreno a ser utilizado para contar con la autorización necesaria.

**Replanteo y excavación.** Sobre el nivel definido se hace una excavación, con el diámetro del tanque a una profundidad de 0.30 m, para dar lugar al solado de piedra o empedrado y hormigonado del piso.

**Solado de piedra.** Para realizar el solado de piedra tomar en cuenta el tamaño de las piedras a emplear, la misma debe tener un diámetro de 15 a 20 centímetros (piedra manzana).

- Las características de dureza de la piedra a utilizarse debe ser de naturaleza granítica o similar (buena calidad) para que la estructura tenga una buena durabilidad y resistencia.

- En el caso de no contar con piedra preparar un hormigón pobre con una dosificación de 1:6 (cemento: arena graba), y conformar una carpeta de 5 centímetros de espesor en el lugar de emplazamiento de la estructura.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

RESERVORIOS CON TAPA PARA AGUA SEGURA O PDTABLE							
Volúmen	5m <sup>3</sup>	10m <sup>3</sup>	15m <sup>3</sup>	20m <sup>3</sup>	30m <sup>3</sup>	40m <sup>3</sup>	70m <sup>3</sup>
Altura total en m.	1.50	1.70	1.70	1.80	2.0	2.0	2.20
Diámetro Interior en m.	2.18	2.74	3.35	3.76	4.37	5.05	6.36
Espesor de la placa de F°C cm	5	5	6	7	7	8	9

RESERVORIO SIN TAPA PARA RIEGO						
Volúmen	30m <sup>3</sup>	40m <sup>3</sup>	50m <sup>3</sup>	60m <sup>3</sup>	100m <sup>3</sup>	200m <sup>3</sup>
Altura total en m.	1.50	1.50	1.50	1.60	1.70	1.70
Diámetro Interior en m.	5.24	6	6.70	7.40	9.22	11.30
Espesor de la placa F°C cm	5	5	6	6	8	9

- El sistema de captación define la capacidad de almacenamiento en base a su uso y función, por tanto se debe considerar el consumo diario de la familia destino.
- No se debe permitir que pase la luz y evitar la entrada de polvo e insectos.
- Tener una tubería de entrada del agua de la canaleta al tanque de almacenamiento.
- Tener un dispositivo de extracción de agua por gravedad (filtro de bronce, llave de control o de paso y llave final o grifo).
- Tener un dispositivo (tubería de limpieza y rebose), para eliminar el agua de excedencias sin dañar el tanque o su cimentación.
- Tener una escotilla de acceso, en la parte de la tapa del tanque y la misma debe estar bien tapada mediante una tapa fabricado de F°C.

### MATERIALES REQUERIDOS

1	ALAMBRE DE AMARRE kg 8	17	GRIFO DE BRONCE D=1/2" FV pza 1
2	ARENA FINA m <sup>3</sup> 1	18	LISTON DE 2X2" (CACHACHIRA) m 65
3	ARENA GRADUADA MENOR A 6 MM m <sup>3</sup> 2,5	19	LLAVE DE PASO D=1/2" CORTINA FV pza 1
4	CALAMINA GALVANIZADA N° 28 m <sup>2</sup> 43,2	20	MADERA DE CONSTRUCCION 2x3" x2 m (ochoo.) pza 15
5	CANALETA N° 28 CDRETE 33 m 9,5	21	MADERA VIGA DE 2x4" (CACHACHIRA) m 40
6	CEMENTO PORTLAND Bols a 18	22	MALLA ALAMBRE HEXAGONAL (0,90X0 M.) CORINZA rollo 1,5
7	CINTA TEEFLON DE 1/2" rollo 3	23	NIPLE HEXAGONAL FG D=1/2" TUPY pza 1
8	CLAVO DE 2 1/2" kg 3	24	NIPLE PVC DIAM 2" ROSCA (TIGRE) pza 2
9	CLAVO DE 3" kg 3	25	PINTURA ANTICORROSIVA MONOPOL (GAL. DE 0,8lts.) lts. 0,5
10	CLAVOS PARA CALAMINA(ESTRIADOS) kg 7,5	26	PINTURA LATEX BLANCO GAL. 3,5 LT. Galon 1
11	CODO PVC D=2" ROSCA (Tigre) pza 2	27	SIKA - 1 (IMPERMEABILIZANTE) kg 10
12	CODO PVC DIAM 2" E-40 PRESIÓN pza 2	28	SIKA - 3 (ACELERANTE DE FRAGUADO) kg 10
13	COLADOR DE BRONCE D=1/2" pza 1	29	TAPON HEMBRA ROSCA D=2" (TIGRE) pza 1
14	COPLA FG D=1/2" TUPY pza 1	30	TEE PVC DAM 2" ROSCA (TIGRE) pza 2
15	FIERRO CORRUGADO DE 6 MM barra 29	31	TUBERIA PVC D=1/2" E-40 PLASMAR m 6
16	GRAVA m <sup>3</sup> 1,5	32	TUBERIA PVC D=2-ESQ.40(JUNTA ROSCA) (PLASMAR) ml 9
		33	UNION UNIVERSAL FG D=1/2" TUPY pza 1

## CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE FERROCEMENTO

Ficha C-1

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**Instalación de plomería.** Se recomienda colocar mediante un codo por el piso toda la instalación, también contempla un filtro de bronce, llave de control o de paso, y el grifo final, de la misma manera estos accesorios deben estar en guarnecidos, mediante cámaras de H<sup>9</sup>C<sup>9</sup> con tapas de H<sup>9</sup>A<sup>9</sup>, y el grifo final debe estar en una cámara de salida.

**Losa de fondo base (estructura de refuerzo).** Se utiliza fierro de construcción corrugado de 6 mm de diámetro, distribuido cada 20 cm en ambas direcciones de acuerdo al área de la losa base y planos constructivos.

**Armadura acero de refuerzo.** La malla de refuerzo y acero del armazón deben estar firmemente soldados o sujetos cada uno de alguna forma para que se mantengan en su posición original durante la aplicación del mortero y el vibrado, también deben estar bien tensados a fin de que cuando las solicitaciones lo requieran y toda la armadura trabaje en conjunto.

**Encofrado.** Se utiliza hojas de venesta de 4 mm de espesor y listones de 2" x 3" de 2 m de longitud colocados cada 60 cm que hacen que sea como costillas de soporte del encofrado y fijados mediante un alambre de amarre al acero de refuerzo.

**Preparado de mortero.** La experiencia sobre el uso de esta tecnología demuestra que el uso de la arena que contenga sílice sea dura angulosa es la adecuada para este caso.

**Aplicación del mortero.** Generalmente se coloca a través del enlucido a mano, en este proceso el mortero es forzado a través de la malla, de manera alternativa el mortero puede ser insertado a través de un dispositivo de pistola pulverizadora.

**Curado.** Debido a que los espesores de ferrocemento, son delgados, el viento y la temperatura secan su superficie por lo que es necesario mantenerla húmeda para que el cemento siga reaccionando y se logre la resistencia deseada, este curado o riego continuo de agua debe realizarse durante un mínimo de 10 días.

**Armado de la tapa cúpula o domo.** La armadura de refuerzo de la losa debe estar distribuida cada 20 cm, en ambas direcciones, armada con fierro corrugado de 6 mm.

**Recubrimiento.** Sólo en caso de que las condiciones climáticas demanden un recubrimiento acorde a las necesidades.

Mayor información, ver documento adjunto

### PRESUPUESTO APROXIMADO

N°	Descripción	Und	Cant	Unit (Bs)	Parcial (Bs)
1	Soldadura de piedra	m2	6.97	13.35	93.05
2	Losa base de H <sup>4</sup> A <sup>4</sup> E=8 cm.	m2	6.97	141.42	985.7
3	Muro placa de F <sup>2</sup> C <sup>2</sup> E=7 cm.	m2	16.25	251.3	4.083,63
4	Losa tapa de F <sup>2</sup> C <sup>2</sup> E=7 cm	m2	6.74	209.72	1.413,51
5	Pintura exterior latex (Monopol)	m2	22.99	13.31	306
6	Prov. Inst. Acc. Plomería, ventilación	pza	1	667.59	667.59
7	Prov. Inst. Canaletas N°28 Corte 33	m	9	47.78	430.02
8	Cámara de H <sup>5</sup> S <sup>5</sup> 25X20 + pilon de 40x40 cm H=20 cm	pza	1	137.92	137.92
9	Cubierta de c/zamina N°28 ESTR. Simple	m2	40.5	155.21	6.286,01
TOTAL PRESUPUESTO Bs					14.403,43

### COSTO DE MANO DE OBRA CALIFICADA

N°	Descripción	Unid	Cant	Costo un Mano de	Costo Parc. Mano de
1	Soldadura de piedra	m2	6.97	10.7	74.58
2	Loza base de H <sup>4</sup> A <sup>4</sup> E=8 cm	m2	6.97	22.26	155.15
3	Muro placa de F <sup>2</sup> C <sup>2</sup> E=7 cm	m2	16.25	53.51	869.54
4	Losa tapa de F <sup>2</sup> C <sup>2</sup> E=7 cm	m2	6.74	42.81	288.54
5	Pintura exterior latex (Monopol)	m2	22.99	10.7	245.99
6	Prov. Inst. Acc. Plomería, ventilación	pza	1	71.35	71.35
7	Cámara de H <sup>5</sup> S <sup>5</sup> 25X20 + pilon de 40x40 cm	pza	1	214.4	214.04
8	Cubierta de c/zamina N°28 ESTR. Simple	m2	40.5	38.53	1560.47

### RECOMENDACIONES GENERALES

- El área de captación debe tener una pendiente que facilite el escurrimiento del agua al sistema de captación.
- El material más recomendable es la calamina galvanizada (zinc).
- Para la conducción del agua prever el uso de canaletas galvanizadas, liviana y resistente corte 33.
- Para la construcción del tanque considerar las condiciones climáticas previendo el deterioro del tanque por dichas condiciones.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

Fundación Acción Cultural Loyola (ACLO) Potosí

Implementado en:

Áreas Rurales y periurbanas del municipio de Potosí

Pág. Web

<http://aclo.org.bo/bolivia/index.php/publicaciones.html>

ALMACENAMIENTO COSECHA DE AGUA DE LLUVIA



## TANQUE CON TERRAPLÉN TIPO AUSTRALIANO CON ATAJADO

Ficha C-2

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

El tanque australiano es una alternativa de cosechas de agua que se forma a partir de la excavación del atajado, utilizando la tierra arcillosa para formar un pequeño estanque a metros del atajado. Por bombeo comúnmente se saca agua del atajado al tanque australiano y por gravedad pasa del tanque australiano al bebedero para los animales. El objetivo del tanque australiano es hacer un mejor aprovechamiento y uso del agua.

#### USO Y FUNCIÓN

Reservorio de agua

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

De 30 a 45 días de construcción

#### VIDA ÚTIL

De 20 a 25 años con mantenimiento adecuado



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

- El tanque australiano es un pequeño estanque a metros del atajado que debe construirse paralelamente a la construcción de los atajados aprovechando el proceso de implementación del mismo.
- A través de una bomba hidráulica, se extrae agua del atajado y se la bombea hasta el tanque australiano, para que posteriormente el agua por gravedad, sea distribuida desde el tanque australiano hacia los bebederos para el consumo de los animales.
- El atajado cumple la función de sedimentador, permitiendo extraer agua más limpia hacia el tanque terraplén.
- Disponer de 12 m<sup>3</sup> (12.000 lts) hasta 1.102 m<sup>3</sup> (1.102.000 lts) de agua de mejor calidad acumulada en el tanque terraplén para ser distribuida por gravedad a los bebederos para el ganado.

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

#### ASPECTOS IMPORTANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES AUSTRALIANOS

Limpiar y nivelar el terreno.

Excavación y compactado.

Colocación del caño de alimentación de los bebederos.

Construcción del muro de tierra, compactando el material por capas de aproximadamente 20 – 30 cm de espesor.

Cubrir todo el terraplén con tierra vegetal, con el objetivo de empastar y proteger el mismo de la acción de las lluvias.

Finalmente alambrar totalmente el perímetro del tanque australiano.

### COSTOS

El Tanque con terraplén, representa un sistema de acumulación de agua de menor costo en comparación con el tanque australiano convencional (estructura circular metálica sobre losa de hormigón armado) ya que se construye estructura a partir de la elevación de un terraplén circular mediante la compactación con maquinaria (tractor) de capas de arcilla. La capacidad de almacenamiento dependerá de las dimensiones del tanque pero oscila entre los 12.000 hasta aproximadamente 1.000.000 de litros.

El monto promedio de dinero invertido por las familias para la construcción de los tanques australianos en la zona \$us.1148, Bs 8000 con valores extremos desde \$us 500 Bs 3500, hasta \$us 2500 Bs 17400.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

En cuanto a las dimensiones del sistema se puede decir que tienen grandes variaciones desde el más pequeño con una capacidad de 12 m<sup>3</sup> hasta el más grande que llega a tener una capacidad de 1.102m<sup>3</sup>.

CAPACIDAD DE LOS TANQUES AUSTRALIANOS

RANGO CAPACIDAD (Metros <sup>3</sup> )	PORCENTAJE
Menos de 500,5	71
500,5 – 1.000,5	21
1.000,5 – 1.500,5	8
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Para el mantenimiento de los tanques Australianos es necesario:

- Efectuar anualmente una limpieza, eliminando toda clase de vegetación que crezca en su interior.
- Un desagüe mal direccionado ya sea en su sección, altura o pendiente reduce la vida útil del tanque australiano, pudiendo provocar su destrucción con la primera lluvia importante.
- La erosión de los desagües es la causa que con más frecuencia deja afuera de servicio a los tanques Australianos y presenta mayores dificultades para su reparación.

El agua que se almacena en los tanques Australianos debiera salir mediante un canal o conducto (por presión) hasta el lugar donde se encuentran los bebederos para que los animales puedan consumir eficientemente el agua, pero no ocurre esto; pese a que la construcción de esta infraestructura tiene muchos beneficios puesto que no hay desperdicios, contaminación del agua ni muertes de ganado por enfangado.

**Obras Complementarias**

- A. Atajado con geomembrana.
- B. Sistema de bombeo y conducción (tubería y bomba).
- C. Cerco de protección y vertedero.
- D. Impermeabilizante para evitar pérdidas por infiltración y mantener por más tiempo el agua, tales como geomembrana o carpas (las utilizadas en los vehículos de carga).

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3**



Este tipo de sistema requiere de ciertos cuidados, entre ellos:

- Alambrar totalmente el perímetro del tanque australiano para impedir la entrada de animales al agua, con el consiguiente, para que los tajamares no se conviertan en focos de infecciosos y de propagación de enfermedades.
- Suministrar el agua a través de bebederos, mejorando la eficiencia y la calidad del consumo.
- Mantener una zona perimetral densamente empastada para que el agua que llegue al tanque australiano sea limpia. Cubrir el talud exterior con pasto para proteger al tanque australiano.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

Entre las principales ventajas, se cuentan la de disponer de agua más limpia para los abrevaderos ya que el agua es bombeada desde un atajado que funciona a su vez como sedimentador, menos contaminada puesto que los animales no se introducen en estas estructuras de almacenamiento de agua para beber y finalmente su construcción y operación es relativamente sencilla.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	INIAF
	Implementado en:	Tarija (Chaco)
	Pág. Web	<a href="http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS">http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS</a>

## TANQUE AUSTRALIANO ARTESANAL

Ficha C-3

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Esta alternativa plantea tanques metálicos cilíndricos y fabricados en forma manual con láminas de Zinc, corrugadas (Calaminas), unidas con alambre de amarre a una Malla truckson o alambre grueso galvanizado, la cual se constituye en la estructura soporte y en el perímetro del círculo del tanque. El objetivo de esta alternativa es Disponer de 500 a 7000 litros de agua limpia acumulados en zonas donde el elemento es crítico y que puedan ser usados paulatinamente durante la época seca.

#### USO Y FUNCIÓN

Reservorio de agua

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

#### VIDA ÚTIL

15 años con mantenimiento adecuado



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El uso de esta estructura artesanal tipo tanque australiano, permite el almacenamiento de 7.000 litros de agua, proveniente de lluvias u otras fuentes disponibles, para que el pequeño productor y su familia pueda garantizar su consumo de agua, el de sus animales o regar por goteo 900 metros cuadrados, cultivos de hortalizas, frutales u otros que favorezcan el autoconsumo .

Compartir el agua de los atajados con los animales no es una práctica saludable para las personas de la zona quienes, ante la escasez propia del ecosistema chaqueño, se ven obligados a consumir esta agua que generalmente se encuentra contaminada por los animales o las mismas personas, pudiendo provocar serias enfermedades diarreicas, infecciosas en los más vulnerables fundamentalmente (niños (as), ancianos(as)). Son muy pocas las personas que filtran, purifican o hierven el agua antes de tomarla directamente de los atajados.

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

#### Paso 1. Ubicación

Identificar el lugar propicio para la instalación. Este debe estar fuera del alcance de los animales, debe evitar el excesivo sol directo, sobre una plataforma plana y de forma deseable en un lugar en el cual pueda recibir de manera fácil la dotación de agua, ya sea desde un cisterna móvil o a partir de recepción y filtración de agua de lluvia.

#### Paso 2. Limpieza y nivelación del terreno

Limpiar y nivelar el área donde se construirá el tanque. Debe marcarse el círculo donde irá colocada la malla (3 metros de diámetro).

#### Paso 3. Apertura de zanja

Abrir una zanja a unos 15cm de altura para enterrar la malla y la tubería de desagüe. Armar y Colocar la Malla truckson o Malla de alambre grueso galvanizado de al menos 9,6 metros de largo y 1,2 m de ancho.

### MATERIALES REQUERIDOS

- Plástico de polietileno negro (6 x 6 m<sup>2</sup>).
- Siete láminas de zinc (calaminas) de 2,44 metros cortadas a la mitad (1,22 m).
- Malla truckson o Malla de alambre galvanizado de al menos 9,6 metros de largo y 1,2 m de ancho.
- Alambre liso para realizar todos los amarres de las láminas de zinc.
- Dos pedazos de manguera de riego de 2", una de 9,6 metros para cubrir el borde superior del tanque, y la otra de 2 metros para la salida de agua.
- Arena de río tamizada para ser colocada en el fondo del tanque.
- Dos listones de 2x2"x3 y dos de 2x2" x2 m. para cubierta
- ½ kg de clavos para calaminas.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

La cual constituirá la estructura y soporte del tanque, amarrar fuertemente los extremos.

**Paso 5. Armado de láminas de Zinc (Calamina)**

Cortar, colocar y amarrar las láminas de zinc a la malla.

Enterrar la manguera de desagüe y limpiar el área interna. Para cubrir el borde superior de las láminas, cortar, colocar y amarrar una manguera de riego de 2" por 9,6 metros de largo.

**Paso 6. Conexión interna**

Colocar una capa de arena en el fondo y cubrir internamente con un plástico de polietileno la estructura armada. Sacar la manguera de desagüe a través del plástico y sujetarla con tripa de goma. Finalmente amarrar el plástico al tanque, por la parte externa a la altura de la manguera de riego que cubre el borde.

Finalizada la construcción el tanque, se debe cubrir con techo de calaminas para evitar la degradación del plástico por los rayos solares. El techo se puede diseñar de tal forma que colecte el agua de lluvia hacia el interior del tanque.

**Ventajas del uso del tanque artesanal**

- Es económico y requiere muy baja inversión.
- Es muy sencillo y rápido de ensamblar.
- Aplicable en otras comunidades rurales, a través de promotores comunitarios, formados.

Construcción sencilla, económica y con materiales accesibles.

Disponibilidad de agua para consumo producción de autoabastecimiento y algunos animales en épocas secas.

**Mantenimiento**

La limpieza del tanque se realiza de forma manual teniendo el cuidado de no dañar el plástico que recubre el interior del tanque.

**COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**



Para la construcción de un tanque artesanal tipo australiano se requiere una inversión aproximada de Bs 1200. El sistema de riego por goteo para un área de 900 metros, considerando conexiones, llaves de paso, mangueras principales y ramales secundarios, goteros, entre otros, se encuentra alrededor de Bs 1.000.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

A diferencia de los tanques australianos con atajados que tienen un fin más pecuario, esta alternativa es accesible para acceder a agua para consumo y agricultura de traspatio, es por esta razón que se debe conjugar las alternativas para contar con alternativas integrales y complementarias entre sí y optimizar el almacenamiento de la cosecha de agua en época de lluvias.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	INIAF
	Implementado en:	Todos los departamentos
	Pág. Web	<a href="http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS">http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS</a>

## ALJIBE DE FERROCEMENTO ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO, RIEGO Y GANADO

Ficha C-4

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Medida complementaria a la cosecha de agua y/o almacenamiento. Los aljibes son una tecnología antigua inventada por la necesidad de colectar y almacenar agua de las lluvias principalmente en zonas sin suministro alternativo de agua. El almacenamiento de agua en aljibes mediante la cosecha de agua de los techos, es una solución factible para muchas familias que viven en el Chaco ya que como sistema está pensado no sólo para almacenar agua de consumo sino para riego y bebederos de ganado.

#### USO Y FUNCIÓN

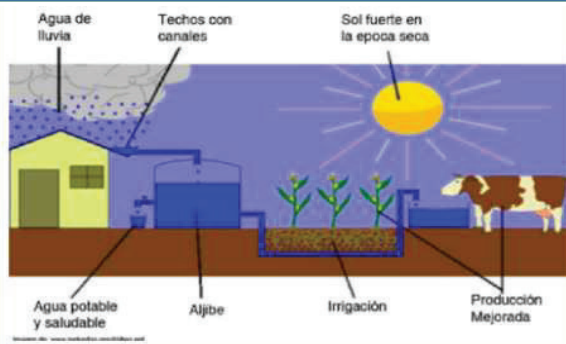
Reservorio de agua para áreas rurales y periurbanas

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

De 30 a 45 días de construcción

#### VIDA ÚTIL

De 20 a 25 años con mantenimiento



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

Paso 1. Diseño y medidas del tanque.

Volumen. El tanque tiene un volumen aproximado de 10m<sup>3</sup> (metros cúbicos o cubos), para ello el diámetro debe ser de 3 metros y de alto 2,1 metros.

Base. La base del tanque es de concreto (hormigón simple), que es una mezcla de 1:2:3 partes de cemento, arena y ripio, respectivamente. Esta base de concreto tiene que ser de 10 cm de espesor, que es suficiente para aguantar la presión del agua. No es necesario poner piedra grande debajo del cimientto. Paredes. Son de ferro cemento (mortero), llevan una mezcla de 1:3 cemento y arena, vaciado sobre un tejido de hierro y alambre. La pared necesita un grosor de 7 a 8 cm.

Tapa. Es de ferro cemento y tiene un grosor de 5 a 7 cm.

Características de los techos desde los cuales se puede colectar agua. Es posible colectar agua de techos hechos de materiales limpios como: teja, calamina, cemento, duralit, palma, etc. Por el contrario no es recomendable colectar agua de techos de paja, dado que se arrastra numerosas partículas que pueden tapar los sistemas de colecta.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Las condiciones climáticas del Chaco son factores determinantes en los aspectos productivos, de desarrollo y fragilidad del ecosistema. La extrema sequía, altas temperaturas, fuertes lluvias concentradas en períodos muy cortos condicionan negativamente el desarrollo de la agricultura de forma segura, la calidad de los suelos, la regeneración y reposición de la flora y la fauna y el crecimiento general del bosque.

Captar el agua de lluvia y almacenarla en aljibes de ferro cemento para su disponibilidad principalmente para consumo humano, riego de traspatio y consumo animal en situaciones de emergencia.

Como estructura, se diferencia de la cosecha tradicional de agua, por sus funciones y diversos propósitos como depósito de agua extraída o bombeada de atajados, recolección de sisternas y uso con bebederos con flotadores, esta alternativa fue implementada y validada en el Chaco.

### MATERIALES REQUERIDOS

Materiales, Insumos y Mano de Obra	Base de estimación 8 aljibes (Cant./Unid.)
Malla de alambre 40x90	16 rollos
Cemento	112 bolsas
Hierro de construcción corrugado 6mm	200 barras
Alambre de amarre	64 Kg
Impermeabilizante	32Kg
Tubería PBC de 2" para desagüe	8 global
Cupla de 3/4"	16 Unidades
Grifo de 3/4" y tapón	8 global
Encofrado o molde	64 lamina
Arena Lavada	20m <sup>3</sup>
Graba	4m <sup>3</sup>
Mano de obra Albañil ayudante	8 aljibe
Asistencia técnica y supervisión	24 visitas
Transporte de materiales a la comunidad	8 viajes
PVC 4" para canaletas y codo	Global

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

Viviendas de 80 metros cuadrados de superficie de techo pueden cosechar 40000 litros por año con una lluvia anual de 500 milímetros. Se debe contar con canaletas para captar agua que corre del techo (tubería de PVC, o de cualquier otro material disponible en la zona).

**Colecta de agua desde techos y transporte por canaletas.** Las canaletas se colocan con una inclinación hacia la tubería de descenso para evitar pequeños estancamientos que pueden provocar la reproducción de zancudos y brotes de enfermedades. Por durabilidad y bajo costo el tipo de tanque recomendado es el fabricado con ferro cemento.

**Paso 2. Construcción del canastillo de fierro.**

El canastillo es un material de barras de acero que pueden ser soldadas o unidas a través de alambre de amarre cruzadas en hojas planas, generalmente de tamaño 6 metros por 2,40 metros. La barra misma es de 1/4 de pulgada, que es suficiente para la construcción de tanques de ferrocemento para almacenamiento de agua. Se recomienda el uso de canastillos con cuadros de 20 cm por 20 cm. Para llegar a una altura de 2 metros, se doblan los puntos abajo hacia adentro cuando se está formando el esqueleto. Con el canastillo se necesita también 15 cm. de cruce cuando se está uniendo dos partes.

**Paso 3. Encofrado.**

Cuando se está construyendo el tanque, se necesita algún material para apoyar la mezcla mientras se coloca. Se puede atar hojas de plástico o hule alrededor del esqueleto y revocar de adentro, o se puede colocar plástico, goma, chapa, calamina o venesta dentro del tanque y revocar de afuera. Cualquier material usado, se retira al día siguiente y se puede volver a usar en la construcción de varios tanques.

**Paso 4. Impermeabilizante.**

En el último revoque (de 1 cm.) dentro del tanque, se mezcla con agua el impermeabilizante denominado SIKA-1. Este líquido sirve para reforzar el revoque y asegurar que no salga agua del tanque por cualquier punto débil del mismo. El propósito del impermeabilizante es mejorar la garantía de la pared contra infiltración o rajaduras. Faltando SIKA, se puede pintar el último revoque con “enlucido” o “leche,” una mezcla de cemento con agua.

**Paso 5. Protección del tanque.**

En el Chaco el sol es fuerte. Por el calor y los rayos del sol se han rajados muchos tanques de hormigón y ladrillo. Igual este tanque de ferro cemento es susceptible a los rayos del sol y se mantiene mucho más fuerte y más fresco si tiene un techo aparte sobre el tanque.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3

**Paso 6. Pintura y cerco.**

Se pinta el tanque con pintura blanca, o de un color que refleje la luz solar. Se coloca un cerco, de cualquier material, alrededor del tanque para protegerlo de los animales.

Un animal que pecha el tanque o cava un hueco debajo del tanque perjudicará su resistencia.

**Paso 7. Griferías y canaletas.**

Para la entrada del tanque se necesita tubería de 4" en cantidad suficiente para llegar de las canaletas a la entrada del tanque. Para la salida del agua al grifo se recomienda el uso de tubo de Fierro Galvanizado (FG) de ½" porque el cemento se prende mucho mejor al fierro que al PVC y es menos probable que se raje. Si bien no es recomendable, si se usa PVC para la salida al grifo, es necesario construir una forma de "U" para la salida del agua, de tal forma que la tubería no se mueva tanto cuando se abra el grifo. Para el rebalse y desagüe se necesita tubería de 1 ½" y un tapón del mismo tamaño. Las canaletas se pueden construir de madera, hojalata, o tubos de PVC tipo desagüe de 4". Si el techo es de calamina o placas de ferrocemento pre fabricado, se puede partir el PVC y colocarlo sobre el mismo punto del techo colgándolo con alambre. Si el techo es de teja u otro material, se necesita otra manera de colgar o suspender la canaleta. Esto puede ser con alambre, clavos o barritas de acero clavado en la pared que apoyan a las canaletas.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Para su construcción aún se precisa personal calificado (albañil) y un técnico que instruya mediante un plano de diseño.
- Para aplicaciones de uso múltiple, los aljibes de ferro cemento también son una alternativa para depositar el agua que se extrae con aeromotores de pozos perforados, permitiendo al productor distribuirla del aljibe a bebederos con flotador y, por otro lado, tener la oportunidad de proveerse de agua para el consumo.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	INIAF
	Implementado en:	Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija (Chaco)
	Pág. Web	<a href="http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS">http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS</a>

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La bolsa de geomembrana es una tecnología utilizada recientemente, consiste en captar y almacenar agua de lluvia en una bolsa de plástico (geomembrana o polietileno de alta densidad), de un grosor de 3 a 5 mm, la cual se suelda con una máquina de precisión. Las principales ventajas de esta tecnología es el fácil manejo del tanque, se puede evidenciar fácilmente las fugas de agua, resiste los rayos UV, altas temperaturas y el agua no se pierde por infiltración y evaporación.

**USO Y FUNCIÓN**

Almacenamiento cosecha de agua

**TIEMPO DE EJECUCIÓN**

No determinado

**VIDA ÚTIL**

En función al mantenimiento



**CONSIDERACIONES TÉCNICAS**

Las condiciones climáticas del chaco son factores determinantes en los aspectos productivos de desarrollo y fragilidad del ecosistema. La extrema sequía, altas temperaturas, fuertes lluvias concentradas en periodos muy cortos condicionan negativamente el crecimiento del bosque y la actividad agropecuaria, por esta razón es necesario aprovechar la época de lluvias para captar agua y utilizar en la época seca.

Almacenar agua de lluvia en bolsas de geomembrana (polietileno de alta densidad) disponiendo de 400 a 1000 litros de agua para ser utilizada en época seca, es una alternativa accesible y viable para las áreas periurbanas y rurales.

MATERIALES REQUERIDOS

**CARACTERÍSTICAS DE LA GEOMEMBRANA**

**Baja Permeabilidad:** Los sistemas de recubrimiento son seguros ya que no los penetra la lixiviación; El agua no se puede fugar del sistema de sellado de la geomembrana y la lluvia no puede infiltrarse.

**Resistencia Química :** resistente a una amplia gama química, no se ve amenazada por los típicos desechos de lixiviación sólidos o tóxicos.

**Resistencia a los Rayos Ultravioleta (UV)** La geomembrana tiene resistencia a ser expuesta a los rayos UV se ve incrementada al añadir el carbón negro. Además la volatilización no es un problema.

Las bolsas de geomembrana, han demostrado que son técnicamente factibles y fácil manejo para ser utilizados en todo el Chaco, particularmente en el municipio de Capirenda. Hasta el momento algunos municipios vienen utilizando esta tecnología la cual no está muy difundida.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

**IMPLEMENTACION**

El armado e instalación de la bolsa de geomembrana se describe en los siguientes pasos:

**Paso 1. Ubicación**

Se debe identificar un lugar alrededor de la casa con las siguientes características:

- El terreno debe estar fuera del alcance de los animales.
- Se debe evitar el excesivo sol directo.
- Ubicar una superficie plana con una pendiente del 3 al 8 % como máximo.
- La superficie debe estar libre de impurezas para no dañar la geomembrana.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

**Paso 2. Armado de la geomembrana**

Una vez seleccionado el lugar, se extiende la geomembrana en la superficie del terreno en función a las medidas obtenidas en el mercado (existen de 5 a 7 metros de ancho y varían de acuerdo al grosor de la geomembrana).

Seguidamente se procede a soldar las esquinas de la bolsa de geomembrana con una soldadora mecánica de cuña caliente (Temperatura de 450 °C para un grosor de 3 a 4 mm), las uniones de la bolsa

**Paso 3. Instalación sistema de captación del agua**

Una vez obtenido el armado de la bolsa se procede a la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia, utilizando el mismo sistema y materiales del desagüe del techo de la vivienda para luego conectarlo a la bolsa de geomembrana mediante tubos plásticos de PVC.

**Paso 4. Conexión de la geomembrana y sistema de captación de agua**

El sistema de captación debe ser conducida hacia la bolsa de geomembrana que se encuentra a 5 metros de la vivienda, se debe utilizar un tubo antes de que el líquido llegue a la bolsa para evitar que el agua se contamine con material no deseado y la duración del agua sea de mayor tiempo.

TAMBIÉN EXISTE EN ELM ERCAO NACIONAL TANQUES FLEXIBLES DE 10.000 Y 20.000 lt DE ESTE MATERIAL.

**Características.** Geotanques o aljibes de geomembrana de polietileno lisa de 1.00 mm de espesor con capacidad de 10,000 lt y de 20,000 lt con los siguientes accesorios.

Tubo de ingreso de 6" de 30 cm de longitud

Tubo de salida de 2" de 50 cm de longitud

Llave de paso de 2"

A continuación se detallan los proveedores de dichos tanques.

Nombre	Teléfono	Dirección	Contacto
Empresa constructora LOPEZ	77338579 76123185	Villamontes C. Tarija y Av. Periférica	<a href="mailto:Mikylopez55@hotmail.com">Mikylopez55@hotmail.com</a> <a href="mailto:Miguekr0407@gmail.com">Miguekr0407@gmail.com</a>
MARIENCO tecnología control y	(2) 2796743	La Paz Ed. Torre TCC P.3 Of. 3 C. Gabriel Rene Moreno 1223	<a href="mailto:mlema@marienco.com">mlema@marienco.com</a> <a href="http://www.marienco.com">www.marienco.com</a> <a href="mailto:info@marienco.com">info@marienco.com</a>

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3**

Nombre	Teléfono	Dirección	Contacto
HANDERMAN importaciones	(3) 3702570	Santa Cruz Av. Canal Pedro Velez N° 371	<a href="mailto:hardeman@cotas.com.bo">hardeman@cotas.com.bo</a>
GIRIMEX SRL	(3) 33480458	Santa Cruz Av. Canal Pedro Velez N° 371	<a href="mailto:atencionalcliente@gerimex.com.bo">atencionalcliente@gerimex.com.bo</a>
g <sup>a</sup> Representaciones	6643592 72972054	Tarija Av. Circulación N° 876	<a href="mailto:berthaochoaa@hotmail.com">berthaochoaa@hotmail.com</a>
IVDA SRL	2 2486426	La Paz Cañada Stronguest N° 1822 Ed. Mallku	<a href="mailto:info@grupoivda.com">info@grupoivda.com</a>

**MANTENIMIENTO**

Se recomienda la limpieza del filtro después de la recepción de agua de lluvia.

Limpiar cada 6 meses el área que ocupa la bolsa de geomembrana para evitar que objetos punzantes produzcan perforaciones en la geomembrana.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- El material de Polietileno de alta densidad no es posible de encontrar en el mercado boliviano, este material puede ser importado del Brasil y Argentina.
- Para su construcción aún se precisa personal calificado en el armado de la bolsa (soldadura de cuña caliente a Tº 450 °C para un grosor de 3 a 4 mm).

DATOS ESPECIFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

INIAF / FEGACHACO

Implementado en:

Tarija

Pág. Web

<http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS>



BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

El uso eficiente del agua es una medida que aporta en la lucha contra la sequía. El Riego Tecnificado consiste en introducir cambios tecnológicos en la infraestructura, formas de distribución y aplicación del agua al cultivo, y desarrollar capacidades organizativas de los usuarios, para mejorar la eficiencia de uso a través de riego presurizado. Gracias a la mayor eficiencia en el riego, el Modelo permite el ahorro de agua, incrementa áreas de riego con las mismas fuentes y evita la erosión de los suelos.

USO Y FUNCIÓN

Modelo de gestión

TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

VIDA ÚTIL

En función al mantenimiento



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

La entidad promotora para la aplicación del Modelo es el Municipio, instancia en la cual ya existen procedimientos técnicos y de asignación de recursos para la realización de estudios y ejecución. Por lo tanto, las principales etapas o pasos de implementación que deben ser ejecutados son:

1. Elaboración de listas de ideas de proyectos de Riego Tecnificado priorizados por cada municipio a partir de las demandas comunales.
2. Capacitación de técnicos y generación de condiciones institucionales de los Municipios para la formulación de proyectos de Riego Tecnificado.
3. Control de calidad (evaluaciones ex ante de las propuestas) por los técnicos municipales.
4. Gestión de financiamiento (Entidades promotoras–usuarios).
5. Ejecución (proceso de licitación y adjudicación por entidades públicas).
6. Asistencia Técnica Integral/acompañamiento, contratada por el municipio.
7. Monitoreo y seguimiento de la sustentabilidad de los sistemas de riego tecnificado.

Consideraciones técnicas

En el ámbito de la cuenca, facilita procesos de concertación como medida para evitar conflictos entre comunidades, respeto a usos y costumbres; y promueve la participación en igualdad de oportunidades a hombres y mujeres para evitar inequidades en el uso y acceso al agua.

La experiencia puede ser replicada en Valles y Chaco, donde existen pequeños sistemas de riego, manejados por comunidades campesinas o pueblos indígenas, en condiciones de déficit hídrico. Actualmente, existen sistemas en funcionamiento en Chullcu Mayu (Cochabamba); Comarapa (Santa Cruz); Caigua (Tarija); así también, está en construcción el sistema Kuyoj Qhocha (Cochabamba) para habilitar 230 hectáreas bajo riego tecnificado y beneficiar a 600 familias.

COSTO BENEFICIO DEL MODELO

Costo – Beneficio de una hectárea con “Riego Tecnificado”

**Inversión inicial:** (pre-inversión e inversión en infraestructura con microriego) Bs 25,752 - 33,060.

**Inversión inicial** (pre-inversión e inversión en infraestructura, sistemas de riego) Bs 38,762 - 73,428.

**Punto de equilibrio:** año 3 – 7 (dependiendo del cultivo)

**Utilidad neta/año:** Bs 6631 (utilidad neta/año sin riego: 2728 Bs)

**Aumento de la utilidad neta/año:** + Bs 3663 equivalente al 232% (considerando una distribución igual de los cultivos papa, avena, haba, flores y zanahoria). La inversión inicial contempla los costos de elaboración de estudios de Riego Tecnificado, en el contexto de las comunidades campesinas; Pre-Inversión: Bs 700 - 1000 para proyectos menores (Micro riego < a 100 hectáreas); o Bs 1000 – 4000 para proyectos Mayores (Riego > a 100 hectáreas). El costo de la infraestructura de riego es entre Bs 24,300 – 31,300 por hectárea (para proyectos de micro riego), y entre Bs. 38,200 y 70.000 para proyectos de riego. Los costos de producción (con una producción diversificada de papa, avena, haba, flores y zanahoria) aumentan de Bs 6400 a Bs 8000; los ingresos brutos aumentan casi 60% (de Bs 9173 a 14428), mientras que el aumento en el beneficio es más que el doble: de Bs 2700 a Bs 6300 por hectárea.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

El Modelo de Gestión se puede replicar en zonas áridas y semiáridas, donde exista escasez de agua con organizaciones que asumen la gestión del agua, sobre todo en regiones donde la aplicación del agua genera la erosión de los suelos.

Los criterios mínimos que deben cumplirse para la réplica del Modelo con calidad son:

- Los Gobiernos Locales promueven políticas de financiamiento de proyectos para el uso eficiente del agua en la agricultura.
- Las organizaciones locales establecen acuerdos concertados sobre el uso del agua en el ámbito de la cuenca y decisiones de consenso para la tecnificación.
- El diseño técnico, social y ambiental del Modelo de Gestión se basa en procesos interactivos entre técnicos y usuarios, que compatibilizan las formas campesinas de uso de agua, con los requerimientos de funcionamiento de riego tecnificado.
- La estrategia de ejecución del Modelo se enmarca en las normas de inversión pública e incorporan medidas de Adaptación al Cambio Climático y temas transversales para la sustentabilidad de las inversiones. El Modelo requiere un enfoque metodológico basado en la interacción entre los técnicos y los beneficiarios.

Los Instrumentos que facilitan la aplicación del Modelo son:

- Guía para el diseño de proyectos de Riego Tecnificado: Instrumento sectorial que establece los contenidos mínimos (técnicos, sociales, económicos y ambientales) para el financiamiento de proyectos con Inversión Pública.
- Riego en el contexto de las comunidades campesinas PROAGRO: Documento técnico que contextualiza el riego campesino en el país en el cual se incorpora el cambio tecnológico de tecnificación
- Manual de Riego Tecnificado.
- Cambio Climático y Riego (CCR): Herramienta sectorial que se aplica en la formulación de proyectos de riego tecnificado con el objetivo de integrar en su diseño e implementación consideraciones de adaptación al cambio climático y reducción del riesgo de desastres.
- Género en proyectos de riego: Instrumento sectorial de aplicación en la formulación de proyectos de riego para determinar los roles, demandas, y criterios de diseño con enfoque de género.

**COORDINACIÓN PARA EL MODELO**

Los actores clave para la implementación del Modelo son:  
Organizaciones de usuarios de riego asentados en el ámbito de las cuencas hidrográficas

- Gobiernos Autónomos Municipales.
  - Gobiernos Autónomos Departamentales.
  - Gobiernos Autónomos Regionales.
  - Entidades de financiamiento
  - Familias campesinas con roles y funciones en los sistemas productivos
- Los requerimientos de coordinación entre los actores clave son:
- Decisiones - en torno al agua - concertadas entre los diferentes grupos de interés, presentes en el ámbito de la microcuenca.
  - Solicitud presentada por los interesados en las instancias del gobierno local para su priorización, y asignación de recursos para la pre-inversión y los recursos de la contraparte para la inversión.

Las organizaciones locales, como ser los Comités de agua y las comunidades, deben coordinar con el Gobierno Municipal y determinadas entidades nacionales para concretar el financiamiento.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- Se deberá cuantificar el número de estudios que responden a criterios de calidad de la evaluación ex ante en lo técnico y lo social. El responsable del seguimiento, en este caso, es el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, VRHR a través de los programas nacionales.
- En segundo lugar, se debe verificar las condiciones de sustentabilidad y autogestión de los sistemas de Riego Tecnificado bajo responsabilidad de las comunidades campesinas. En esta instancia, son los Gobiernos Municipales -a través de los equipos técnicos y en estrecha coordinación con las organizaciones locales (Comités de riego comunales)- las instancias responsables de hacer el seguimiento de la buena aplicación del Modelo.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

PROAGRO

Implementado en:

Valles secos, valles interandinos

Pág. Web

[www.proagro-bolivia.org](http://www.proagro-bolivia.org)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Esta alternativa responde a una experiencia donde se conjuga la construcción de un tanque de almacenamiento, la implementación de un sistema de riego por goteo y el Mulching, permitiendo el uso eficiente del agua bajo un sistema que permite la fertilización localizada del cultivo y por ende la mejora de las condiciones de resiliencia frente a la sequía.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Modelo de gestión
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

El sistema de riego por goteo implementado en la presente experiencia, comprende: 0,5 Has., bajo riego, con 3140 mts de cinta, goteros separados a una distancia de 0.3 mts. Cuyo costo de inversión alcanza a Bs.18.426.- teniendo un costo de producción proyectado de 5.372 \$us./Ha.

La labor de fertilización, es imprescindible cuando se cuenta con riego y se está produciendo en suelos superficiales y pobres en materia orgánica, debido a que los cultivos de tomate y pimentón son exigentes, por ello, con el ferti riego se dota a la planta el fertilizante disuelto en agua distribuyéndolo uniformemente para que las plantas lo aprovechan inmediatamente. La aplicación de Mulching plástico (argentino) por parte del productor, se refiere a colocación sobre el terreno de una cubierta plástica que conserve la humedad, evite la evaporación y proteja los órganos subterráneos contra el exceso de frío o la sequedad del verano. El material aplicado por el productor es el Mulching blanco, que es muy efectivo para lugares calurosos como el Chaco, ya que en el día rebota los rayos infrarrojos y en la noche conserva la temperatura.

**Consideraciones técnicas**

Esta tecnología en combinación con el riego por goteo forman una combinación muy efectiva en el manejo de la humedad, fertilidad y lucha contra las malezas, aumenta la rentabilidad, permite cosechas precoces, elimina el uso de herbicidas, mantiene la temperatura y la humedad deseada; todo ello responde de manera eficiente a las características de la zona, sin embargo, requiere también de cuidados para prevenir la salinización de los suelos. Este conjunto de prácticas han logrado reducir la mano de obra necesaria para el control y manejo de la huerta, además de excelentes niveles de producción, lo que ha llamado la atención y el reconocimiento del emprendedor, a quien visitan permanentemente otros productores, universitarios e instituciones.

**COSTO BENEFICIO DEL MODELO**

**INGRESOS**

Tomate 60 Ton/ha - 16 % perdidas = 50 Ton/ha  
 50 Ton/ha = 3300 cajas/ha x 50 Bs/caja = 165.000 Bs de ingreso bruto  
**GASTOS** : Inversión fija en innovaciones  
 Tanque de agua – Bs 32.000. (5 años vida útil)  
 Riego por goteo - Bs 18.426. (3 años vida útil)  
 Mulch – Bs 21000. (2 años vida útil)  
 Inversión anualizada a la gestión agrícola 2014-15 = Bs 64.846.  
 Inversión variable tomate Inversión variable  
 Costo producción tomate = Bs 37.604/ha.  
 Semillas híbridas = 600 semillas = \$us 600 = Bs 4.200/ha

**TOTAL INVERSIÓN = Bs 41.804/ha**

- Margen de ganancia en tomate = Bs 59.654 /ha, pero ya que el productor tiene solo 0,5 ha, su margen de ganancia real para el 2014-15 fue de Bs 29.827, con la diferencia que produce 2 veces al año, intercalando con pimentón.

El sistema de riego por goteo implementado en la presente experiencia, comprende: 0,5 Has., bajo riego, con 3140 mts de cinta, goteros separados a una distancia de 0.3 mts. Cuyo costo de inversión alcanza a Bs.18.426.- teniendo un costo de producción proyectado de \$us 5.372/ha.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Esta tecnología en combinación con el riego por goteo forman una combinación muy efectiva en el manejo de la humedad, fertilidad y lucha contra las malezas, aumenta la rentabilidad, permite cosechas precoces, elimina el uso de herbicidas, mantiene la temperatura y la humedad deseadas; todo ello responde de manera eficiente a las características de la zona, sin embargo, requiere también de cuidados para prevenir la salinización de los suelos.

Un tercer componente de la propuesta tecnológica, es la incorporación de semillas híbridas principalmente de tomate perita, con desarrollo precoz (107 días) con una producción alta de (6,5 kg/planta), cultivo en primavera y verano, cuyo costo es accesible a los productores de hortalizas.

La semilla híbrida de hortalizas, es cara y muy delicada necesita de condiciones adecuadas para su emergencia y desarrollo, condiciones que solamente se dan en invernadero, por su limpieza, ausencia de enfermedades, y creación de un ambiente controlado adecuado para el crecimiento de las plántulas.

El invernadero y la almiguera, es manejado por la esposa quien tiene más paciencia y delicadeza en su manejo, así como para el trasplante.

**Descripción de la integralidad y complementariedad, con el sistema productivo – social.**

La complementariedad de las innovaciones con el sistema productivo social local es directa y con un alto potencial, ya que la mayoría de habitantes de Iguembe y comunidades cercanas, son productores hortícolas frutícolas, que están observando si este grupo de innovaciones funciona, para luego ellos implementar los mismos. En las visitas de campo e intercambios, se ha visto mucho interés y temor por invertir, sin embargo, varios de ellos como Don Nicolás Cruz, ya emprendió la réplica con algunos de las innovaciones, con buenos resultados

**Descripción de la complementariedad con otras innovaciones.**

La presente innovación tecnológica es complementaria a otras innovaciones que se están promoviendo en la región por universidades locales, organizaciones de desarrollo y programas públicos, en temas como: Mejoras en el manejo hortícola, Investigación en variedades híbridas de tomate, Investigación sobre dosificaciones y contenidos de ferti riego, Investigación de la producción de almacigo en invernaderos

COORDINACIÓN PARA EL MODELO

Estos actores institucionales (proyecto, municipio, academia), son los que le facilitaron el acceso a un sistema tecnificado de producción de hortalizas, acompañado de la capacitación y asistencia técnica necesarios. En estos espacios de formación, los productores aprendieron técnicas que permiten un uso y manejo eficiente del agua (riego por goteo), manejo del cultivo (Mulching), cosecha y mercadeo oportuno.

La experiencia del cambio de un sistema tradicional de producción de hortalizas a temporal (tomate y pimentón), hacia un sistema tecnificado (riego por goteo + ferti riego + mulch), han generado en el corto plazo escenarios importantes de eficiencia, rendimiento y rentabilidad para las familias productoras, permitiendo la articulación con mercados locales y regionales, configurando una importante alternativa de seguridad alimentaria y económica para los productores.

RECOMENDACIONES GENERALES

- En la actualidad existen algunas limitantes para la réplica de la experiencia como ser la disponibilidad de insumos, repuestos y tecnología a precios accesibles, que serán superadas una vez que la demanda por estas tecnologías se incremente en la región.
- El uso eficiente del agua con riego por goteo puede ser complementario a otras medidas como la cosecha de agua de lluvia, el almacenamiento en aljibes, tanques australianos, tanques plásticos, geomembranas entre otros, por tanto se plantea que esta medida en base a la experiencia de proyecto se pueda replicar en todas las regiones en que la sequía obliga al almacenamiento y uso eficiente del agua.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

INIAF

Implementado en:

Chaco, municipio de Villamontes

Pág. Web

<http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS>

MODELO AGRÍCOLA

## TANQUE PREFABRICADO

Ficha C-8

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Es una alternativa, que puede reemplazar a los tanques de almacenamiento convencionales, es empleado para el suministro de agua potable domiciliario o público, estos tanques se caracterizan por ser livianos, higiénicos resistentes, atóxicos, insípidos, generalmente tienen protección exterior para evitar el paso de rayos ultravioletas. Los materiales empleados son de fibra de vidrio, polietileno con materiales vírgenes. El montaje es sencillo, requiere solo una base o plataforma horizontal rígida.

#### USO Y FUNCIÓN

Reservorio de agua

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

#### VIDA ÚTIL

15 años con mantenimiento adecuado



#### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

##### CRITERIOS DE SELECCIÓN

Este material por su fácil instalación y rapidez puede ser implementado en sistemas de agua potable, para comunidades o grupo familiar o en casos de emergencia, también puede instalarse para tanques elevados, en este caso solo en volúmenes menores por la incomodidad y seguridad en su instalación, la garantía que ofrecen es de 35 años.

Estos productos son de fabricación nacional, los volúmenes más comerciales varían de 0,3 a 50 m<sup>3</sup>, ver Tabla 1, las mismas tienen certificaciones ISO. Los modelos comerciales son los cilíndricos, y las horizontales o cisternas.

El fabricante ofrece sus productos con características de revestimiento de mono capa, bi capa y tri capa.

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

Dimensiones de tanques

Volumen útil (m <sup>3</sup> )	8,0	5,0	3,0	1,5	1,2	0,9	0,7	0,5	0,3
Diámetro mayor/ ancho (m)	2,00	1,90	1,75	1,15	1,20	1,04	0,93	0,85	0,85
Diámetro de la tapa	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50	0,50
Altura sin tapa (m)	2,07	2,35	1,66	1,22	1,27	1,17	1,19	0,90	0,66
Altura con tapa	2,10	2,40	1,70	1,25	1,29	1,20	1,21	0,92	0,68
Largo	2,70								

Mayores a 10 m<sup>3</sup>, es a pedido del cliente, los fabricantes ofrecen tanques cilíndrico hasta los 20 m<sup>3</sup>, o también tanque horizontal tipo cisterna.

### MATERIALES REQUERIDOS

- El tanque de agua plástico está disponible en el mercado, en el cual se ofrece este elemento con diferentes características (volumen, material, color, resistencia, etc.). Por lo general vienen hechos de polietileno con filtro para rayos Ultra Violetas, es decir con mayor resistencia al sol que el normal y evitando el desarrollo de microorganismos.
- Las capacidades disponibles son de 300, 450, 650, 900, 1200, 3000, 5000 y 7000 litros, con valores intermedios de acuerdo a marca.
- Generalmente llevan una tapa rosca o a presión en la parte superior lo cual permite su llenado.
- Sus características generales implican un depósito de agua de forma higiénica, eficiente, sin sabores u olores que alteren sus características originales.
- Los tanques de plástico son utilizados también para almacenar otros productos como granos y productos químicos.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

La instalación del tanque de agua puede definirse en los siguientes pasos:

**Paso 1. Lugar de la instalación**

Identificar el lugar propicio para la instalación. Este debe estar fuera del alcance de los animales, debe evitar el excesivo sol directo, debe disponer de una plataforma plana y de forma deseable, un lugar en el cual pueda recibir de manera fácil la dotación de agua, ya sea desde un cisterna móvil o a partir de recepción y filtración de agua de lluvia.

**Paso 2. Instalación**

Una vez disponible la plataforma, se procede a su instalación de una forma fácil, asegurando su estabilidad a través de correas o anclajes de materiales diversos como: cintas de goma, alambre de amarre u otros.

**Paso 3. Conexiones**

El llenado de agua puede realizarse a través de tubos de PVC conectados a techos limpios de basura, los cuales irán colectando el líquido. Es ideal disponer de un filtro el cual permite, bajo supervisión, realizar del filtrado de elementos indeseables en el tanque.

El llenado de agua a partir de cisternas se puede realizar de una forma fácil a partir de una manguera o de un politubo.

**Paso 4. Dispensar el agua**

La disponibilidad de agua es realizada a través de un grifo que está instalado casi en la base del tanque. Para una mayor presión es conveniente que el tanque se encuentre elevado, aunque esto resulta una limitación cuando se trata de recolección de agua de lluvias.

**MANTENIMIENTO**

La limpieza del tanque se realiza de forma manual o con un aspirador. En cualquier caso es una tarea sencilla dado el peso y las características del depósito.

**COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Los tanques pueden montarse sobre una base plana rígida, hormigón ciclópeo, hormigón armado, piso de ladrillo u otro rígido, para volúmenes pequeños sobre paredes en ángulo o sobre perfiles metálicos espaciados cada 10 cm, los apoyos deben estar nivelados.

Tanques de plásticos. Costos Directos Referenciales (Bs)

Volumen útil (m3)	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	3,0	5,0	8,0
Costo unitario	255	440	600	720	1 050	1 300	2 800	5 500	10 250

Estos costos pueden variar de acuerdo al fabricante y material empleado, el costo general es aproximadamente al equivalente de 1 200 Bs/m3, para volúmenes que no se muestra en la tabla.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- Si bien es un dispositivo cuyo valor fluctúa entre 0,8 y 1,2 bs/litro de capacidad, se constituye en un elemento inmejorable para mantener agua limpia almacenada por periodos de tiempo medianamente largos, de una forma efectiva y eficiente.
- Se han venido observando innovaciones adicionales en el uso de estos tanques, los cuales tienen que ver precisamente en su uso a través de huertas familiares y periurbanas.
- Paredes externas e internas lisas y se minimiza la mano de obra calificada.
- El agua almacenada, previo a su consumo humano, deberá ser tratada con métodos de desinfección recomendados fichas 36, 38, 39.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MMAyA / INIAF

Implementado en:

Altiplano, valles y llanos

Pág. Web

[http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS\\_bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://portal.iniaf.gob.bo/?s=FICHAS_bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

## BOMBA MANUAL DE PRESIÓN

Ficha C-9

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Alternativa complementaria a la perforación de pozos ya sea manual o mecanizada, consiste en la implementación de protección de fuentes de agua, pozos escavados, mediante sistema de bombeo manual para acceder al agua. A pesar de ser una medida secundaria, en tiempos de sequía es importante mantener las fuentes de agua protegidas y propiciar su eficiencia.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Abastecimiento de agua
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No definido
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**Operación/Usó**

- La operación de la bomba manual es sujetando firmemente por el aparador como un inflador y movimientos de subir y bajar.
- Los movimientos deben ser verticales de manera que es desgaste sea uniforme.
- Evitar golpear el agarrador al cuerpo de la bomba durante la operación del bombeo (cuando baja el agarrador).

**Nivel de empleo**

Rural concentrado, rural disperso y peri urbano

**Aplicable a zonas**

Llanura Chaco Beniana y Altiplano

**Mantenimiento preventivo**

Mensualmente, limpieza del área adyacente a la bomba de agua, quitando plantas, hierbas y cualquier material extraño.  
Herramientas: pico, pala y escoba

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

<b>Características</b>	Permite proteger las fuentes de agua de la contaminación, como los pozos escavados. Apropiado para reducidos grupos de familias. Instalación sencilla.
<b>Descripción de la obra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una bomba de acción directa, funciona como un inflador y permite extraer agua a presión con posibilidad de elevar a reservorios en altura.</li> <li>• Tiene como partes el agarrador que es de tubería de FG ¾", cuerpo y pistón con válvulas de retención.</li> <li>• La salida de agua o surtidor está instalado en el agarrador de la bomba parte móvil al accionar la misma.</li> <li>• Apropiado para ser instalado en pozos perforados y excavados.</li> <li>• De fabricación local con caudal 20 lts/min y mantenimiento a nivel de comunidad.</li> </ul>

### MATERIALES REQUERIDOS

<b>Recursos para la construcción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agarrador de tubería FG ¾"</li> <li>• Cuerpo y pistón</li> <li>• Válvulas de retención</li> <li>• Surtidor de agua</li> <li>• Cemento</li> <li>• Arena</li> <li>• Caja de madera</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas:</li> <li>• Pala , Picota</li> <li>• Llave stelson</li> <li>• Cressnet</li> <li>• Empaque</li> <li>• Válvula</li> <li>• Teflón</li> </ul>

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

Cada tres meses, verificar el desgaste del pistón y la cantidad de agua que se puede bombear. Anotar en cuaderno de registro. El uso cuidadoso de la bomba de agua, le dará mayor vida a la misma, en caso de tener bombas de uso público se debe colocar un cerrojo (candado) para evitar su mal uso.

**Mantenimiento correctivo**

Reparar el agrietamiento de grietas en el acabado del pozo donde sujeta la bomba. Procedimiento: picar el área dañada, y proceder a rellenar con mezcla de arena y cemento. Utilizar pico, pala, cuchara, cemento arena y agua.

En caso de caudal reducido o nulo en la bomba, cambiar las piezas dañadas. Procedimiento: Desarmar la bomba, identificar el daño o taponamiento por partículas que puedan existir y proceder al cambio o limpieza. Utilizar herramientas: llaves stelson, cressent, empaque, válvula, teflón, navaja.

- Luego de un año de uso, existe el desgaste de las empaquetaduras de la bomba, que debe ser reemplazada por otra más ajustada.
- Si las válvulas se han trancado, se deberá reemplazar por otras de la misma marca (tamaño) y cuidar armarla como ha sido el original.
- En caso de desgaste de tubería, verificar el diámetro y calidad para comprar una similar.



**PRESUPUESTO APROXIMADO**

<b>Costo estimado</b>	<p>El costo total está incluido en el servicio de perforación. Por ejemplo, para una perforación de 40 m. de profundidad con un costo unitario de Bs 210/m, el costo total es aproximado es Bs 8.400, incluyendo la bomba manual, con una capacidad de 10 a 20 litros/min.</p> <p>El costo aproximado varía según el material utilizado. Por ejemplo:                  El costo por metro lineal con PVC de 11/2" pulgada de diámetro es de Bs 180.                  El costo por metro lineal con manguera de polipropileno (politubo) de 11/4" pulgada de diámetro es de Bs 130.</p>
<b>Proveedores</b>	<p>Las partes de la bomba de agua a presión, se pueden comprar en las ferreterías de la localidad. Existen empresas que prestan el servicio de perforación más el equipamiento.</p>

**RECOMENDACIONES GENERALES**

La protección de los pozos perforados y los pozos escavados requiere del compromiso de todas las familias usuarias de la alternativa, principalmente en su mantenimiento y reposición por deterioro.

El mantener las fuentes de agua lejos de contaminación permite a las familias estar menos expuestas a enfermedades provenientes del agua, por tanto menos vulnerables a los efectos de la sequía.

<b>DATOS ESPECIFICOS DE LA ALTERNATIVA</b>	Institución	MMaYA
	Implementado en:	Llanura Chaco Beniana y Altiplano
	Pág. Web	<a href="http://www.mmaya.gob.bo">www.mmaya.gob.bo</a>



BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La falta de agua y forrajes son los mayores problemas que enfrentan los criadores de camélidos y manejadores de vicuña, frente a esta limitación el proyecto ha desarrollado diferentes alternativas tecnológicas que responden al problema de desabastecimiento de agua: zanjas o canales de conducción para el aprovechamiento de aguas superficiales, exploración de aguas subterráneas aplicando bombas eólicas y manuales.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua para bebederos animales
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



**Consideraciones técnicas**

Los acuíferos son explotados a través de varios tipos de captaciones, entre las cuales las más comunes son: Pozos profundos, aljibes, manantiales. La elección de alguna de estas formas de acceder a los acuíferos dependerá tanto de las características hidrogeológicas de la zona en particular, como de las necesidades de abastecimiento de agua y de las condiciones socio-económicas de la región.

Una de las grandes ventajas de las aguas subterráneas es que generalmente son de buena calidad para consumo humano por estar protegidas naturalmente por capas de suelos o rocas que tienen la capacidad para atenuar, retardar o retener algunos contaminantes, además de ser menos susceptibles que las aguas superficiales a cambios climáticos.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

**Replanteo**

Consiste en la delimitación o marcado del diámetro del pozo que será excavado; el mismo no debe ser mayor de 1,50 m. Se requiere utilizar estacas y una cuerda que ayuden a marcar el diámetro.

**Excavación**

El pozo debe tener una profundidad de por lo menos 1,5 m. de columna de agua (la altura o nivel de agua mínimo). Esto permitirá un buen rendimiento del mecanismo de succión y de bombeo con el uso de la bomba manual. El ancho interno de la excavación del pozo será de 1,5 m. para facilitar la instalación de anillas de hormigón. La profundidad de excavación dependerá de la "napa freática" o agua subterránea y la topografía (descripción detallada del terreno) donde puede encontrarse el agua. Esta profundidad variará desde los 2m hasta los 10 m de profundidad.

**Construcción de anillas**

Las anillas son la estructura que recubren y dan estabilidad al terreno donde se construye el pozo y son de dos tipos:

CARACTERÍSTICAS

- Menor profundidad, que usualmente no supera los 12 metros.
- No se requieren máquinas perforadoras o habilidades especiales para su construcción y son más económicos y funcionales que los pozos profundos.
- Al ser pozos de poca profundidad y gran diámetro, los acuíferos superficiales son alimentados por la precipitación (la lluvia) y el agua de la superficie.
- La experiencia muestra que el diámetro de un pozo excavado debe ser, por lo menos de 1.5 m.; dos personas deberán trabajar juntas en el fondo del pozo mediante la excavación.
- La profundidad que se debe y se puede cavar en un pozo, dependerá del tipo de estrato de suelo perforado, de la fluctuación del nivel freático, de la topografía, hidrología, situación geográfica, etc. Para determinar el sitio donde se ubicará cualquier tipo de pozo se debe analizar la formación geológica (la formación de las capas de suelo a través del tiempo, sedimentos de roca, tierra, etc.); las características de la cuenca y si es posible la dirección del movimiento de aguas subterráneas; además, se debe considerar si existen experiencias de pozos en la zona y cómo esta tecnología se comporta en el tiempo (si se seca o abastece todo el año), será de ayuda si se puede averiguar con las familias a qué profundidad están estos pozos, que ríos, lagunas de importancia existen en la zona (se puede utilizar la técnica del mapa parlante adecuado a la cuenca).

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

- a. Anilla sin orificio: permite la estabilidad del pozo.
- b. Anilla con orificio: permite la recarga de agua dentro del pozo. A esta estructura se suma la grava que es la capa de piedras pequeñas que ayudan a filtrar el agua de tierra o arena.

**“Encamisado” del pozo con anillas de cemento**

El encamisado o anillado del pozo, se refiere a la instalación de las anillas de hormigón armado en el sitio definitivo; para esto se requiere del apoyo de por lo menos 5 personas y algunos materiales y equipos como: sogas, tecle (polea con cadenas), trípode, rollizo (callapo o poste), picota, pala, barreno, motobomba y nivel.

**Vaciado de la tapa**

La tapa es la sección que permite el cierre del cilindro que forman las anillas; como también el lugar donde se sujeta la bomba manual con palanca; sirve además como un elemento que protege el agua del pozo.

**Instalación de la bomba manual**

La bomba manual es el mecanismo que permite el bombeo del agua subterránea a la superficie, a continuación se indican y explican sus componentes.

- Palanca: sirve para accionar la bomba manual y es de fierro galvanizado.
- Cabezal: también llamado pivote, es el encargado de conducir el agua del interior del pozo al exterior.
- Copla: es la parte que sirve para unir el cabezal y la tubería PVC.
- Tubería PVC: es el elemento que se encarga de conducir el agua.
- Émbolo: es el mecanismo que hace la succión y empuje de agua hacia la superficie.
- Válvula de retención: es la encargada de evitar que el agua retorne al pozo.
- Tapa metálica: es la tapa de inspección que está empotrada en la tapa de cemento.

**Construcción del bebedero**

Se preparará el molde del bebedero siguiendo los números guía para el armado. Durante esta etapa, será importante reforzar la estructura con un canastillo de fierro corrugado de ¼”. Se preparará además la mezcla de cemento en una relación de 3:1 (3 bolsas de arena por una de cemento) y se realizará el vaciado.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento de los mecanismos de funcionamiento de cualquier equipo o máquina, sea esta manual o automática, requiere de un proceso ordenado de pasos que permitirá alargar el tiempo efectivo de servicio. Este mantenimiento puede ser preventivo (sujeto a una programación) o correctivo (ante la necesidad de un ajuste).

Esta publicación se referirá al mantenimiento correctivo.

Estas son algunas causas y posibles alternativas de solución; que nos permiten decidir sobre la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo de la bomba manual de palanca, la tubería de bombeo y el émbolo de succión:

Problema	Mantenimiento correctivo
La palanca se encuentra atascada para realizar la operación de bombeo del agua.	Desmontar el cabezal "parte metálica de la bomba manual".
El cabezal tiene problemas de oxidación.	Desmontar y lavar con una lija fina para metal N° 80 y posteriormente pintarlo con una pintura anticorrosiva.
La palanca del cabezal está muy dura al momento del bombeo de agua.	Ajustar la goma de succión, al interior del émbolo.
La cantidad de agua es reducida y se requiere de mucho trabajo con la palanca, para poder llenar el bebedero.	Ajustar la goma de émbolo de succión.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Nunca utilice ningún lubricante para las partes móviles de la bomba de agua, ya que contaminara el agua.
- Cada vez que se desmonte la bomba de agua se debe realizar el mantenimiento preventivo para la limpieza del sistema.
- El empaque de la válvula del pistón no debe quedar muy duro al accionar el embolo de la bomba, esto lo puede desprender.
- Se debe esperar el tiempo suficiente para que la soldadura de PVC pegue los accesorios, de lo contrario se pueden desprender y ocasionar accidentes o daños internos.
- Se debe revisar cuidadosamente el estado de las válvulas (embolo y pistón), y las empaquetaduras.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

SOLUCIONES PRÁCTICAS - CRS

Implementado en:

Altiplano

Pág. Web

<https://solucionespracticas.org.pe/Descargar/699885/2115556>

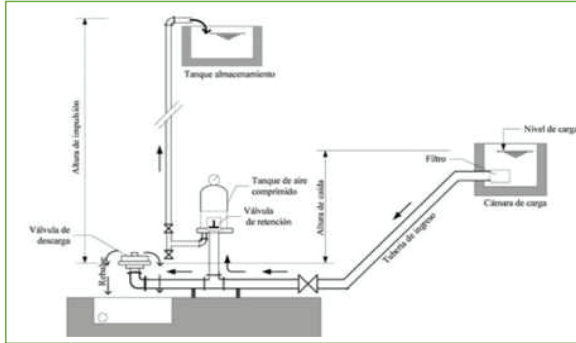
## BOMBA DE ARIETE

Ficha C-11

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La bomba de ariete es una máquina hidráulica sencilla que opera bajo el principio de aprovechamiento del golpe de ariete. Con este efecto se cumple que por metro de caída hidráulica, el ariete puede elevar hasta 10 metros, trabajando con solo la energía de la corriente de agua, esta tecnología está condicionada a la existencia de un caudal de oferta superior a la demanda, el flujo de agua deberá ser permanente, proveniente de un arroyo, río, canales y vertientes, que permita un desnivel topográfico.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

#### CRITERIOS DE DISEÑO

Para la elección del tamaño del ariete se determina mediante la fórmula:

$$q = Q \times n$$

$$(H/h)$$

Donde:

q: Caudal de agua bombeada (L/min)

Q: Caudal que alimenta el ariete (L/min) (consumo)

H: Altura de bombeo (m)

h: Altura de caída del agua (m)

n: Eficiencia del ariete (60 %)

#### Ejemplo:

Si H = 2m, h = 16 m, Q = 60 L/min

H/h = 8, q = 60 x 0,6/8 = 4,5 L/min (6,48 m<sup>3</sup>/día) caudal bombeada, tamaño del ariete de 2", según la tabla 1, para Q = 60 L/min (1,0 L/s).

El consumo de agua del ariete es regulable y depende de la altura de caída, en la Tabla, se indican los rangos de consumo de agua Q, de los distintos tamaños.

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

El agua que fluye por la tubería de ingreso gracias al impulso proporcionado por una altura de caída (desde 1 hasta 15 m.), rebalsa por la descarga hasta que su impulso obliga a la válvula de descarga a cerrarse. Al cerrarse la válvula de descarga, el impulso de la columna de agua que fluye por la tubería se transforma, por un instante, en presión que obliga a abrirse a la válvula de retención y se cierra nuevamente. El agua que fue parada en la tubería por el cierre de la válvula de descarga, rebota y produce una onda de presión negativa que obliga a esta válvula a abrirse nuevamente, ahora la válvula de descarga está abierta y el ciclo se repite.

La toma de agua puede ser, encausado de un río, arroyo, vertientes y canales de escurrimiento superficial, donde haya abundante agua o donde exista precipitaciones pluviales permanentes. Requiere de una caída de agua para elevar a un tanque de almacenamiento. Puede ser empleado en cualquier región del país.

No es indispensable que exista una gran caudal ni una gran caída para su funcionamiento, es suficiente una caída de un metro de altura para obtener buenos resultados, tomando en cuenta que la bomba está en funcionamiento las 24 horas del día, con poco caudal puede abastecerse a pequeñas poblaciones. Es aplicable donde no exista energía eléctrica en la zona. Para consumo humano, se deberá acompañar con un tratamiento, para su potabilización, mediante otras tecnologías factibles como el FIME, tanto a nivel familiar como a nivel comunal.

#### COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Costos directos referenciales (Bs)

Tamaño del ariete	2"	3"	4"	6"
Costo en Bs	4 603	6 215	10 322	16 148

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

**Elección del tamaño del ariete**

Tamaño del ariete (pulgadas)	2"	3"	4"	6"
Consumo total del ariete Q (L/min)	7 a 160	18 a 250	34 a 450	65 a 1300
Altura máxima de impulsión (m)	90	70	40	25
Diámetro de tubería de alimentación (pulgadas)	2	3	4	6

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

La válvula de descarga y el tanque de aire están fabricados en chapa de acero inoxidable y teflón. La válvula de descarga está dotada de una rosca con contratuerca que permite regular la apertura del disco obturador y, con ello, el caudal de agua consumido. El distribuidor esta ensamblado de piezas de acero galvanizado, accesibles en todos los mercados locales nacionales.

La válvula de retención en el interior del tanque de aire también está dotada de un sistema de regulación que permite optimizar el rendimiento para un mismo ariete en distintas instalaciones.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

El funcionamiento de la bomba es automática, se requiere el control de los mecanismos del equipo, ajustando la válvula de impulso, de los ciclos por unidad de tiempo, generalmente esta puede variar de 50 a 250 ciclos minuto, cuanto más rápida sea, menor es la cantidad de agua elevada, pero menor la cantidad de agua desperdiciada en la operación.

El mantenimiento se reduce a asegurar que el agua fluya sin suciedades, el agua turbia no impide su funcionamiento, pero se debe controlar las arenas evitando su ingreso al equipo.

Se debe proteger asimismo la captación y la estructura de la bomba contra crecidas en época de lluvias. Verificar que el caudal bombeado, es la normal indicado por el fabricante.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Actividad	Acciones Claves
Verificación de posición	de Revisar la ubicación de la bomba, para verificar algún desplazamiento por efectos de la vibración.
Verificación de desgaste	de Se deberá verificar si hay desgaste en las piezas.
Registro de Información	de En el libro de registro diario verificar el caudal normal de bombeo.
Verificación del número de ciclos	del Verificar el número de ciclos de funcionamiento de la bomba, como se ha determinado originalmente.
Limpieza	Limpiar la estructura donde está instalada la bomba, especialmente en la toma, para evitar el ingreso de sólidos flotantes. Mantener libre de obstrucciones y de arena la entrada de agua.
Cambio de empaque	de Cada 6 meses realizar un recambio de la goma del empaque.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- No requiere de energía eléctrica o combustible y permite elevar el agua hacia tanque de almacenamiento.
- Esta tecnología es dependiente del caudal de la fuente de agua y de la altura de caída por tanto se debe tomar muy en cuenta estos aspectos.
- La variación de caudal de la fuente, puede ocasionar disminución de caudal de impulsión. La vibración puede dañar a la bomba.
- Si entra aire en la toma puede afectar el funcionamiento de la bomba.
- En su aplicación se recomienda el tratamiento del agua para consumo humano.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MAAyA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág. Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

El sistema de bombeo fotovoltaica, emplea la energía renovable del sol, transformándolo en energía eléctrica, por medio de módulos o paneles fotovoltaicos, las mismas que están formadas por células o celdas fotovoltaicas, que son dispositivos formados por metales sensibles a luz que desprenden electrones cuando los fotones inciden sobre ellos y convierten la energía luminosa en energía eléctrica.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	20 años



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares, para conseguir un voltaje adecuado a las aplicaciones eléctricas, estos paneles captan la energía solar transformándola directamente en eléctrica, en forma de corriente continua incluso puede generar en días nublados: Las aplicaciones más frecuentes son: para electrificación de casas en el área rural, para bombeo de agua, riego y otras aplicaciones.

La energía proporcionada de los paneles, se utiliza para el funcionamiento de un motor y su bomba de agua, mientras más celdas están conectados en serie, mayor es el voltaje que suministran; mientras más celdas en paralelo, más alta la corriente.

Para brindar a las celdas la máxima protección, en las condiciones ambientales de operación más severas, estas se encuentran encapsuladas entre una cubierta de vidrio templado y una cobertura de vinilo etilénico, con fluoruro de polivinilo y una lámina de respaldo. Todas estas partes básicas se encuentran montadas en un marco de aluminio anodizado a fin de proveer resistencia estructural y facilidad de instalación.

**CRITERIOS DE SELECCIÓN**

Esta solución técnica es apropiada para localidades, donde no exista energía eléctrica, pequeñas familias concentradas y/o alejadas. Las bombas a ser elegidas, están en función a la disponibilidad de la fuente de agua, estas pueden ser: sumergibles, centrífugas fijas o flotantes, es recomendable realizar la consulta al proveedor, para la elección más adecuada.

**CRITERIOS DE DISEÑO**

Un sistema de bombeo con energía solar, es dimensionado de acuerdo a las necesidades o demandas de volumen diario de agua y altura total manométrica de impulsión. Los distintos proveedores ofrecen variedad de marcas con sus eficiencias y sus características técnicas. De los diversos modelos de sistemas de bombeo fotovoltaicos, el más conocido es el de accionamiento directo.

En todos los casos existe una relación directa entre la radiación solar y el caudal impulsado por la bomba solar.

**COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Costos directos referenciales (Bs)

Altura impulsión manométrica (m)	Volumen de producción (m3/día)			
	5	10	15	20
25	45 800	56 200	58 000	79 500
45	53 000	69 700	96 000	127 000
65	59 500	93 000	121 900	

Los costos, incluye Paneles solares, Controlador para bomba de agua, bomba de agua sumergible, soporte metálico para paneles, accesorios para interconexión de paneles solares, accesorios de conexión eléctrica, no incluye la mano de obra de la instalación y el transporte, dependerá de la ubicación solicitada.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

Cuando los rayos del sol son más intensos, en panel solar también suministra lo máximo de energía y en forma directa, la bomba también impulsa en igual magnitud, contrariamente cuando la luz del sol es menos intensa, el rendimiento de la bomba también disminuye, como se muestra en la Tabla 1 de referencia.

Los tipos y formas de bombas fotovoltaicas, son siempre menores en capacidad a las convencionales con energía eléctrica o de un generador, para la implementación se deberá consultar al proveedor.

En la Tabla 3, se muestra datos técnicos para la elección de la cantidad de paneles a ser empleadas, para una impulsión con bomba sumergible fotovoltaica, en condiciones normales de luminosidad del día. Teniendo el requerimiento del volumen diario y altura de impulsión manométrica (referido al nivel dinámico), permite determinar el número de paneles solares para las condiciones locales.

Número de paneles solares, en función de altura impulsión y volumen día.

Altura impulsión manométrica (m)	Volumen de producción (m3/día)			
	5	10	15	20
25	6	9	13	16
45	8	13	22	30
65	10	20	32	

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Para la instalación de los paneles solares se debe tomar en cuenta el ángulo y la dirección necesarios para captar diariamente la mayor cantidad de la radiación solar, no deben existir interferencias de vegetación circundante, construcciones, amenazas de la existencia de polvo.

Todos los accesorios y la estructura deben estar preparados y tener la resistencia para soportar las inclemencias del ambiente.

La estructura metálica de soporte debe ser de aluminio o estar pintada para evitar su oxidación

Para la instalación de la bomba, se deben conocer con certeza o verificar los niveles estático y dinámico. La bomba deberá estar siempre sumergida con una altura mínima de 1,0 m, por encima de la bomba.

Es recomendable construir un cerco de protección, para evitar el ingreso de personas ajenas o animales.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Generalmente el proveedor ofrece el módulo completo, como ser los paneles solares, controlador para bomba de agua, bomba sumergible, soporte metálico, accesorios para interconexión de paneles solares, accesorios de conexión eléctrica y la instalación en sitio.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para el mantenimiento, las actividades se reducen a la inspección de los paneles solares, comprobando que los mismos estén intactos y evitar la proyección de sombra, inspección visual de los cables, comprobando que estén intactos, inspección visual del nivel del agua del pozo el mismo que deberá estar al menos 1,0 metro por encima de la bomba, inspección visual de las tuberías de impulsión.

El funcionamiento del sistema es sencillo y directamente mediante un switch de palanca o un botón de encendido (ON) y otro para apagado (OFF), todo el sistema es automatizado.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Los paneles deberán ser protegidos del granizo o de posibles daños físicos por factores externos.
- Es muy importante el mantenimiento correspondiente ya que su duración dependerá del mismo.
- El agua bombeada ya sea de pozo, noria, vertiente, toma de agua o algún reservorio deberá ser tratada previamente para su consumo.
- El cerco de protección y la organización de la población son importantes para mantener el equipo en resguardo y bajo responsabilidad de los usuarios.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MAAyA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

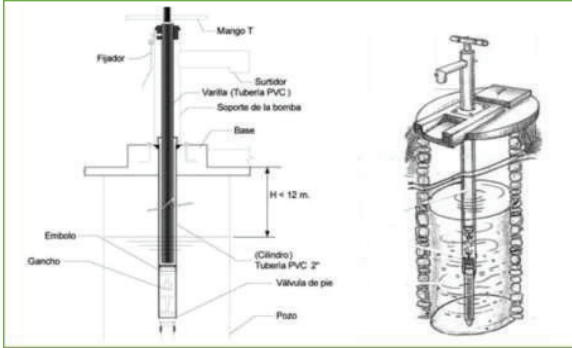
Pág. Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

La bomba Yaku es una bomba de acción directa diseñada para el uso hasta una profundidad de 12 metros. La bomba puede usarse a nivel de familia o de pequeña comunidad; se instala sobre pozos excavados o perforados, o sistemas de protección de vertientes. Tiene una capacidad de 40 litros por minuto en 40 acciones de bombeo. Su diseño es de dominio público, por lo que los fabricantes de cualquier país pueden fabricarla.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	20 años



**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1**

**CRITERIOS DE DISEÑO**

La capacidad de bombeo y altura de impulsión recomendado por el fabricante, se muestra en la Tabla.

Características técnicas de la bomba Yaku

Diámetro mínimo del pozo (pulg.)	Altura de instalación máxima en pozo (m)	Caudal de bombeo (L/min)
3	12	40 - 60

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

Los materiales empleados en su construcción son de tuberías de PVC, varilla Ø 1", SDR 21, F.G., plancha metálica, válvula de pie, cuero, pieza torneada del embolo, ganchos galvanizados, todo el trabajo es manual.

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

La bomba manual YAKU, es una tecnología simple, permite extraer agua de pozos excavados y pozos perforados de poca profundidad, el agua es recogida en la boca de pozo. La bomba es de acción directa, la fuerza humana es la que permite la operación, es similar a un inflador, por lo que la extracción de agua es discontinua. La altura de instalación de la bomba máxima es a 12 m, del nivel dinámico a la superficie del terreno, esta es la altura más cómoda para el accionamiento de un niño(a).

La estructura de la bomba está compuesto principalmente por: Soporte, mango, embolo, cilindro con filtro y válvula de pie cuerpo de la bomba, pistón, válvulas de retención y soporte rígido.

**CRITERIOS DE SELECCIÓN**

La Bomba manual YAKU, es una opción para su aplicación en diferentes zonas ya sea rural dispersa, rural concentrada, periurbana o en general donde las condiciones no sean favorables, para el abastecimiento de agua con tecnología convencional, es apta para una familia o grupo de familias concentradas, se acomoda a un pozo excavado o perforado con diámetro mínimo de 3".

En el país, desde muchos años atrás, se han instalado en muchas lugares este tipo de bombas, con resultados favorables, por la durabilidad de este equipo.

**COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Bomba manual Yaku. Costos Directos Referenciales (Bs)

Largo de la bomba (m)	5	7	10	12
Costo en bolivianos	1 900	2 100	2 300	2 450

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

COMPONENTES DE LA BOMBA YAKU

La bomba YAKU está constituida por siete componentes básicos:

- 1.-Soporte
- 2.-Mango
- 3.-Embolo
- 4.-Cilindro con filtro
- 5.-Valvula de pie
- 6.-Anillo de goma
- 7.-Varilla de retracción

POSICIÓN ALTA

Cuando el MANGO se acciona hacia arriba, se crea un vacío en el CILINDRO el cual levanta la CHAPALETA (1), permitiendo el ingreso de agua a través de la VÁLVULA llenando el CILINDRO. La CHAPALETA (2) permanece horizontal llenando los discos del embolo y empujando el agua hacia arriba para que salga por el surtidor.

POSICION BAJA

Quando el MANGO se acciona hacia abajo, la CHAPALETA (2) se levanta permitiendo que el agua pase del CILINDRO al TUBO ASCENDENTE para a luego salir por el SURTIDOR. Durante esta operación, Debido a la presión ejercida por el EMBOLO, la CHAPALETA (1) permanece horizontal sellando la VÁLVULA y evitando que el agua regrese al pozo.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta tecnología tiene el concepto BOMPO (Bomba de Operación y Mantenimiento a Nivel de Poblado), fácil mantenimiento por un responsable del poblado, fabricación local para garantizar repuestos, fortaleza y fiabilidad en las condiciones de funcionamiento sobre el terreno, buena relación costo – beneficio.

Para el mantenimiento no es necesario desarmar sus componentes originales, el diseño de la bomba permite extraer a la superficie tanto el embolo como la válvula de pie en una misma operación para su reacondicionamiento. Siendo estos los únicos componentes susceptibles a un mantenimiento periódico, cada 14 meses. La vida útil promedio de la bomba es de más de 10 años, como se confirma en varias instalaciones de este tipo de bomba.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Actividades Principales de Operación y Mantenimiento

Actividad	Acciones Claves
Operación	La operación es sencilla, la acción es de subir y bajar el mango, sujetando con firmeza y en forma vertical, para que el desgaste sea uniforme.
Verificación de caudal	Hacer el aforo, para verificar si existe pérdidas.
Cambio de accesorios y/o piezas	La pieza que con frecuencia es cambiada es la empaquetadura del embolo, para esta labor se deberá desarmar la bomba.
Reparación de la infraestructura	Reparar daños en la base y soporte de la bomba.
Disminución de caudal	Cambiar las piezas dañadas o desgastados de la bomba.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Mantener limpio los alrededores del pozo.
- Proteger la bomba YAKU de la intemperie (caseta, techo, lona).
- Entregar llave de 3/4" y gancho de retracción al responsable.
- Recomiende al encargado el uso de la llave y gancho de retracción para el mantenimiento.
- Informar de centros de abastecimiento donde existen repuestos.
- Recomiende el uso e importancia del Fijador.
- Esperar unas doce horas para el uso normal de la bomba.
- Si el pozo no tiene una CUBIERTA al rededor, recomiende que la construyan indicándoles su importancia.
- Producción de agua elevada, es apto para dotar al ganado, requiere de poco esfuerzo físico.
- Existen talleres de fabricación en el país.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MAAya / Banco Mundial

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág. Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)  
<http://documents.worldbank.org>



**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

La bomba manual Wara, es una tecnología simple, permite extraer agua de pozos excavados y pozos perforados profundos, el agua es recogida en la boca de pozo o también puede elevar a un depósito de agua. La fuerza humana es la que permite la operación, es aspirante e impelente, por lo que la extracción de agua es discontinua.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	25 años



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

En el caso de la bomba Wara de elevación, su accionamiento es semejante, para la impulsión requiere de otra tubería paralela, donde se instala una válvula de retención y válvula de pie con retención y filtro, esta forma permite evitar el retroceso de la carga de agua, también puede ser usado con aguas con cierta turbiedad, para este caso las válvulas son de abertura mayor y de goma como válvula de retención.

**CRITERIOS DE SELECCIÓN**

La Bomba manual “Wara”, es una opción para su aplicación en diferentes zonas ya sea rural dispersa, rural concentrada, periurbana o en general donde las condiciones no sean favorables para el abastecimiento de agua con tecnología convencional, es apta para una familia o grupo de familias concentradas, escuelas y otros. La bomba Wara de elevación permite impulsar a un tanque de almacenamiento, como se muestra en la Fig. 2, y aprovechar para distintos usos, como baños escolares con arrastre de agua, duchas familiares o para extraer agua de un tanque enterrado. Asimismo la elevación permite aprovechar cualquier tratamiento del agua, para lograr un agua segura, mediante filtros de arena u otro.

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

La bomba se puede instalar en pozos comunales o en pozos de uso familiar, excavados o perforados, en este último caso el diámetro mínimo deberá tener 4”. La profundidad máxima a la que se instala estas bombas es 10 m. Una adaptación y mejoramiento de la bomba Wara directa es el de elevación, que permite impulsar una altura de 16 m del nivel dinámico, para este propósito se requiere un diámetro de pozo perforado mínimo de 6” o pozo excavado. Esta bomba por el caudal de bombeo que ofrece es aprovechable también para otros usos como en la ganadería y riego, el caudal que impulsa es de 20 – 40 L/min, para su accionamiento no requiere de mucho esfuerzo, está diseñada para que un niño(a), pueda operar sin dificultad.

La estructura de la bomba es bastante robusta, compone de un cabezal metálico, un surtidor, conexión de tuberías, pistón, cilindro de PVC, válvula de pie, varilla, cabezal, palanca de acción y base de hormigón para desagüe. La acción es de desplazamiento positivo de doble acción, de efecto simple, en cada carrera se desaloja un volumen de agua ocupado por el pistón, el cilindro tiene un diámetro de 2 ½” a 3”, y longitud de 50 cm. puede ser de bronce o PVC E-40, el pistón lleva dos empaques de cuero de fácil mantenimiento.

**COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Bomba Wara. Costos Directos Referenciales (Bs)

Bomba Wara directa

Largo bomba (m)	5	7	10
Costo en Bs	1 140	2 140	2 200

Bomba Wara de elevación

Largo bomba (m)	5	7	10
Costo en Bs	3 360	3 480	3 600

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

CRITERIOS DE DISEÑO:

La capacidad de bombeo y altura de impulsión recomendados por el fabricante, se indica en la tabla 1.

Características de la bomba

Modelo bomba manual	Características	Diámetro mín. del pozo (pulg.)	Altura de instalación máxima en pozo (m)	Impulsión desde el terreno a depósito (m)	Caudal de bombeo (L/min.)
Wara 1	Directa	3	10	0	15-25
Wara 2	Indirecta	6	10	6	40 -60

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS:

La bomba Wara está compuesto principalmente de un pistón, puede ser de bronce o de PVC E-40, donde se aloja el embolo que es generalmente un empaque de cuero, este embolo está conectado a la varilla, que llega al cabezal. Por debajo del embolo se encuentra una válvula retención de pie con filtro. Presenta también una tubería de PVC como camisa, donde circula el agua para salir al exterior mediante el surtidor, la estructura de soporte y la palanca de acción son metálicas y, la base de hormigón simple.

Con el propósito de evitar contaminación del agua con el ambiente exterior, se puede confinar el agua con la construcción de una cúpula de ferrocemento, apoyado en la pared del cilindro, como encamisado de protección una tubería de PVC de 4", que servirá para la extraer todo el cuerpo de bomba y realizar su mantenimiento, por encima de la cúpula se rellena con el material extraído del pozo ver Anexo 1, Fig.1.1.

Para la bomba Wara de elevación es similar, excepto en la instalación de una válvula de retención ubicado en la línea de salida. La tubería de impulsión puede ser de PVC de 1 ½", que conecta a un tanque de almacenamiento

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:

Esta tecnología tiene el concepto BOMPO (Bomba de Operación y Mantenimiento a Nivel de Poblado), fácil mantenimiento por un responsable del poblado, fabricación local para garantizar repuestos, fortaleza y fiabilidad en las condiciones de funcionamiento sobre el terreno, buena relación costo – beneficio a mediano plazo.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Actividad	Acciones Claves
Recolección del agua	Colocar el recipiente, en la base o tapa del pozo ubicando debajo del surtidor de salida, accionar la palanca hasta lograr la cantidad de agua requerida, el procedimiento por su sencillez no requiere más acciones. El agua por no estar expuesta a la intemperie no es susceptible a congelamiento.
Tratamiento	Para consumo de la cocina e ingesta, deberá usar un filtro casero de arena u otro. Para beber hacer hervir el agua o usar el método SODIS, para otros usos no potables puede usar sin tratamiento.
Prevención	Revisar el área cercana al pozo, para identificar posibles fuentes de contaminación: como ser letrinas, agua estancada etc., limpiar la tapa y su drenaje, verificar el caudal de salida para constatar el desgaste del empaque.
Revisión mecánica	Normalmente se tiene desgaste del empaque de cuero y de los empaques de goma, es recomendable su mantenimiento cada 6 meses.
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarmar el cabezal, sacando los pernos del cabezal, suspender el cabezal y sujetar la varilla del embolo con prensa. Girar el cabezal y sacarlo.</li> <li>- Desarmar la varilla de embolo y las tuberías. - Sacar las tuberías. - Sacar el pistón el embolo y su válvula.</li> <li>- Abrir el pistón, cambie el empaque de cuero si está dañado.</li> <li>- Asegurar las partes que conectan y forman el cilindro, colocar el cilindro de acuerdo a la altura recomendada.</li> </ul>

RECOMENDACIONES GENERALES

- Se puede impulsar a un tanque elevado, con plena seguridad, para uso de ducha.
- Vida útil de la bomba más de 25 años en función a su mantenimiento.
- El uso de la bomba manual permite menor riesgo de contaminación exterior.
- Al extraer agua de pozo es recomendable su tratamiento previo al consumo humano.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MAAyA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág. Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

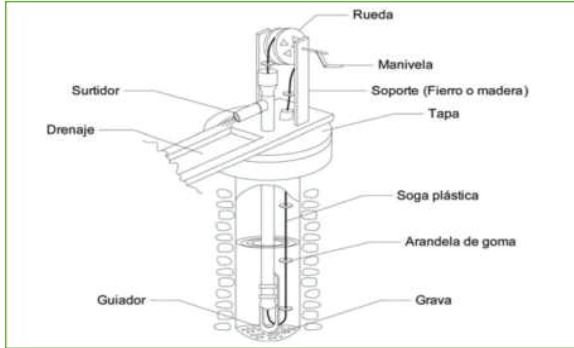
## BOMBA MANUAL ROSARIO

Ficha C-15

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La bomba manual Rosario o denominado también Soga, es una tecnología simple, permite extraer agua de pozos excavados u otra fuente hasta la superficie o nivel deseado, con un mínimo de esfuerzo físico. La bomba de Soga constituye un circuito cerrado entre la fuente de agua y la superficie o nivel deseado, mediante una soga sin-fin en la que se disponen arandelas (arandelas) de goma u otro material, a intervalos determinados, elevando porciones continuas de agua.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	25 años



### CARACTERÍSTICAS GENERALES

La bomba se puede instalar en pozos comunales o en pozos de uso familiar, excavados o perforados, en este último caso el diámetro mínimo deberá tener 4". La profundidad máxima a que se instala estas bombas es a 40 m, con diseños especiales se puede llegar hasta 80 m. Esta bomba por el caudal de bombeo que ofrece es aprovechable para usos en la ganadería, riego y para consumo humano, para este efecto requiere de un tratamiento simple, como los filtros caseros.

Esta bomba se puede adaptar para ser accionada con bicicletas, molinos de viento, motores, la instalación puede ser en forma vertical o inclinada con dos ruedas.

Los elementos que componen la bomba son una soga sin fin, con arandelas moldeadas cónicamente y dispuestos (anudados a la cuerda) a intervalos de 20 a 30 cm. La soga con arandelas es impulsado por una polea, de tal manera que eleva el agua a la superficie a través del tubo de PVC. La polea en una rueda tipo bicicleta, se ancla sobre un piso fijo, que cubre la superficie del pozo y que dispone además de dos agujeros donde se anclan tubos de PVC, por donde baja y sube la soga.

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

Como polea se utiliza el aro de una bicicleta que es accionada por una manivela, esta puede ser construida soldando tres tubos en ángulo recto. Las arandelas se fabrican en polietileno y deben tener una tolerancia mínima en el tubo de bombeo para evitar pérdidas en el fluido a bombear. La soga con las arandelas da la vuelta en el fondo del pozo por medio de una guía, a ser posible de vidrio para reducir la fricción en este punto. Es vital que la soga este alineado con los tubos de entrada y salida así con la guía para evitar rozamientos e incluso atascos.

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN

La Bomba manual "Rosario", es una opción para su aplicación en diferentes zonas ya sea rural dispersa, rural concentrada, periurbana o en general donde las condiciones no sean favorables, para el abastecimiento de agua con tecnología convencional, es apta para una familia o grupo de familias concentradas, el pozo puede ser excavado o perforado permite conseguir mayor caudales que las otras alternativas de bombas manuales, generalmente es usada para riego y consumo de animales.

### COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Bomba Wara. Costos Directos Referenciales (Bs)

Bomba Wara directa

Largo bomba (m)	5	7	10
Costo en Bs	1 140	2 140	2 200

Bomba Wara de elevación

Largo bomba (m)	5	7	10
Costo en Bs	3 360	3 480	3 600

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

**CRITERIOS DE DISEÑO:**

Para uso de consumo humano es obligatorio el tratamiento, mediante filtros caseros, u otro, tomando en cuenta que la bomba no está protegida y es un medio de contaminación, cuando entra en contacto con el medio ambiente.

En el país se han instalado estas bombas, desde varios años atrás en las distintas regiones, ejecutados por varias instituciones gubernamentales.

**CRITERIOS DE DISEÑO**

La capacidad de bombeo y altura de impulsión se muestra en la Tabla.

Profundidad del pozo (m)	10	20	30	50	70
Caudal (L/min)	40	20	14	8	5
Tubo de bombeo (pulg.)	2	1 1/2	1	3/4	1/2"
Diámetro mín. pozo (pulg.)	5	4	4	4	4

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

Las arandelas pueden ser hechas con goma de neumáticos de auto, de cuero o de madera. El mejor resultado se logra al hacerlos por inyección de polietileno de alta densidad ya que es posible controlar mejor sus dimensiones.

La sogá que se usa debe tener de 5 a 6 mm de diámetro, el material puede ser nylon, ésta es fuerte pero tiende a deslizarse. Las sogas de polipropileno dan mejor resultado, esta sogá es recomendable hasta una profundidad de pozo menor a 35 m, a mayor profundidad de pozo debe utilizarse diámetro de sogá mayor a 6 mm. El tubo es PVC E-40, La polea, está compuesto por un aro de bicicleta en desuso o fabricado expresamente, unida a una barra unida al pasador o al propio cuadro delantero de la bicicleta.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:**

Esta tecnología tiene el concepto BOMPO (Bomba de Operación y Mantenimiento a Nivel de Poblado), fácil mantenimiento por un responsable del poblado, fabricación local para garantizar repuestos, fortaleza y fiabilidad en las condiciones de funcionamiento sobre el terreno, buena relación costo – beneficio.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Actividad	Acciones Claves
Recolección del agua	Colocar el recipiente, en la base o tapa del pozo ubicando debajo del tubo de salida, girar la manivela en dirección tal que las anillas de goma salgan del tubo de PVC, conectado al surtidor.
Tratamiento	Para consumo de la cocina e ingesta, deberá usar un filtro casero de arena u otro. Para beber hacer hervir el agua o usar el método SODIS. Para otros usos no potables puede usar sin tratamiento.
Prevención	Revisar el área cercana al pozo, para identificar posibles fuentes de contaminación: como ser letrinas, agua estancada etc. Verificar el desgaste de la sogá y las arandelas (anillas), si está uniforme. Verificar el caudal de bombeo y comparar con el de inicio.
Revisión mecánica	Engrasar el eje de giro de la polea y ajustar los pernos.
Mantenimiento	Aflojar los tornillos y pernos del soporte en que está fijado el eje de la polea, sacar la misma, retirar la sogá gastada o rota y verificar el estado de las anillas, preparar una nueva sogá plástica con los anillos de goma para evitar desarmar toda la bomba. Armar la bomba colocando la polea.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Este tipo de bombas se utilizan generalmente para la extracción de agua para ganado o riego (no exclusivamente) por tanto será necesario conjugar esta alternativa con sistemas de riesgo y optimización de agua.
- A mayor profundidad mayor esfuerzo para el bombeo por tanto es recomendable para aquellas regiones donde los pozos son poco profundos, en caso de ser pozos profundos optar por otro tipo de bomba.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MAAyA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

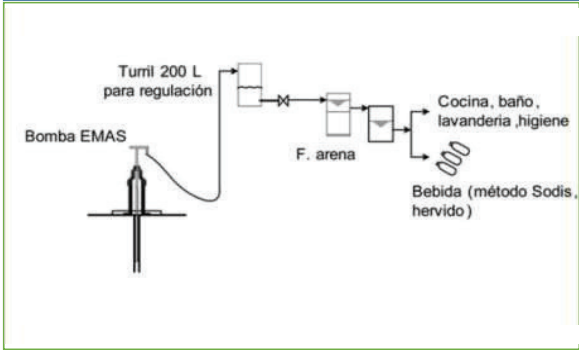
Pág. Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

La bomba manual EMAS FLEXI, es una tecnología simple, permite extraer agua de pozos excavados y pozos perforados profundos de pequeño diámetro, el agua es recogida en la boca de pozo o también puede elevar a un depósito de agua. La bomba es de acción directa, la fuerza humana es la que permite la operación, es similar a un inflador, por lo que la extracción de agua es discontinua.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	25 años



**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

La altura de instalación de la bomba más recomendable es no mayor a 30 m, del nivel dinámico a la superficie del terreno, esta es la altura más cómoda para el accionamiento de un(a) niño(a).

La estructura de la bomba está compuesta principalmente por: Un agarrador, cuerpo de la bomba, pistón, válvulas de retención de PVC y soporte rígido.

**CRITERIOS DE SELECCIÓN**

La Bomba manual "EMAS FLEXI", es una opción para su aplicación en diferentes zonas ya sea rural dispersa, rural concentrada, periurbana o en general donde las condiciones no sean favorables, para el abastecimiento de agua con tecnología convencional, es apta para una familia o grupo de familias concentradas.

Asimismo la elevación permite aprovechar cualquier tratamiento del agua, para lograr un agua segura, mediante filtros de arena, u otro.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1**

**CRITERIOS DE DISEÑO**

La capacidad de bombeo y altura de impulsión recomendados por el fabricante, se muestra en la Tabla 1, que nos permite elegir, a la necesidad del usuario.

Características técnicas de la bomba EMAS FLEXI

Modelo bomba manual	Características	Diámetro min. del pozo (pulg.)	Altura de instalación máxima en pozo (m)	Impulsión desde el terreno a depósito (m)	Caudal de bombeo (L/min)
EMAS FLEXI	Directa	1 ½"	30	50	15 - 30
EMAS FLEXI	Con elevación	2	25	35	20 - 25

**COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Bomba manual EMAS FLEXI. Costos Directos Referenciales (Bs)

Largo de la bomba (m)	5	7	10	15	20	25
Costo en bolivianos	190	195	195	220	250	300

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

El agarrador es de FG de 1/2 “, un pistón que puede es de polietileno (politubo) de ½” a la cual se sujeta, una válvula de retención de ½” fabricado con accesorios de PVC. Esta pieza es fabricada localmente, utilizando un niple de PVC E-40 de ¾” donde se introduce una canica de vidrio, que hace de tapón.

El cuerpo de la bomba puede es de polietileno (politubo) de Ø 1” a la cual se sujeta otro tubo con una unión, la válvula de pie de similar fabricación, está sujeta mediante presión.

El pistón está sujeto al agarrador de la bomba mediante una unión enroscable, la cual está dentro del cuerpo de la bomba sujeta por una reducción en cupla de Ø 1 ¼” a 1”.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Esta tecnología tiene el concepto BOMPO (Bomba de Operación y Mantenimiento a Nivel de Poblado), fácil mantenimiento por un responsable del poblado, fabricación local para garantizar repuestos, fortaleza y fiabilidad en las condiciones de funcionamiento sobre el terreno, buena relación costo – beneficio.

Es una bomba que funciona como un inflador (la acción del agarrador es de arriba hacia abajo). Las piezas que requieren mayor mantenimiento, siguiendo un orden correlativo es la empaquetadura de la válvula de pistón, la válvula de pistón, la válvula de pie. Se deberá cambiar el empaque de goma cada vez que disminuya la presión de la bomba, que está en función del uso de la bomba que puede ser cada seis meses, cada uno o dos años.

La vida útil promedio de la bomba está en función del tipo de material que se utiliza y el número de usuarios, (promedio de 3 a 6 años).

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Actividad	Acciones Claves
Operación	La operación es sencilla, la acción es de subir y bajar el mango, sujetando con firmeza y en forma vertical, para que el desgaste sea uniforme.
Verificación de caudal	Hacer el aforo, para verificar si existe pérdida.
Cambio de accesorios y/o piezas	La pieza que con frecuencia es cambiada es la empaquetadura de válvula de pistón, como también puede haber daño en la válvula de retención.
Reparación de la infraestructura	Reparar daños en la base y soporte de la bomba.
Disminución de caudal	Cambiar las piezas dañadas o desgastados de la bomba.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- Si el acuífero es de buena calidad, este tipo de bomba no provoca contaminación.
- Operación y mantenimiento sencillo.
- El sistema permite extraer solo el agua necesaria, por lo que ayuda el uso racional del agua.
- Solo es apto para el consumo doméstico, para el uso de higiene personal como una ducha, en el caso de las zonas cálidas, requiere de mayor esfuerzo para elevar a un tanque.
- De hacer uso para riego, es recomendable la construcción de tanques de almacenamiento.
- Al extraer agua de pozos se recomienda conjugar la alternativa con medidas de desinfección o tratamiento del agua previo a su consumo humano.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MAAyA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág. Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

## BOMBA HIDRONEUMÁTICA

Ficha C-17

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La Torre Hidroneumática, es una tecnología que permite presurizar el agua, de manera de mantener la presión de agua de una red, dentro de límites preestablecidos de manera continua y totalmente automática. La Torre Hidroneumática trabaja en combinación con una bomba eléctrica (sumergible o centrífuga). El funcionamiento de la bomba es automatizada, por efecto de la Torre Hidroneumática.

#### USO Y FUNCIÓN

Agua y saneamiento

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

#### VIDA ÚTIL

25 años



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

Todo el consumo eléctrico es generado por la bomba exclusivamente. Un sistema de bombeo con Torre Hidroneumática consume la misma cantidad de energía que un sistema de bombeo con tanque elevado. Se pueden utilizar tanto bombas centrífugas como sumergibles. Lo importante es que las bombas estén diseñadas para arranque y cortes seguidos. Las bombas europeas están recomendadas puesto que están diseñadas para arrancar y cortar hasta 60 veces por hora. En el país, especialmente en el Departamento de Cochabamba, se han instalado en muchos barrios de las zonas periurbanas, torres hidroneumáticas en sistemas de agua potable, con resultados satisfactorios, como ejemplo se puede mencionar, que en la zona de Molle Molle Central, el consumo de energía eléctrica de la bomba sumergible asciende a un promedio de Bs 1 346 por mes, para 267 conexiones domiciliarias (Bs 5,04 /mes x conexión). Esta información permite comprender el funcionamiento y su costo de operación.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Esta tecnología puede reemplazar al tanque elevado convencional, (de acuerdo a las condiciones locales), para barrios, condominios, comunidades, edificios, viviendas en general.

La Torre Hidroneumática, está conformado por uno o varios cilindros (dependiendo del modelo) de Acero galvanizado o PVC, que actúan como tanques almacenadores de agua a presión. Un sistema instrumental que detecta el estado de presión de la red y controla el funcionamiento de la bomba, trípode metálico y un conjunto de tuberías, válvulas y accesorios que hacen al conjunto.

### CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para optar por esta tecnología debe cumplirse las condiciones siguientes: Debe existir energía eléctrica en el lugar, el caudal del pozo deberá ser igual o mayor al requerimiento de la población atendida (caudal máximo horario o picos de consumo), la red debe diseñarse para una presión no menor a 40 m.c.a. y las viviendas deben contar con micro medidores. Puede también interconectarse con otros sistemas similares.

Si bien la Torre Hidroneumática comanda la bomba eléctrica. La torre misma no consume energía.

### COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Torres hidroneumáticas. Costos referenciales (Bs)

Mini	Clásica	4 cilindros
10 000	15 000	20 000

Como ejemplo el consumo de energía eléctrica de la bomba sumergible asciende a un promedio de Bs 1 346 por mes, para 267 conexiones domiciliarias (Bs 5,04/mes x conexión).

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

**CRITERIOS DE DISEÑO**

La elección del modelo de la Torre hidroneumática, está en función de las características técnicas requeridas de diseño. En la tabla No. 1, se muestra los tres modelos que se fabrican.

Características técnicas	Modelo de Torre Hidroneumática		
	Mini	Clásica	4 cilindros
Caudal (L/s)	0 a 0,5	0 a 1,5	0 a 10
Presión (m.c.a.)	10 a 46	10 a 46	10 a 46
Potencia de la Bomba (HP)	0,3 a 1	0,3 a 2	0,3 a 15
Sistema de Agua P. (No. Viviendas)	< 25	25 a 100	100 a 700
Material cilindro amortiguador	PVC	Acero galv.	Acero galv. y PVC

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

Las Torres Hidroneumáticas son equipos compactos. Compone de las siguientes partes:

Un cilindro amortiguador de PVC y de acero galvanizado, con reservorio de aire permanente o de reposición automática.

Protección externa apta para intemperie, e interna para uso sanitario.

Colectores de aspiración e impulsión de bombas totalmente en fierro galvanizado con válvulas esféricas de bronce cromado y válvulas de retención vertical de bronce. Instrumental de control de presión con un campo de regulación de 10 a 46 m.c.a.

Trípode de montaje de todo el conjunto en estructura metálica con todos los componentes solidarios a la misma, formando un equipo monoblock.

Kit completo de accesorios para conexión a la red.

Cableado eléctrico completo entre tablero, motores e instrumentos.

El equipo es enviado a obra con posterior puesta en marcha del mismo y control de funcionamiento.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Por la robustez de la parte estructural, diseñada para una vida útil de por lo menos 20 años, el mantenimiento se reduce al cambio del presostato cada 3 años, con un costo de 360 bolivianos. La operación es automática, no requiere de operador. Los manómetros existentes son de control y tiene dispositivos de presión con conexiones eléctricas, que permiten iniciar o cortar el funcionamiento de la bomba.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

ACTIVIDADES	FRECUENCIA	HERRAMIENTAS
Limpiar el área adyacente al pozo, torre hidroneumática, quitando plantas, hierbas y otros materiales extraños.	Mensual (Cada mes).	Pico , pala, machete, Azadón.
Verificar si no hay asentamientos de la estructura de la torre.	Semestral (cada 6 meses).	Cuaderno, lápiz.
Limpiar y excavar el canal de protección fuera del cerco de protección para proteger de las aguas de lluvia.	Anual (Cada año).	Pico, pala, carretilla.
Verificar el funcionamiento del manómetro.	Semestre (Cada 6 meses).	Cuaderno y lápiz.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Costo menor respecto a la construcción de tanques elevados convencionales. La presión de trabajo puede ser regulada a requerimiento.
- Preserva la calidad del agua, ya que no es almacenada ni expuesta al medio ambiente.
- No requiere de personal que vigile su funcionamiento, por estar dotada de un equipo de control automatizado.
- Al ser un equipo totalmente automatizado, pueden interconectarse varias Torres Hidroneumáticas (varios pozos) a una red y sincronizar su funcionamiento.
- Sus componentes junto con el criterio constructivo hidráulico y eléctrico, resultan de mayor sencillez que otros sistemas.
- No lleva diafragmas ni elementos de goma, por tanto, el sistema no requiere de mantenimiento y su vida útil es mayor.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MAAyA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág. Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)



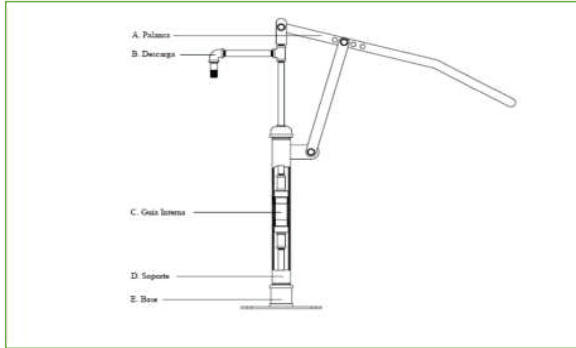
## BOMBA MANUAL TIPO CEPIS

Ficha C-18

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La bomba manual es un dispositivo que sirve para elevar el agua. El funcionamiento de las bombas manuales se basa en dos principios: la aceleración y el desplazamiento. Las bombas centrífugas aceleran el agua y le dan presión, mientras que en las bombas de pistón la presión se obtiene por el desplazamiento del agua.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	25 años



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

Las bombas manuales más conocidas son las de pistón y la de tipo rosario. La Bomba de Pistón cuenta con dos válvulas de retención que pueden ser hechas de cuero, jebe, boilllas o juntas metálicas. Al subir el pistón se abre la válvula de pie y el agua ingresa; bajamos el pistón y la válvula de pie se cierra y se abre la válvula superior expulsando el agua hacia la superficie. La Bomba Rosario es útil cuando se requiere extraer agua de pozos de poca profundidad. Consiste en una cuerda con tapones cada cierto tramo, la que se hace girar con una manija. En la medida que gira la cuerda los tapones capturan una pequeña columna de agua que llevan hacia la superficie.

#### Componentes

**Cilindro:** Es el dispositivo en donde tiene lugar la impulsión del agua mediante el deslizamiento del pistón.

**Pistón:** El pistón es una pieza de forma cilíndrica, que transmite un impulso al agua al desplazarse verticalmente por el interior del cilindro, transmitiendo una presión que hace posible la apertura y cierre de la válvula del pistón.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

La bomba es:

- Fácil de desarmar y sin el auxilio de herramientas.
- Resistente al impacto e intemperismo.
- Capaz de extraer agua desde una profundidad de 40 metros.

La bomba permite:

Extraer por lo menos 1000 m3 de agua para una vida media de 10 años (250 litros de agua por familia y día).

Suministrar un caudal de 7 litros por minuto con una carrera de pistón de 0,50 m y una frecuencia de 22 movimientos por minuto.

La bomba tiene:

- Peso aproximado de 890 g.
- Longitud de 1330 mm.
- Diámetro de 42 mm.

### COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Bomba manual EMAS FLEXI. Costos Directos Referenciales (Bs)

Largo de la bomba (m)	5	7	10	15	20	25
Costo en bolivianos	190	195	195	220	250	300

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2**

**Válvula del pistón:** Es el dispositivo que permiten el paso de agua del cilindro a hacia la tubería de impulsión e impide el regreso de agua desde la tubería de impulsión hacia el cilindro. Va unido al pistón.

**Válvula de pie:** Es el dispositivo encargado de dar paso al agua hacia el cilindro y retenerla ahí.

**Filtro:** Es el elemento encargado de retener las partículas que se encuentren en el agua.

**Fabricación de la bomba manual**

Está fabricada a partir de tubería plástica de PVC clase 10. Esta bomba funciona por acción directa y tiene capacidad de succionar hasta 0,6 litros de agua por golpe, desde una profundidad promedio de 40 m. Los elementos sometidos a desgaste han sido evaluados y posteriormente normalizados.

Esta bomba es fácil de montar siguiendo los procedimientos sencillos que se presentarán a continuación.

**Características de fabricación**

La bomba CEPIS/OPS es una bomba manual de acción directa de fácil montaje y desmontaje, se puede fabricar en pequeños talleres mecánicos, con ayuda de pequeñas herramientas, teniendo las siguientes características:

- Ligera, hecha de PVC.
- Construida con piezas disponibles en el mercado.
- Capacidad de extraer un volumen de 0,6 litros/golpe de una profundidad aproximada de 40 metros.
- Gran durabilidad.
- Fácil de instalar por ser flexible (se emplean tubos de polietileno de alta densidad, PEAD, para su instalación).

• Poco mantenimiento.

Partes de la bomba

- Cilindro
- Pistón-válvula
- Válvula de pie
- Filtro

Accesorios de instalación

- Tubo de impulsión (polietileno de alta densidad  $\phi$  1/2").
- Tubo de soporte (polietileno de alta densidad  $\phi$  1").
- El cabezal no es considerado parte de la bomba.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

**Procedimiento para el montaje de la bomba manual.**  
Se supone que la plataforma de cemento ya ha sido construida y se han fijado los pernos de anclaje.

**Paso 1** Coger el tubo de polietileno de  $\phi$  1" y cortar una longitud H, también coger la tubería de polietileno de  $\phi$  1/2" y cortar a una longitud: H + 110 cm.

**Paso 2:** Desenroscar las uniones de 1 ¼" del cilindro de la bomba

**Paso 3:** Recuperar el pistón-válvula de la bomba

**Paso 4:** Hacer rosca con tarraja a la tubería de polietileno de ½" y 1".

**Paso 5:** Introducir la tubería de polietileno de  $\phi$  1/2" en la tubería de  $\phi$  1".

**Paso 6:** Enroscar la tubería de polietileno de  $\phi$  1" a la unión de  $\phi$  1", haciendo pasar el tubo de polietileno de  $\phi$  1/2" internamente por el tubo de PVC.

**Paso 7:** Coger el pistón y enroscar al tubo de polietileno de 1/2".

**Paso 8:** Coger la Unión de  $\phi$  1-1/4" y enroscarla al tubo de PVC.

**Paso 9:** Coger la válvula de pie y enroscarla en la unión de  $\phi$  1-1/4".

**Paso 10:** La bomba está lista para introducirla en el pozo.

**Paso 11:** Introducir la bomba en el pozo, cogiendo de la tubería de polietileno.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

- Este tipo de bombas se utilizan generalmente para la extracción de agua para ganado o riego (no exclusivamente) por tanto será necesario conjugar esta alternativa con sistemas de riesgo y optimización de agua.
- A mayor profundidad mayor esfuerzo para el bombeo por tanto es recomendable para aquellas regiones donde los pozos son poco profundos, en caso de ser pozos profundos optar por otro tipo de bomba.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

OPS COSUDE PERÚ

Implementado en:

Pág.  
Web

<http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/i119-04Fabricacion.pdf>

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Una motobomba es un dispositivo utilizado para mover fluidos como líquidos y lodos. Las motobombas desplazan un volumen por la acción física o mecánica. El principio de funcionamiento de una motobomba es igual al de cualquier bomba hidráulica normal, consiste en transformar la energía mecánica en energía cinética, la gran diferencia es que en vez de ser accionadas por un motor eléctrico son accionadas por un motor de combustión que usará gasolina o diesel.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	3 a 5 años



**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

El uso, la demanda de agua, la presión o el tipo de agua –limpia o sucia- son algunos de los aspectos que debemos tener en cuenta a la hora de elegir una bomba u otra.

Las bombas también nos ayudan a ahorrar ya que nos permiten recuperar el agua de lluvia, de pozos o depósitos para reutilizar en el riego o el inodoro y reducir, así, el consumo de agua potable.

- Bombas de superficie: Estas bombas nos permiten sacar agua de pozos, depósitos o aljibes de hasta 8 metros de profundidad para el riego y la limpieza de suelos y coches.
- Bombas sumergibles: Este tipo de modelos se entierran y son la solución para extraer agua de zonas profundas, (pozos y depósitos más allá de los 8 metros de profundidad) donde una bomba de superficie no es capaz de llegar.
- Motobomba: Funcionan con gasolina, de ahí que estén indicadas para zonas alejadas o sin conexión a la corriente eléctrica. Sirven para vaciar depósitos o captar agua de río, si esto le está permitido (requiere autorización especial). También para sacar aguas de pozos particulares para regar en huertos o jardines. Muy potentes, son las que ofrecen un mayor caudal y tienen más capacidad de absorción que las eléctricas.

**Componentes principales de las bombas de agua**

<b>Carcasa</b>	Cuerpo que recubre el mecanismo de avance del agua. Generalmente debe incluir un tratamiento contra la corrosión, de acero inoxidable o hierro fundido si no es sumergible.
<b>Entrada y salida</b>	Conductos por donde circula el agua. El de entrada se conoce como "aspiración" y el de salida como "impulsión".
<b>Impulsor, rotor o volutas</b>	Dispositivos usados para impulsar el agua contenida en la carcasa y pueden ser del tipo aspas, alabes, etc.
<b>Seños, retenes y anillos</b>	Elementos que permiten el correcto sellado de la bomba, generando cierta compresión interna.
<b>Eje del impulsor</b>	Elemento que sostiene el impulsor para que gire sobre este.
<b>Cojinetes o rodamientos</b>	Piezas que sostienen adecuadamente el eje del impulsor.
<b>Panel de control</b>	Dispositivo que permite el accionamiento de la bomba y puede contener interruptores o botones para encendido, detención, etc.
<b>Motor</b>	Componente fundamental que permite mover el eje y a su vez el impulsor para permitir el movimiento del agua. Dependiendo de su potencia, podrá movilizar más agua en el menor tiempo posible. Puede contener otras piezas especiales, como ventilador, bobina, imanes, etc.

**RECOMENDACIONES**

- El uso de las motobombas en nuestro país está enfocado principalmente para extraer agua de aljibes, atajados, ríos, etc, usualmente para recargar las fuentes de agua comunal, si bien es una alternativa accesible y disponible en el mercado boliviano el mantenimiento del mismo deberá ser continuo.
- A continuación encontrará en los documentos adjuntos fichas técnicas de la oferta de motobombas en el mercado boliviano.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA



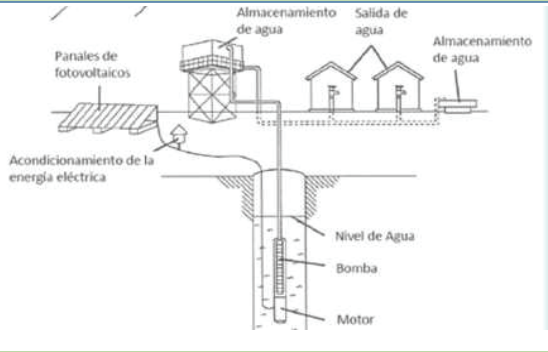
## SISTEMA DE BOMBEO SOLAR DE AGUA

Ficha C-20

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Esta tecnología es recomendable implementarla en una situación post desastre, como parte de las acciones de recuperación temprana y como una alternativa de respuesta a las necesidades de agua segura en comunidades. El sistema de bombeo solar de agua puede incluirse como parte del restablecimiento de los servicios básicos.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Abastecimiento de agua
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No definido
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Un sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- Un arreglo de paneles fotovoltaicos.
- Una bomba superficial o sumergible.
- Un tanque elevado para el almacenamiento de agua.

Estos tres elementos se calculan y dimensionan según los requerimientos de agua y características del pozo, en este proceso se debe tomar en cuenta el mes de estiaje para garantizar la cantidad de agua que requiere el usuario final. La operación del sistema contempla los siguientes pasos:

1. La tecnología funciona con la luz solar, su potencia varía en función a la radiación solar de la zona y las condiciones climáticas.
2. La bomba, al recibir el suministro necesario de energía eléctrica, empieza a bombear el agua hacia un tanque de almacenamiento. Una vez almacenada, el agua está disponible para que mediante una red pueda ser distribuida a cada domicilio.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

#### Características

Un sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- Un arreglo de paneles fotovoltaicos.
- Una bomba superficial o sumergible.
- Un tanque elevado para el almacenamiento.

#### Descripción de la obra

El sistema de bombeo solar utiliza paneles fotovoltaicos para transformar la luz solar en energía eléctrica, no requiere de baterías para almacenar la energía puesto que el almacenamiento se realiza de forma potencial en tanques elevados de agua. Esta tecnología, de fácil instalación, puede utilizarse para la provisión de agua para consumo humano, consumo animal y para el riego. La operación y el mantenimiento del sistema son mínimos; el encendido puede configurarse de forma manual o automática, esto puede influir en el precio final del sistema.

### PRESUPUESTO APROXIMADO

#### Costo estimado

El costo aproximado de esta tecnología es de USD 5000, sin embargo el mismo puede variar de función de los requerimientos.

#### Proveedores

Para bombas solares existen varios proveedores entre ellos: PROSOL, SIE S.A., Eco Energía Falk, ENERSOL, etc. Para accesorios y tuberías PVC se puede solicitar el material en empresas como por ejemplo TIGRE PLASMAR.

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

**Mantenimiento preventivo**

- Limpieza de los paneles solares.
- Revisión de estado de cables y tablero de control.
- Limpieza mensual del tanque de almacenamiento.
- Revisión y reparación de fugas en la red de agua.
- Revisión anual de estado de bomba eléctrica.

**Mantenimiento correctivo**

Reemplazo de cables conectores del sistema.

- Cambio de paneles solares en caso de rotura o fallas en la generación.
- Cambio de tubos de conexión de red.
- Cambio de bomba eléctrica.

**Gestión del servicio**

Requiere de la conformación de un Comité de gestión dentro de la estructura organizacional de la comunidad conformado por al menos dos personas.

Requiere además, de la construcción y/o adecuación de reglamentos internos, estatutos de roles y funciones; además de un esquema tarifario para cubrir costes de operación y mantenimiento. Asimismo, el uso básico de herramientas contables básicas, para un correcto control administrativo.

**Capacitación**

Requiere de un proceso de sensibilización a nivel comunidad (usuarios para el buen uso del agua); capacitación a la Unidad de Obras Públicas (para el monitoreo), y al Comité de agua y saneamiento (para la operación y mantenimiento).

Estas capacitaciones se basan en la práctica y deben ser modulares; pueden utilizarse cartillas, banners, manuales, videos y otros elementos de apoyo.

**ARTICULACIÓN Y COORDINACIÓN**



La implementación de la tecnología requiere de una coordinación con autoridades comunales, a partir de talleres participativos de identificación de necesidades y priorización de las mismas a través de sus planes comunales; demanda además, una participación directa de la Unidad de Obras Públicas.

Los Comités de agua potable y saneamiento, deben coordinar acciones de complementariedad con la Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (EPSAS) Municipal, para actividades de monitoreo de la calidad del agua y del seguimiento al servicio prestado.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

Esta alternativa se basa en tecnologías accesibles y disponibles en el país, las dimensiones del pozo como las características del mismo determinarán la dimensión de los paneles y accesorios necesarios, por tanto esta alternativa es completamente accesible para comunidades como para familias particulares.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	SOLUCIONES PRÁCTICAS
	Implementado en:	Beni
	Pág. Web	<a href="http://www.solucionespracticas.org.bo/fichastecnicas">www.solucionespracticas.org.bo/fichastecnicas</a>

## SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POR AEROBOMBA

Ficha C-21

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Esta alternativa plantea la implementación de una Aerobomba es una bomba eólica que funciona con energía generada por la corriente de aire y que permite el acceso al agua a través del bombeo. Esta tecnología y reduce la vulnerabilidad de las familias de zonas de alta montaña frente a eventos climáticos adversos extremos (como son las sequías), permitiendo a estas poblaciones a acceder y aplicar nuevas prácticas.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Abastecimiento de agua
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No definido
<b>VIDA ÚTIL</b>	20 años



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

#### Obra civil

Las obras civiles están compuestas por el pozo de agua, la tapa de concreto y el anclaje de la torre.

El pozo de agua está conformado por anillas de concreto, puestas una encima de otra, las intersecciones entre anillas se sellan con mezcla de cemento o "mortero" de cemento. La tapa de concreto tiene la finalidad de proteger al pozo, evitando la contaminación del agua en su interior. El anclaje de concreto es la parte donde se fijan los apoyos de la torre.

#### Equipo mecánico

El equipo mecánico es el encargado de transformar la energía del viento en energía mecánica. Está compuesto por un rotor o mecanismo eólico, los sistemas de transmisión de bombeo, de orientación, de seguridad y la torre. A continuación se describe cada uno de estos componentes:

#### Rotor eólico

Es un conjunto de alabes que se sujetan en la estructura de soporte y se unen en el buje; permite el giro del rotor cuando este entra en contacto con el viento.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

<b>Características</b>	Un elemento esencial para la adecuada utilización de aerobombas consiste en el emplazamiento del equipo. Vale la pena insistir en la necesidad de seleccionar el lugar de instalación de la aerobomba, en aquel sitio donde se encuentre libre de obstáculos, como edificaciones o árboles de gran altura, ya que de esto depende obtener mejores resultados y una operación óptima del sistema. Adicionalmente, es además recomendable instalar los equipos cercanos al lugar de consumo, para evitar y disminuir pérdidas hidráulicas.
<b>Descripción de la obra</b>	Esta obra consiste en las cimentaciones en concreto para el anclaje de la torre y del tanque de almacenamiento. La cimentación debe ser hecha de tal forma que la torre quede perfectamente vertical y, en el caso de un molino de bombeo sobre un pozo de poco diámetro, centrado alrededor de este.

### PRESUPUESTO APROXIMADO

Para un equipo de 3 metros de diámetro.

Aerobomba: Su costo será de  $7 \text{ m}^2 \times \text{Bs } 3132 / \text{m}^2 = \text{Bs } 21,924$

Instalación:  $\text{Bs } 21,924 \times 7\% = \text{Bs } 1,531$

Operación y Mantenimiento (O & M) por año:  $\text{Bs } 21,924 \times 5\% = \text{Bs } 1,183$

Tanque de Almacenamiento (10 m<sup>3</sup>) =  $8 \text{ m}^3 \times \text{Bs } 870 / \text{m}^3 = \text{Bs } 8,700$

COSTO (aprox):  $\text{Bs } 32,155$  excluye O & M

Utilizando el análisis de ciclo de vida se puede determinar un valor de la anual que para una tasa de interés de un 10% y una vida útil estimada del sistema de 20 años, el costo anual sería de aproximadamente US\$ 710 incluyendo operación y mantenimiento. Teniendo en cuenta que la cantidad promedio de agua bombeada, para la altura de 25 metros, es de 15.54 m<sup>3</sup> /día o más bien cerca de 5,670 m<sup>3</sup> /año. En consecuencia, el costo estimado por metro cúbico de agua bombeada será aproximadamente de Bs 0,83 .

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

**Sistema de transmisión**

El sistema de transmisión es el mecanismo encargado de transformar el movimiento circular en movimiento lineal.

El equipo de transmisión del movimiento circular está compuesto por una caja de ejes, engranajes y rodamientos.

El equipo de transmisión del movimiento lineal está compuesto por una biela, una manivela, un carril rectangular (donde se acopla la biela conectada a un vástago).

**Sistema de bombeo**

Es un conjunto de elementos de acción hidráulica, directamente conectado al sistema de transmisión, que succiona y expulsa el agua.

Está compuesto por los siguientes 6 elementos:

- Cilindro de bombeo metálico (émbolo)
- Barrilla de conexión a vástago
- Tapa inferior del émbolo
- Válvula de retención
- Tapa superior del émbolo
- Válvula de pistón hidráulico

**Sistema de orientación**

El sistema de orientación sirve para ubicarse en la dirección del viento mediante una veleta, que sitúa el plano del rotor eólico siempre perpendicular a la dirección del viento.

El rotor eólico, el sistema de transmisión y de orientación están apoyados en un sistema de rotación que permite una mejor orientación en dirección al viento durante el periodo de servicio.

**Sistema de seguridad automático y manual**

El sistema de seguridad protege la bomba de intensidades de viento muy altas que pueden causar sobrecargas al rotor eólico, la transmisión y la bomba, que según la intensidad puede llegar a destruirlo.

El sistema de seguridad automática esta acoplado al sistema de orientación, con el cual se garantiza que a bajas velocidades de

**PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

viento el rotor funcione en condiciones normales de operación y con velocidades de viento altas el rotor se desoriente para protegerse, ver imágenes.

**Torre**

Es una estructura de acero sobre la que se sujeta la Aerobomba. Tiene forma triangular y se divide en piezas soldadas y unidas con pernos que facilitan su instalación y transporte.

La altura de la torre define la potencia del bombeo; dependiendo de las características de la zona pueden instalarse torres de 6 a 8 metros de altura.

**Mantenimiento**

Se llama así a cualquier actividad que debe realizarse para lograr que un sistema o equipo dure en el tiempo y se mantenga en funcionamiento sin interrupciones. Existen dos tipos de mantenimiento: el preventivo y el correctivo.

- El mantenimiento preventivo es realizado de manera coordinada, organizada y de acuerdo a un programa establecido.
- El mantenimiento correctivo consiste en la acción directa de reemplazo o reparación de elementos de un equipo.

**RECOMENDACIONES GENERALES**

Cualquier máquina requiere de un mantenimiento adecuado para operar de una manera eficiente y tener la vida. Un mantenimiento simple incluye:

- \* engrasar o aceitar las partes móviles
- \* ajustar el sello prensaestopas en caso de que lo tenga.
- \* Limpiar la estructura, especialmente si está en un ambiente fuertemente corrosivo.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

SOLUCIONES PRÁCTICAS

Implementado en:

Altiplano

Pág.  
Web

[www.solucionespracticas.org.bo/fichastecnicas](http://www.solucionespracticas.org.bo/fichastecnicas)



## PURIFICACIÓN DE AGUA CON MORINGA

Ficha C-22

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Se puede usar las semillas de Moringa (*Moringa oleifera*) para purificar el agua en cualquier momento o situación de crisis o emergencia (inundación, sequa), ya que permiten -de manera rápida y confiable- reducir la turbidez, y suprimir del 98-99% de las bacterias indicadoras, en un periodo corto de reposo del agua tratada. Esta alternativa natural y de pronto acceso (previniendo la existencia del cultivo en las zonas), reduce la vulnerabilidad de familias y comunidades respecto al acceso al agua segura.

#### USO Y FUNCIÓN

Agua y saneamiento

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

#### VIDA ÚTIL

24 horas



### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

#### IMPLEMENTACION

En experiencias piloto, se han utilizado las siguientes dosificaciones para la purificación de 20 litros de agua (de río): 2 gramos de semilla triturada – que equivale a dos cucharadas de 5 ml o dos tapas redondas de botellas PET.

El siguiente procedimiento ha sido calculado para un balde de 20 litros; sin embargo el proceso puede realizarse en botellas PET de 2 litros.

1. Recolección de la semilla: lo recomendable es utilizar semillas cosechadas durante la época seca.
2. Descascarillado de la semilla: La semilla tiene un recubrimiento de protección el cual debe ser separado.
3. Trituración: se puede realizar sobre una superficie limpia, moliendo, en lo posible, hasta lograr una masa consistente.

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

La Moringa oleifera, conocida en algunos lugares como el árbol de la vida, es una especie única perteneciente a la familia Moringácea (*Moringaceae*). Es un arbusto con hojas compuestas que tienen una longitud de 30 y 70 cm. La semilla, es la parte vegetativa más importante del proceso de purificación del agua.

Para este propósito, las semillas se trituran y tamizan para obtener el polvo que contiene las propiedades floculantes (coalescentes) que actúan en el tratamiento para la turbidez del agua; estos coagulantes primarios se pueden comparar a los convencionales

El principio activo es un polielectrolito que se reduce según la época. Las semillas contienen 40% de aceite, con 73% de ácido oleico, lo que le permite las propiedades coagulantes requeridas para el tratamiento del agua, reduciendo la turbidez y la actividad bacteriana.

Además, numerosas investigaciones, demuestran que las proteínas catiónicas (Eluato) presentes en los cotiledones de esta semilla, constituyen al principio activo responsable del proceso de coagulación.

#### COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

El costo de implementación de la semilla de Moringa para purificar el agua es de aproximadamente USD 200 / Kg. Este costo incluye: la semilla, las labores culturales y la cosecha.

Existen proveedores locales competitivos en los municipios de Ixiamas y San Buenaventura, así como también en ciudades como Cochabamba.

Si bien la cantidad de semilla de moringa a ser utilizada es pequeña (10 semillas para un balde con 20 litros de agua), su cosecha, por planta, puede tener un rendimiento de 1.5 a 2 Kg, con un rendimiento de 1500 Kg/Ha.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

4. Medición: llenar en dos oportunidades dos tapas de gaseosa con la masa triturada de moringa para 20 litros de agua (para dos litros se utilizarán de 2 a tres semillas aproximadamente).

5. Mezcla: en un recipiente se mezclará y agitará con el agua con la masa de las semillas de la Moringa. Luego se deberá verter este contenido en el balde de agua que se desea purificar, agitando y mezclando nuevamente, durante unos 3 minutos.

6. Reposo: se debe dejar reposar por el lapso de 11/2 a 2 horas.

7. Tamizado: pasado el tiempo de reposo recomendado, se procede a un tamizado con un trapo limpio, esto con el propósito de separar el agua purificada a otro envase limpio, del cual se podrá hacer uso del agua para consumo (se sugiere además hervirla) u otra actividad.

En el contexto territorial del proyecto donde fue aplicada (Municipios de San Buenaventura, Rurrnabaque, Ixiamas y Reyes), se ha entregado hasta 10 semillas por familia para su reproducción en los patios familiares, logrando una producción de hasta 3 Kg de semilla.

Esto significa que la semilla restante debe ser almacenada en un lugar seco y libre de ataques de roedores o insectos. A nivel familiar se han identificado los Trojes familiares como una tecnología tradicional adecuada para su almacenamiento.

Si bien la propuesta de producción de esta semilla se ha implementado a nivel familiar, se ha cuidado que los promotores comunales de salud, nutrición y agua, tengan conocimiento del procedimiento de purificación como una buena alternativa.

Esto ha permitido que los promotores puedan difundir este conocimiento y compartir semillas con otras familias para mejorar la calidad del agua en complemento con otras acciones.

Requiere de un proceso de capacitación - acción, a través de talleres participativos.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3

¿Cómo Trabajan las semillas?

Las semillas contienen importantes núcleos, cantidades de una serie de moléculas y proteínas solubles en agua que, en solución, llevan una carga positiva. Las proteínas son consideradas de manera similar al sintético, positiva cargado de polímeros coagulantes. Cuando se añade agua cruda a las proteínas se unen predominantemente a la negativa cargada de partículas que hacen bruto los sedimentos de las aguas turbias (limo, arcilla, bacterias, etc.)

En virtud de la agitación adecuada estas partículas crecen en tamaño para formar los floculos, que puede resolver por la gravedad o ser removido por filtración.

Tratamiento de aguas domiciliarias

El uso tradicional de semillas de la M. oleifera para el tratamiento del agua doméstica se limita a las zonas rurales mujeres del pueblo, recogen su agua del río Nilo, y colocan el polvo de las semillas en una pequeña bolsa de tela con un hilo adjunto. Esta bolsa se introduce en el agua turbia para promover la coagulación y floculación.

Los sólidos floculados están sedimentados y listos para sacarlos y el agua tratada se retira antes del punto de ebullición y el posterior consumo.

RECOMENDACIONES GENERALES

Como tradicionalmente la purificación del agua para usos domésticos es una actividad que corresponde a la mujer, se sugirió que tanto las mujeres como los hombres participaran en la plantación de árboles Moringa, y que las mujeres intentaran cultivar uno o más árboles en sus comunidades, y los hombres establecer plantaciones comunales.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	SOLUCIONES PRÁCTICAS
	Implementado en:	Beni
	Pág. Web	<a href="http://solucionespracticas.org.bo/Descargar/471350/1418698">solucionespracticas.org.bo/Descargar/471350/1418698</a>

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La Filtración en Múltiples Etapas (FIME), es un sistema de tratamiento de agua para consumo humano, donde se tienen procesos físicos, químicos y biológicos, mediante un sistema de multibarreras de grava y arena, que permiten remociones de contaminantes en forma progresiva, hasta lograr una calidad de agua apta para su consumo, dependiendo de la calidad del agua de la fuente. Todo el proceso es natural, no se utilizan reactivos químicos, es simple en su operación y mantenimiento, logrando resultados satisfactorios.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

**CRITERIOS DE SELECCIÓN:**

Se toma en cuenta parámetros de calidad como turbiedad, Color Real, y Coliformes fecales, recomendándose adoptar los valores más conservativos de diseño.

Para fines constructivos, previamente se deberá explorar la existencia del material filtrante en la zona, con las características especificadas o para su preparación.

En el país se han construido varias plantas de esta tecnología, Las primeras plantas se construyeron en los años 90 promovidas por el Programa Rural de Preinversión en Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado a nivel de Diseño Final” (PRORPAAL), que impulsó la transferencia de tecnología a través del CINARA.

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

En función del grado de turbiedad, sólidos suspendidos y contenido de coliformes fecales en el agua de la fuente, se determinará la selección mas adecuada de la alternativa de tratamiento.

Dependiendo de la calidad del agua, las eficiencias logradas en distintas experiencias muestran remociones en turbiedad (< 5.0 UNT en el efluente), coliformes fecales (entre 98-99 %), color real entre 86 - 89 %, hierro y manganeso mayor al 90%. Estos resultados obtenidos dependen de las condiciones de tratabilidad del agua, tipo de fuente (superficial, subterránea), concentración y composición de los contaminantes, temperatura, etc.

Según los datos de eficiencia indicados, la tecnología FIME permite contar con agua segura para el consumo humano, es aplicable en el área rural, pequeñas localidades, y sistemas descentralizados en zonas urbanas. En Bolivia la tecnología FIME fue aplicada a partir de los años 90’, con las primeras plantas construidas en el departamento de Chuquisaca (Padilla, Sopachuy). Como parte del proceso de implementación se contó con la asistencia técnica del CINARA. Posteriormente se han construido diversas plantas en varias localidades tal como se observa en el documento final.

**COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

FIME para un caudal de 1,0 (L/s), Costos directos referenciales (Bs) tener un rendimiento de 1.5 a 2 Kg, con un rendimiento de 1500 Kg/Ha.

Filtro Grueso Dinámico	Filtro Grueso Ascendente	Filtro Lento	Cámara de lavado	Total Bs.
8 000	27 000	66 000	2 000	103 000

Para otros caudales el costo puede estimarse en forma lineal, t/c Bs 6,96 /USD. El costo para la caseta para depósito de arena deberá considerarse Bs 600/ m2

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS:**

Las estructuras constructivas más recomendables son las de hormigón armado, ferrocemento (tanques circulares) y las de mampostería de piedra o de ladrillo. Las tuberías de ingreso/salida, drenaje, limpieza, pueden ser de PVC. Los accesorios empleados son de fierro galvanizado y las válvulas de control de bronce u otro material resistente a la corrosión. Para el filtro grueso dinámico y los filtros gruesos, el material grueso deberá ser de canto rodado seleccionado cuidando de cumplir con la granulometría especificada. Para el filtro grueso en particular, la válvula de apertura rápida puede ser de media vuelta o denominada también como válvula globo (tipo bola), tiene la ventaja de permitir un cierre rápido en una sola vuelta, en el mercado local se pueden conseguir válvulas con diámetros de hasta 6".

Para el filtro lento el material más importante y que merece la mayor atención es la adquisición de la arena fina, la misma que deberá cumplir las siguientes especificaciones:

Diámetro efectivo de 0,15 a 0,35 mm, y un coeficiente de uniformidad entre 2 – 4. La arena más fina producirá una mejor calidad del agua, en función del contenido de contaminantes, pero aumentará la pérdida de carga hidráulica, lo que reducirá el periodo de funcionamiento del filtro entre dos limpiezas sucesivas (carrera del filtro). El coeficiente de uniformidad es la relación entre el diámetro efectivo  $C_u = d_{60}/d_{10}$ , donde  $d_{10}$ , es la abertura del tamiz a través del cual pasa el 10 % (en peso) de los granos (diámetro efectivo) y  $d_{60}$ , es la abertura del tamiz a través del cual pasa el 60 % (en peso) de los granos. En Fig. 7 (documento adjunto) se observa un ejemplo de determinación del diámetro efectivo. La arena debe tener una buena dureza, resistente a la fragmentación, libre de arcilla, tierra o materia orgánica. Otro parámetro de calidad está relacionado con el contenido de carbonato de calcio, cuya disolución incrementa la dureza del agua, por esta razón la solubilidad de la arena en hipoclorito no debe exceder el 5% después de 30 minutos.

Un accesorio que permite la limpieza superficial de los sobrenadantes en el filtro lento, es el cuello de ganso, este accesorio, desarrollado por CINARA, puede trabajarse localmente, con la ayuda de tuberías de PVC y con la incorporación de una pequeña longitud de manguera corrugada de goma sujeta con abrazaderas.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3

Para los canales y cámaras de recolección de agua filtrada se recomienda el revestimiento de las paredes con azulejo, asimismo, la colocación de tapas sanitarias fáciles de accionar. Para las tareas de operación y mantenimiento se deberá incorporar una caseta o depósito para almacenar el material filtrante de reemplazo, también se deberá considerar un depósito/cámara para el lavado de arena filtrante retirada durante el proceso de limpieza de los filtros.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

**Filtro Grueso Dinámico:** Control del caudal afluente al filtro, ajustar la válvula de acuerdo al caudal requerido en las otras unidades. En caso de turbiedades mayores a los niveles esperados, debe realizarse el mantenimiento cerrando la válvula de salida y realizando la limpieza o lavado del material grueso.

**Filtro Grueso Ascendente:** Retirar el material flotante mediante una red. Realizar la medición y control del caudal de ingreso ajustando la válvula de entrada, medir la turbiedad. Cuando se constate que la turbiedad del efluente es superior a la esperada cerrar la válvula de ingreso para proceder con la limpieza del filtro.

**Filtro Lento de Arena:** El retiro del material sobrenadante se realiza con el dispositivo denominado cuello de ganso. Si el agua alcanza el nivel de reboso, por efecto del aumento de la pérdida de carga, se suspende la entrada de agua cruda al módulo cerrando la válvula de control, para luego proceder con las tareas de limpieza del filtro.

RECOMENDACIONES GENERALES

- La operación y mantenimiento es simple, no requiere de personal calificado.
- Solo requiere de un equipamiento básico para su mantenimiento.
- Para el lavado del FGA, solo requiere la maniobra la llave de apertura rápida. Es aplicable en zonas rurales y periurbanas.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MAAyA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág. Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Cuando la sequía es crítica, el acceso a agua para consumo usualmente no posee las mejores condiciones, por tanto se proponen medidas complementarias para garantizar la calidad del agua a la que se acceda. La tecnología casera de filtración de arena es una aplicación del filtro lento (FLA) a nivel domiciliario, por lo que aplica los mismos principios de la filtración en múltiples etapas. FIME, (ficha 35). Funciona adecuadamente con turbiedades menores a 10 UNT.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Para niveles de turbiedad mayores a 10 UNT, se hace necesaria la aplicación de un pretratamiento. En la Tabla 1 se indica los rangos de calidad de agua y las posibilidades de aplicación de un sistema FIME.

Selección del sistema de tratamiento de filtro casero

Turbiedad (UNT)	< 10	20 - 50	50 - 70
Disposición	FGAC3	FGAS3	Disposición

Referencias: FGA: Filtro grueso ascendente; FGAC: Filtro grueso ascendente en capas; FGAS3: Filtro grueso ascendente en serie (3 etapas Doc adjunto)

Cuando se tenga la presencia de hierro y manganeso, en concentraciones mayores a 10,0 mg/L, se puede aplicar esta tecnología incorporando filtros gruesos en serie o un solo filtro, como se muestra en la Fig. ver también la Tecnología de remoción de Hierro y Manganeso (concentraciones mayores a 10 mg/L).

A nivel nacional no se cuenta con registros de aplicación de esta tecnología, por lo cual antes de su implementación debe ser validada de acuerdo a las condiciones locales y calidad del agua bruta.

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS:**

El filtro (FLA) está compuesto por un recipiente cilíndrico o cuadrado, hecho de materiales que no contaminen el agua y que permitan su almacenamiento hermético; asbesto cemento, plástico, hormigón, mampostería de ladrillo, etc. Las dimensiones pueden variar de 0,15 – 0,60 m de diámetro o lado y una altura de 1.00 – 1,20 m; el material filtrante se compone de una capa soporte de 0,10 m, y sobre ella se asienta el lecho filtrante de arena fina de 0,50 – 0,70 m. Las especificaciones del tamaño de los granos son las siguientes:

- Primera capa de grava de 9 a 19 mm con un espesor de 5 cm.
- Segunda capa de grava fina de 1 a 9 mm, también con un espesor de 5 cm.
- Lecho de arena fina de 0,15 - 0,35 mm, con un coeficiente de uniformidad menor a 4.

**COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Detalle de los costos directos (en bolivianos) de filtros caseros a nivel domiciliario

Costos Directos Referenciales (Bs). Filtros caseros (FLA)

Diámetro	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,6
Costo	266	314	353	373	420	503

Costos Directos Referenciales (Bs). Filtros (FGA)

Diámetro	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,6
Costo	300	354	400	413	460	560

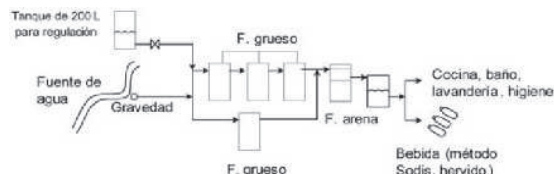
PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

La tubería de drenaje de agua filtrada consiste en una tubería perforada de PVC de ½", conectada a un grifo de ½", el mismo que servirá también como regulador de caudal, ver Fig. 1 (Doc. Adjunto).

Para amortiguar la caída libre del agua en el lecho de arena fina del FLA y evitar el daño a la capa biológica, se coloca una piedra plana de 10 x 10 cm; asimismo, es importante mantener un tirante de agua mínimo mayor a los 10 cm, por encima del lecho de arena, a fin de no afectar la estabilidad de la capa biológica. Para este fin, el nivel del grifo deberá estar ubicado entre los 7 - 10 cm por encima del nivel de la arena, ver Fig. 1. El filtro (FGA) está compuesto por un recipiente circular o cuadrado similar al del FLA, con capas de grava y arena, ver Fig. 3, de acuerdo a lo especificado en los sistemas FIME.

Producción de agua con FGA (L/día)

Zona geográfica	Velocidad filtración (m/h)	Diámetro filtro (m)				
		0,15	0,2	0,3	0,4	0,6
Altiplano, Valle, Llano, Chaco	0,30	127	220	500	900	2000



OPERACION Y MANTENIMIENTO

La turbiedad del agua cruda deberá estar preferiblemente en un rango menor a 10 UNT, en caso de persistir agua con una turbiedad mayor de 10 UNT, es recomendable la pre filtración antes del ingreso al filtro lento. Se puede emplear un filtro grueso de grava de flujo ascendente, con una velocidad de filtración de 0,30 m/h. Este filtro contribuye principalmente a la separación de sólidos suspendidos, color, así como de hierro y manganeso (para pequeñas concentraciones menores a 1,0 mg/L), evitando así la colmatación prematura del lecho de arena del FLA.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3

Para iniciar el funcionamiento del filtro lento, se deberá llenar con agua limpia la caja del filtro siguiendo un sentido ascendente (en contra flujo), para ir saturando lentamente el lecho filtrante hasta llegar al nivel de filtración (0,15 – 0,20 m por encima del lecho filtrante) y evitar de este modo el desacomodo de la superficie de arena.

Para la operación y actividades rutinarias, se requiere de un tanque de almacenamiento de agua cruda (al menos en un volumen igual al del consumo diario, dependiendo de los usos que quieran ser tomados en cuenta: aseo, bebida, cocina, etc.) y de recipientes limpios para recibir el agua filtrada.

El mantenimiento del FLA se realiza al observar que la velocidad de filtración ha disminuido, cuando el llenado del recipiente de agua filtrada toma un tiempo mayor a dos veces de lo normal, siendo el momento de remover una capa de 1 a 2 cm de arena.

El material removido deberá ser repuesto inmediatamente, una vez lavada, o colocar otra arena limpia (nueva). La Tabla 6, muestra las actividades principales de operación mantenimiento que se deben realizar para la correcta operación de un filtro casero, ver tecnología FIME.

RECOMENDACIONES GENERALES

- La operación y mantenimiento son simples, una familia con poca capacitación puede operarlo.
- No requiere de reactivos químicos para el tratamiento del agua, dependiendo de la calidad del agua.
- Solo requiere equipo simple para su mantenimiento.
- Para el lavado puede usar el agua ya filtrada.
- Se puede reponer el mismo material de arena una vez lavado.
- Es aplicable en zonas rurales y periurbanas.

DATOS ESPECIFICOS DE LA ALTERNATIVA

Institución

MAAvA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág. Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

## REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN AGUA DE POZOS

Ficha C-25

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Esta tecnología de remoción de hierro y manganeso emplea la aireación y filtración gruesa, aireadores de bandeja y filtros gruesos de grava ascendentes en serie, como un proceso natural físico, químico y biológico que no requiere de reactivos químicos para su aplicación. Se aplica en el tratamiento de las aguas subterráneas alcanzando eficiencias de remoción de 90 - 95 %. Sencilla en su implementación así como en su operación y mantenimiento, es aplicable en poblaciones pequeñas y medianas.

#### USO Y FUNCIÓN

Agua y saneamiento

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN

No determinado

#### VIDA ÚTIL

En función al mantenimiento



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

Su principal característica del metabolismo bacteriano es su naturaleza catalítica, por la cual se puede lograr una oxidación rápida del hierro y el manganeso, y su precipitación posterior.

La línea de tratamiento puede estar formada por las siguientes operaciones unitarias básicas, i) aireación de bandejas de rebose lateral, de sección cuadrada, rectangular o circular, y ii) filtros gruesos ascendentes por capas (FGAC) o en serie (FGAS), de dos o tres filtros, dependiendo del contenido de hierro y manganeso en el agua cruda. La aplicación de los filtros gruesos es similar al sistema FIME, con la adición de la aireación de bandejas, donde se acumula el lodo decantado de Fe y Mn. La aireación tiene por objetivo facilitar el contacto del agua con el oxígeno del aire (incrementando el contenido de oxígeno disuelto) para precipitar los iones de hierro y manganeso con ayuda de las bacterias. La aireación también sirve para la liberación de otros gases que se pueden encontrar en solución en las aguas subterráneas (hidrógeno sulfurado, gas metano, dióxido de carbón, etc.)

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

El hierro y manganeso, presentes en las aguas subterráneas, son oxidados y precipitados con la ayuda de las bacterias aerobias llamadas ferrobacterias, las cuales están presentes en el medio ambiente en forma natural (suelos, pozos de agua, tuberías de aguas crudas, etc.). El proceso de remoción de hierro y manganeso se realiza en forma simultánea, donde el hierro se precipita por una combinación de procesos fisicoquímicos y biológicos, mientras que para la remoción de manganeso predominan los procesos biológicos.

Los grupos principales de bacterias que actúan en la remoción son:

- Las bacterias pedunculadas, como las especies Gallionella sp. y Thiobacillus ferrooxidans, son autótrofas obligadas.
- Las bacterias filamentosas, que pueden ser autótrofas facultativas, como Leptothrixochracea, Leptothrix discophora y Crenotrix polyspora. Estas bacterias pueden actuar como heterótrofas. Son fáciles de reconocer por observación microscópica.
- Las bacterias en forma de conchas, bacilos, vibriones, más difíciles de reconocer por observación microscópica. Estas especies son heterótrofas entre ellas se encuentran Siderocapsaceae y Sphaerotilus natans.

### COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Detalle de los costos directos (en bolivianos) de filtros caseros a nivel domiciliario

Costos Directos Referenciales (Bs). Filtros caseros (FLA)

Diámetro	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,6
Costo	266	314	353	373	420	503

Costos Directos Referenciales (Bs). Filtros (FGA)

Diámetro	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,6
Costo	300	354	400	413	460	560

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

**Aireador:**

El aireador puede ser construido de hormigón armado, de losa delgada, con pendiente para la recolección del lodo acumulado (flocs de hierro y/o manganeso), el mismo que es drenado mediante una tubería accionada por una llave de paso. El diámetro de esta tubería deberá ser mayor a 2".

Filtro grueso ascendente:

El filtro grueso ascendente puede ser de hormigón armado, ferrocemento, mampostería de piedra y/o ladrillo, el material filtrante deberá ser de canto rodado resistente a la solubilidad. Su construcción y accesorios deben responder a los indicados en la tecnología FIME (doc adjunto). En zonas planas que requieren bombeo, toda la estructura estará elevada, las dimensiones dependerán del caudal de bombeo. El aireador se podrá acomodar a la forma geométrica más cómoda.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Para el arranque de la planta se requiere de un periodo de maduración mínimo de 15 días, especialmente en los filtros, donde las bacterias deben colonizar completamente los mantos y alcanzar la máxima eficiencia de remoción. El tiempo que transcurre entre dos lavados consecutivos es variable, la limpieza consiste en la rapidez de la apertura de la válvula (FIME). Las variaciones de caudal y concentración de los metales no afectan el proceso de remoción. Luego de una parada de la planta, la eficiencia de remoción se restablece casi inmediatamente. En el aireador, la tarea más importante y de operación permanente, es el drenaje de los lodos acumulados en las bandejas. La Tabla 6, muestra las actividades principales de operación y mantenimiento de las diferentes unidades que componen el sistema de tratamiento de hierro y manganeso.

Actividad	Acciones Claves
Aireador: Control del caudal de ingreso	Revisar el caudal afluente al aireador. Ajustar válvula de entrada, según se requiera.
Medición de calidad de agua	Medir el contenido de hierro y manganeso del agua cruda al ingreso del aireador, esta tarea puede hacerse cada mes. Medir el pH.
Registro de Información	En el libro de registro diario, anotar los valores encontrados de los parámetros de control: caudal, calidad del agua, la fecha de purga de lodos y otras observaciones que se consideren importantes.

MANTENIMIENTO

Actividad	Acciones Claves
Retiro de lodos	Verificar la existencia de lodos sedimentados en las bandejas, abrir la llave o válvula de purga instalado para este fin. Realizar la limpieza de las bandejas.
Filtro Grueso Ascendente: Control de caudal	Verificar el nivel de agua en la reglilla de aforo de cada unidad. Ajustar la válvula de entrada hasta alcanzar el caudal de operación.
Medición de turbiedad	Cerrar válvula cuando el contenido de hierro y manganeso del agua afluente sea mayor que el valor previsto para operación normal.
Retiro de material flotante	Retirar material desprendido del lecho filtrante con una red pequeña.
Registro de información en FGA	Anotar en el libro de registro diario los valores de hierro y manganeso, al ingreso y la salida del filtro. Registrar los cambios de caudal durante el día, fecha de lavado del filtro.
Medición de pérdida de carga	Medir nivel de agua en la cámara de entrada al filtro. Lavar el filtro cuando la pérdida de carga sea mayor que el valor esperado al finalizar la filtración.
Retiro de lodos	Para el lavado del filtro, abrir la llave o válvula de apertura rápida, realizando unas 3 maniobras de giro rápido, hasta lograr mover el lodo acumulado en el fondo del filtro. Esta actividad puede realizarse cada 20 a 30 días.

RECOMENDACIONES GENERALES

- No requiere de reactivos químicos para el tratamiento del agua.
- Realizar la operación y mantenimiento es sencilla, no requiere de personal calificado.
- Solo requiere equipo simple para su mantenimiento.
- Para el lavado del FGA, solo requiere la maniobra de la llave de apertura rápida.
- Es aplicable en zonas rurales concentradas y periurbanas.
- Se recomienda complementar esta medida a la perforación de pozos.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ALTERNATIVA	Institución	MAAya
	Implementado en:	Altiplano, Valles y Llanos
	Pág. Web	<a href="http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf">bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf</a>



**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

El hipoclorador de goteo, es un equipo sencillo para la desinfección del agua, aplicado en sistemas de agua por gravedad, es utilizado en forma de hipoclorito de calcio  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ . El uso de cloro permite mejorar la calidad microbiológica del agua para consumo humano anulando la contaminación por microorganismos patógenos. De acuerdo a los parámetros exigidos por la Norma Boliviana NB 512, el agua potable deberá contener un cloro residual mínimo de 0,20 mg/L en la red de distribución.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

La aplicación de un compuesto químico como desinfectante es de uso corriente en el mercado local, se encuentra en forma granular, polvo o pastillas, bajo la denominación de hipoclorito de calcio (HTH). El hipoclorador es de carga constante. Se tiene dos modelos sencillos, el primero con dos recipientes. En uno de ellos (superior), se tiene la solución madre y en un segundo recipiente pequeño el dosificador, que cuenta con una salida por goteo de la solución de cloro. El dosificador mantiene una carga constante mediante un flotador. El segundo modelo consiste en un solo recipiente que funciona a la vez como tanque de preparación y como dosificador. Tiene en un tubo flotante con orificios de entrada para el ingreso de la solución.

Esta tecnología es adecuada para sistema de agua por gravedad, para caudales de 0,3 L/s - 8,0 L/s, donde el flujo de agua es continuo. Es indispensable la verificación de la existencia de hipoclorito de calcio (HTH) en mercado local más cercano, el manejo y preparación deberá ser realizada por personal capacitado y dependiente de una EPSA, organización comunal u otra que realice la administración del sistema de agua. Puede aplicarse en zonas rurales y centros urbanos.

**Ejemplo de dosificación**

Se tiene un sistema de agua por gravedad, con un caudal de ingreso al tanque de 1,0 L/s. Utilizar un equipo de hipoclorador de goteo de carga constante, empleando hipoclorito de calcio con contenido de cloro activo al 70 % (mercado local).

**CRITERIOS DE DISEÑO:**

El cálculo de la capacidad del hipoclorador debe hacerse en base a la dosificación y a los caudales máximos de ingreso al tanque de almacenamiento. El primer recipiente que recibe la solución madre, puede tener un volumen mínimo, calculado para una descarga de 7 días, sin embargo, es recomendable dimensionar para un tiempo de vaciado de 14 días, adicionando un volumen extra del 20 %.

**Calibración del dosificador para cloro residual :**

Para obtener un cloro residual de 0,2 a 1,0 mg/L (Norma Boliviana 512), se debe medir la concentración en la pileta más alejada de la red de distribución y verificar si el goteo indicado en la Tabla 1, es suficiente para lograr el cloro residual necesario. En caso contrario, se aumentará la dosificación regulando el micro grifo, por aproximaciones sucesivas, aumentando o disminuyendo el caudal de goteo, hasta obtener el cloro residual exigido.

**COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Costos directos referenciales (Bs)

Descripción	Hipoclorador de carga constante	Dosificador con tubo flotante
Costo en bolivianos	1 000	400

## PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

El recipiente superior, de almacenamiento de la solución madre, tiene un volumen de 100 - 200 L Fig. 1, en el cual se instala un grifo ubicado a 10 cm del fondo, que se conecta al dosificador mediante una manguera transparente. El dosificador tiene un volumen pequeño de 20 L, donde se instala un flotador conectado a la manguera de alimentación de la solución madre. Esta instalación permite una carga constante para la salida de la solución clorada hacia el tanque de almacenamiento de agua potable.

Para una adecuada regulación del flujo de goteo se recomienda instalar un grifo y un micro grifo, ésta última deberá tener la calibración con las cantidades de goteo por minuto. Según el caudal que se tiene para el sistema de agua, se recomienda el empleo de accesorios de PVC y recipientes de plástico.

El dosificador de goteo de tubo flotante, consiste en un recipiente de plástico de 100 L, donde se prepara la solución madre, el tubo flotante se conecta a una manguera que se une a una tubería de salida donde está instalado un grifo. Todos los accesorios deben ser de PVC. Todo el conjunto del hipoclorador debe estar protegido de la intemperie, en una caseta, que sirva a su vez para el almacenamiento de los productos químicos.

Actividades principales de operación y mantenimiento

Actividad	Acciones Claves
Aforar	Cada mes verificar el caudal que llega al tanque de almacenamiento, para realizar una adecuada dosificación.
Preparación de la solución madre	Pesar el cloro en gramos, mezclar con 1,0 L de agua, diluirlo y luego verter en el recipiente No. 1, agitando con la cantidad de agua de indicada en tabla 1. (Por razones prácticas puede conseguirse un patrón de medida en volumen, pesado y medido en cualquier lugar que se tenga una balanza digital, en 100; 200 gramos etc.), preparar la solución madre para un tiempo no mayor a 14 días.

## PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 3

Actividad	Acciones Claves
Verificación de cloro residual	Medir en la pileta más alejada, comprobar si es correcta la dosificación indicada, si no se encuentra el cloro residual necesario, se regulará el micro grifo, por aproximaciones, aumentando o disminuyendo el goteo, utilizando un comparador de cloro. Esperar por lo menos 30' desde el inicio de la cloración.
Limpieza de los conductos	Temporalmente hacer la limpieza de los conductos de conexión, y todos los recipientes.
Protección	Los recipientes deberán estar protegidos contra la intemperie.
Comparador de cloro	Rellenar el pequeño tubo del comparador de cloro con el agua que sale de la pileta e introducir una pastilla de DPD. Agitar el tubo y esperar durante dos minutos hasta que tome un color rosáceo. Comparar este color con la tabla de colores del comparador de cloro, y por aproximación, determinar la concentración del cloro residual, esta deberá estar entre 0,2 a 1,0 mg/L.

## RECOMENDACIONES GENERALES

- El costo del hipoclorito de calcio es económico 30 Bs/kg, la disponibilidad del mismo no está muy distribuida por tanto es recomendable abastecerse del mismo para el tiempo de uso que se dé al sistema.
- Por las características técnicas se recomienda recibir la correspondiente capacitación para su manejo.
- La falta del compuesto en el mercado local cercano puede ser una amenaza para su sostenibilidad.
- Si existe exceso en la dosificación del cloro, las personas pueden rechazar su utilización debido al mal sabor que se produce por tanto evitar excesos en la dosificación.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

MAAya

Implementado  
en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág.  
Web

[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

La desinfección Solar del Agua (SODIS) es una tecnología de solución simple, de bajo costo y ambientalmente sostenible para el tratamiento de agua para consumo humano a nivel doméstico, en lugares en los que la población consume agua cruda y microbiológicamente contaminada. En el caso de acceder a agua de lluvia o de atajados y no se tiene la posibilidad de hervir, se podrá hacer uso de esta técnica de desinfección.

<b>USO Y FUNCIÓN</b>	Agua y saneamiento
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	No determinado
<b>VIDA ÚTIL</b>	En función al mantenimiento



PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 1

**Indicadores usados para la eficacia del SODIS:**

La metodología para determinar la presencia de patógenos, SODIS considera que es más fácil detectar un organismo indicador que señala la presencia de contaminación fecal en el agua. El organismo que cumple los requisitos de parámetro es el *Escherichia coli* (*E. coli*, coliforme fecal). Este organismo es un buen indicador para determinar la contaminación fecal del agua. Las bacterias coliformes totales no se pueden tomar como indicador de la calidad sanitaria del agua cruda, pues abundan naturalmente en el ambiente.

**CRITERIOS DE SELECCIÓN**

La eficacia de SODIS depende de la cantidad de la luz solar disponible, la radiación solar se distribuye de manera irregular y su intensidad varía de una ubicación geográfica a otra, dependiendo de la latitud, de la estación y de la hora del día.

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

El método SODIS usa dos componentes de la luz solar para la desinfección del agua: El primero la radiación UV-A tiene efecto germicida y el segundo la radiación infrarroja eleva la temperatura del agua. El uso combinado de la radiación UV-A y el calor produce un efecto de sinergia que incrementa la eficacia del proceso SODIS.

Efecto de SODIS en los patógenos: Los patógenos que afectan a los humanos se adaptan a vivir en los intestinos de las personas, donde encuentran un ambiente húmedo y oscuro, con temperaturas que oscilan entre lo 36°C a 37 °C. Una vez descargados en el medio ambiente, estos patógenos son muy sensibles a las condiciones fuera del cuerpo humano. No pueden tolerar temperaturas elevadas y no tienen un mecanismo de protección contra la radiación UV. Por lo tanto es posible usar la temperatura y la radiación UV para inactivar a estos patógenos.

La mayoría de los patógenos que atacan a los humanos son muy frágiles; fuera del cuerpo humano no pueden multiplicarse y mueren. Una de las pocas excepciones la constituye la salmonella, la cual sin embargo, requiere condiciones ambientales favorables (como un suministro adecuado de nutrientes) para sobrevivir.

Es importante señalar que SODIS no produce agua estéril. Organismos diferentes a los patógenos que afectan a los humanos, por ejemplo las algas, se adaptan bien a las condiciones ambientales dentro de las botellas SODIS y pueden incluso desarrollarse allí; sin embargo, estos organismos no representan un peligro para la salud humana.

Las investigaciones han demostrado que el método SODIS, destruye las bacterias y los virus patógenos. Se ha documentado la inactivación de los siguientes microorganismos: Bacterias: *Escherichia Coli* (*E. Coli*), *Vibrio Cholerae*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhi*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella paratyphi*. Virus: Bacteriófagos f2, Rotavirus, Virus de la Encefalomiocarditis.

## PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN 2

La variación de la radiación solar depende en gran parte de su latitud. En general, las regiones entre 35 °N y 35 °S son las que reciben, mayor cantidad de radiación solar. Es importante señalar que la mayoría de los países en desarrollo están ubicados entre la latitud 35 °N y 35 °S. Por tanto, pueden basarse en la radiación solar como fuente de energía para la desinfección solar del agua para consumo humano. En Bolivia es aplicable en todas las zonas geográficas.

El método SODIS ha sido probado en el país, como en diferentes países con resultados favorables, con costos mínimos cargados fundamentalmente en la implementación de capacitaciones.

**CRITERIOS DE DISEÑO**

Las variaciones estacionales de la radiación solar son importantes para la aplicabilidad del método de desinfección solar del agua. Antes de la implementación de SODIS en el lugar específico, es necesario determinar las intensidades estacionales de la radiación: Para que SODIS sea eficaz, es necesario contar con una intensidad total de radiación de por lo menos 500 W/m<sup>2</sup>, durante aproximadamente 5 horas.

La intensidad solar también está sujeta a variaciones diarias. Al incrementarse la nubosidad, se cuenta con menos energía de radiación. Durante los días completamente nublados, la intensidad de la radiación solar UV-A se reduce a un tercio de la intensidad registrada durante un día despejado.

**Turbiedad del agua**

Las partículas suspendidas en el agua reducen la penetración de la radiación solar en el agua e impiden que los microorganismos sean irradiados. Por lo tanto, la eficacia de desinfección de SODIS se reduce en agua turbia. SODIS requiere agua relativamente clara, con una turbiedad menor a 30 UNT, (Unidad Nefelométrica de turbiedad). Si el agua es mayor 30 UNT, es necesario pre tratar el agua antes de exponerla a la luz.

**ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

Varios tipos de materiales plásticos transparentes son buenos transmisores de luz en el rango UV-A y en el visible del espectro solar. Las botellas de plástico están hechas de PET o de PVC, es recomendable el uso de botellas PET. Con agua clara, se tiene una buena eficiencia hasta una profundidad de 20 cm., por este aspecto se recomienda usar botellas PET descartables de hasta 3 litros.

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Actividad	Acciones Claves
Aplicación	Verificar si las condiciones climáticas son adecuadas para SODIS. Conseguir botellas de plástico PET de hasta 3 litros. Verificar que las botellas sean cerradas herméticamente. Para ello se debe comprobar el estado de la tapa. Elegir un soporte adecuado para exponer la botella.
Procedimiento de exposición	Verifique que el agua este suficientemente clara para SODIS (turbiedad <30 UNT). Usar botellas transparentes de plástico y tapas limpias, de refresco o gaseosa, (no de color). Llenar las botellas con agua clara y taparlas bien Colocar las botellas al sol temprano en la mañana en el techo de la casa o sobre una calamina, teja o piedra, exponer más de 6 horas. Al final del día recoger las botellas, si el cielo estuvo nublado, dejar las botellas por un día más. Dejar enfriar el agua y tomar en un vaso limpio
Días muy nublados	Las botellas de SODIS tienen que estar expuestas al menos durante dos días consecutivos, en días muy nublados para alcanzar la radiación requerida y garantizar la inactivación de los patógenos.

## RECOMENDACIONES GENERALES

- Se deberá usar botellas pet hasta de 3 litros, evitar otro tipo de botellas que no sean transparentes.
- Se consigue un agua con una desinfección confiable, apta para consumo humano.
- El agua deberá ser clara o tener una turbiedad menor a 30 UNT.
- Requiere hábito para su continuo uso.
- No puede ser usado botellas de otro color o de cristal.
- Requiere esperar mínimo 6 horas una vez expuesto al sol, para la ingesta del agua.
- Es solo para pequeñas cantidades de agua.

DATOS  
ESPECÍFICOS  
DE LA  
ALTERNATIVA

Institución

MAAYA

Implementado en:

Altiplano, Valles y Llanos

Pág.  
Web[bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf](http://bibliotecadelagua.sirh.gob.bo/docs/pdf/191.pdf)

**VI**  
**PROCEDIMIENTOS**  
*Técnicos para el  
financiamiento*





**FORMULAR EL  
PRESUPUESTO  
DE LA GESTIÓN**

# 1. PREVISIONES *PRESUPUESTARIAS*

los municipios podrán  
“en función a sus  
necesidades” acceder a  
2 tipos de recursos/  
previsiones  
dependiendo del tipo de  
medidas que requiere o  
necesita implementar



**MODIFICACIONES  
PRESUPUESTARIAS**

La formulación del presupuesto de gestión, es un elemento esencial dentro de la *planificación operativa municipal*, en esta etapa se puede prever el financiamiento de aquellas alternativas bajo la INCLUSIÓN de la GESTIÓN DE RIESGOS en la formulación del presupuesto dentro del PROGRAMA 31 para lo cual se deberá seguir los siguientes pasos:

**Paso 1.** El responsable del área de Administración Financiera del Gobierno Autónomo Municipal deberá establecer la asignación presupuestaria en función a la demanda social y/o los planes de gestión de riesgos, plan de emergencia o contingencia.

**Paso 2.** Una vez establecido el presupuesto necesario, deberá establecerse las fuentes de financiamiento que permitan asignar el mismo, tales fuentes de financiamiento autorizadas son:

Recursos propios	IDH	
	Tributaria	
20-210, 230	41-113	41-119

**Paso 3.** Determinadas las fuentes de financiamiento, se debe asignar el presupuesto a la apertura programática pertinente del Gobierno Autónomo Municipal:

Código	DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA
31	Gestión de Riesgos

## INCLUSIÓN de la GESTIÓN DE RIESGOS en la FORMULACIÓN del PRESUPUESTO

## 2. MODIFICACIONES PRESUPUESTARIAS

### en SITUACIONES de EMERGENCIA

Cuando existe una situación de EMERGENCIA, es posible realizar modificaciones al presupuesto, las veces que sean necesarias, para realizar la correspondiente atención, para lo cual se deberá seguir los siguientes pasos:

**Paso 1.** El responsable del área funcional o de la UGR, debe elaborar un informe sobre la necesidad de recursos adicionales debidamente justificados y remite al Alcalde por conducto regular.

**Paso 2.** El Alcalde instruirá al inmediato superior de la UGR reunirse con el área administrativa y/o financiera para establecer la viabilidad del requerimiento de recursos adicionales. Como resultado de las reuniones se elaborara un informe que podrá establecer lo siguiente:

- La no viabilidad de la solicitud de recursos adicionales. En este caso el responsable de la UGR deberá elaborar un informe técnico recomendando la declaratoria de Desastre.
- La viabilidad de la solicitud de recursos adicionales. En este caso se establecerán las fuentes de financiamiento y la cantidad de recursos financieros.

**Paso 3.** El alcalde envía la solicitud de modificación presupuestaria al Concejo Municipal, para que mediante instrumento jurídico correspondiente autorice las mismas.



**Paso 4.** El Concejo Municipal considerará la propuesta en base al análisis de la ejecución del presupuesto, análisis de requerimientos y fuentes de financiamiento y tomará la decisión de:

- Rechazar la solicitud de modificación presupuestaria. En este caso el responsable de la UGR deberá elaborar un informe técnico recomendando la declaratoria de Desastre.
- Aprobar la solicitud de modificación presupuestaria

**Paso 5.** El Concejo Municipal aprueba la autorización de modificaciones presupuestarias mediante instrumento jurídico correspondiente y envía al ejecutivo para su ejecución y cumplimiento si corresponde.

**Paso 6.** El Alcalde previo registro de las modificaciones en inversión pública remite de acuerdo a normativa la documentación correspondiente al Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.

**Paso 7.** El Alcalde remitirá un informe de las modificaciones presupuestarias efectuadas al COMURADE Y COEM para su conocimiento y fines consiguientes.



*El procedimiento puede ser distinto según la ley Autonómica de Gestión de Riesgos Municipal o bien su reglamentación interna.*

## MODIFICACIONES PRESUPUESTARIAS en SITUACIONES de EMERGENCIA



RECUERDA

“Mala gestión del agua es igual a sequía”

Como Gobierno Municipal, si prevenimos y nos adelantamos a la sequía habremos gestionado el agua y así afrontamos sus posibles efectos