

# Día y noche hay agua

Documento de Sistematización del Proyecto:  
Sistema de Agua Potable de Uso Múltiple Maica Central





# Día y noche hay agua



Créditos:

Proceso de sistematización: Marie Claude Arteaga  
Revisión Técnica : Antonio Becerra y Gustavo Heredia  
Textos: Marie Claude Arteaga  
Fotografías: Equipo AGUATUYA  
Edición: Álvaro Cuellar

Diseño Editorial: DG Gonzalo Téllez Liendo  
bd buendiseño Gestión y Procesos en Comunicación Visual  
[www.buendiseño.webs.com](http://www.buendiseño.webs.com)

Cochabamba, Febrero 2011

La presente publicación es posible gracias al apoyo de la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional (ASDI), el contenido o las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de la Fundación AGUATUYA.

# Contenido

Introducción .....	1
“Acá en la comunidad casi un 70% no tenía agua” .....	3
“A pesar de que tenían pozos pequeños, la demanda era grande” ...	4
“Se trazó el objetivo y se concretizó” .....	6
Agua Para Todos .....	6
“¿Cómo podía esa agua llegar a las casas?” .....	11
“Mano a mano hemos trabajado” .....	13
“La capacidad del agua es muy buena, tiene buen caudal” .....	17
Innovación técnica para la sostenibilidad económica del proyecto ..	17
Sistemas de uso múltiple .....	20
Conclusiones y lecciones aprendidas .....	23
Recomendaciones .....	27
Anexos .....	29
Mapa de ubicación de la OTB Sindicato Agrario Maica Central ..	29
Servicios disponibles en la zona .....	30
Cálculo de caudales de diseño .....	31
Diseño de la red de distribución y conexiones domiciliarias ..	33
Ahorro para la reposición .....	37
Fuentes .....	38
Agradecimientos .....	38



# Introducción

El crecimiento poblacional en todo el mundo experimenta un ritmo acelerado y vertiginoso, particularmente en las grandes ciudades, donde los procesos de urbanización se ven superados por la necesaria planificación y construcción de servicios de agua y saneamiento básico. La infraestructura existente en gran parte de estas urbes se encuentra obsoleta, colapsada, en tanto que en las zonas de expansión o periféricas, la cobertura de estos servicios es deficiente, con una planificación inadecuada o, incluso, inexistente.

Bolivia no es una excepción a esta tendencia; el crecimiento de la población urbana y la migración proveniente de áreas rurales están provocando una acelerada expansión urbana, empujando los límites de la ciudad hacia terrenos tradicionalmente rurales. Se genera, entonces, una pugna entre mantener las actividades económicas características de las zonas rurales y un modo de vida urbano. Entretanto, las familias enfrentan serios problemas de acceso a los servicios de agua y saneamiento.

En este contexto, la Fundación AGUATUYA busca promover iniciativas en torno a agua y saneamiento en zonas de expansión urbana poniendo en práctica soluciones participativas, innovadoras y sostenibles. Con este propósito, el año 2009, junto al Ministerio de Medio Ambiente y Agua y la Embajada de Suecia, inicia el proyecto “Servicios de agua potable y saneamiento sostenible” con el objetivo de contribuir al sector a través de la ejecución y sistematización de modelos innovadores de distribución de agua y saneamiento en zonas periurbanas, utilizando para ello un enfoque basado en la demanda, el trabajo multisectorial y la activa participación de los usuarios.

Una de las primeras iniciativas promovidas por el proyecto –la renovación del sistema de agua potable de Maica Central con un enfoque de uso múltiple– resultó en una experiencia rica en lecciones aprendidas. Maica Central es una comunidad tradicionalmente lechera ubicada en una zona de expansión urbana de la ciudad de Cochabamba cuyos dirigentes impulsaron activamente un proceso que culminó con el acceso a un servicio continuo y con buen caudal que provee de agua tanto al ganado así como a sus necesidades domésticas.

El presente documento recoge las reflexiones de los principales protagonistas de este proceso con el anhelo de compartir los aciertos que hicieron posible los logros alcanzados y así contribuir al desarrollo de nuevas propuestas de dotación de agua para zonas periurbanas de cualquier lugar del país, allí donde los usos múltiples del agua sean requeridos.





# “Acá en la comunidad casi un 70% no tenía agua”

En 2009, los dirigentes de la OTB Sindicato Agrario Maica Central, en respuesta a la presión ejercida por la comunidad, tomaron la decisión de cambiar sus pequeñas redes de agua por un sistema integrado que proporcione este recurso tanto para las familias como para su principal actividad económica: la producción de leche.

*“En realidad, acá en la comunidad casi un 70% no tenían agua, ese ha sido el motivo donde la gente se ha dado cuenta y exigía que tengamos toda la Maica Central agua, de ese modo hemos encaminado el proyecto” [René Pérez, dirigente OTB Sindicato Agrario Maica Central].*

Yhasmany Medrano, presidente de la OTB Sindicato Agrario Maica Central, cuenta que la iniciativa se originó el 2005 con la perforación de un pozo producto de un convenio entre la Prefectura del Departamento de Cochabamba y la comunidad. La Prefectura realizó un aporte de aproximadamente \$us 15.000 y la comunidad contribuyó con \$us 2.300. Con estos fondos se logró la perforación del pozo y la instalación de una bomba sumergible.

*“El objetivo de este pozo era de riego que tendría que servir para las necesidades del sector, pero vimos cuando ya la Prefectura hizo la entrega que fue la manzana de la discordia y no todos estuvieron de acuerdo con los riegos que podía hacerse. Traía mucho conflicto internamente; entonces se decidió a nivel de la comunidad de no utilizar más ese pozo. Quedó más o menos un año y medio paralizado el pozo, y nacieron otras iniciativas y otras inquietudes... hacer una instalación a los domicilios. El primer planteamiento era que la comunidad misma coloque sus fondos económicos. Hicimos un pequeño presupuesto pero lo montos eran demasiado elevados para la cantidad de personas que existían en la comunidad. En ese sentido, los dirigentes y el directorio hemos empezado a tocar puertas” [Yhasmany Medrano, presidente OTB Sindicato Agrario Maica Central].*💧



# “A pesar de que tenían pozos pequeños, la demanda era grande”

**Maica Central** es un barrio periférico de la ciudad de Cochabamba con aproximadamente 1.420 habitantes, ubicado en el Distrito 9 del Municipio de Cochabamba, a 35 minutos del centro de la ciudad. Se encuentra a la altura del kilómetro 3 de la avenida Blanco Galindo, al sur de la ciudad de Cochabamba en dirección al aeropuerto. Maica Central es parte de 7 Maicas que están dentro del Distrito 9. Cuenta con 2 centros de salud, que atienden a las 7 Maicas. El sector cuenta con 2 unidades educativas, telefonía fija, telefonía móvil, servicio de correos y recojo de basura. El 100% de las viviendas cuentan con energía eléctrica a través del servicio que presta ELFEC. No existe ningún sistema de alcantarillado o recolección de aguas servidas, por lo que la deposición de excretas se la realiza al aire libre, en letrinas o en baños con pozo séptico (ver anexo).

Con una temperatura media de 22 a 24 grados centígrados, Maica Central se sitúa en el centro del valle de Cochabamba, lugar que se caracteriza por sus colinas bajas y sus llanuras. En su mayoría, los habitantes de la zona –que se encuentran dentro del área de influencia del sistema de riego # 1 La Angostura– se dedican a la crianza de ganado lechero y animales menores, incluida la producción de forraje. La actividad económica más importante es la producción y comercialización de la leche de vaca, siendo su principal mercado PIL ANDINA (Planta Industrializadora de Leche). Otra pequeña cantidad de su producción es comercializada en forma directa en diferentes mercados de la ciudad de Cochabamba.

## Principales Actividades Económicas

Actividad	Principales Rubros	%
Diversas	Maestros Albañiles, Mecánicos y Panaderos	10
Agricultura	Lechería, Agricultura	80
Profesionales	Licenciaturas universitarias	10
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

Fuente: Fundación AGUATUYA de acuerdo a entrevista con el Directorio de la OTB Sindicato Agrario Maica Central.





El Distrito 9 tiene una población aproximada de 134.170<sup>1</sup> habitantes, distribuidos en unos 30 sindicatos agrarios que se dedican a la actividad agropecuaria. Si bien se trata de una zona productiva, el Índice de Desarrollo Humano de este distrito es el más bajo de todo el municipio (IDH = 0,55). Por su parte, la mortalidad infantil es de 95/1.000, cuando el promedio a nivel municipal es de 53/1.000. Una de las causas principales de la mortalidad infantil son las diarreas agudas relacionadas con el consumo de agua contaminada; solamente el 0,49% del Distrito 9 cuenta con cobertura de agua potable y el 0,03 de alcantarillado.<sup>2</sup>

En Maica Central, el primer servicio de agua fue construido el año 1991; abastecía a 280 viviendas a través de 6 comités de agua potable, cada uno organizado en torno a un pozo independiente. Luego de 18 años, las redes de distribución de agua funcionaban de manera precaria debido a la antigüedad de las tuberías.

*“Al caracterizarse como sector lechero agrícola, tiene necesidad de un sistema de agua para riego y también para el uso múltiple, personal. Nosotros contábamos con otros pozos pequeños, pero no contaban con la misma capacidad de agua como este pozo que se inauguró. Entonces la percepción de la gente era pues su necesidad. La presión que nosotros teníamos como dirigentes era esa demanda, para canalizar, para satisfacer esa necesidad. A pesar de que tenían pozos pequeños, la demanda era grande” [Yhasmany Medrano, presidente OTB Sindicato Agrario Maica Central].* 💧

1 Según proyecciones de la población por distrito para el 2010 del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial, H. Municipalidad de Cochabamba, julio 2009.

2 Plan Municipal de Ordenamiento Territorial, H. Municipalidad de Cochabamba; julio 2009. El documento toma como fuente datos del INE, Censo 2001.

# “Se trazó el objetivo y se concretizó”

**La dirigencia** adoptó determinaciones tendentes a buscar soluciones destinadas a satisfacer esta demanda y, en particular, buscar fuentes de financiamiento para la renovación de las redes, la instalación de un nuevo sistema de bombeo y otros trabajos adicionales.

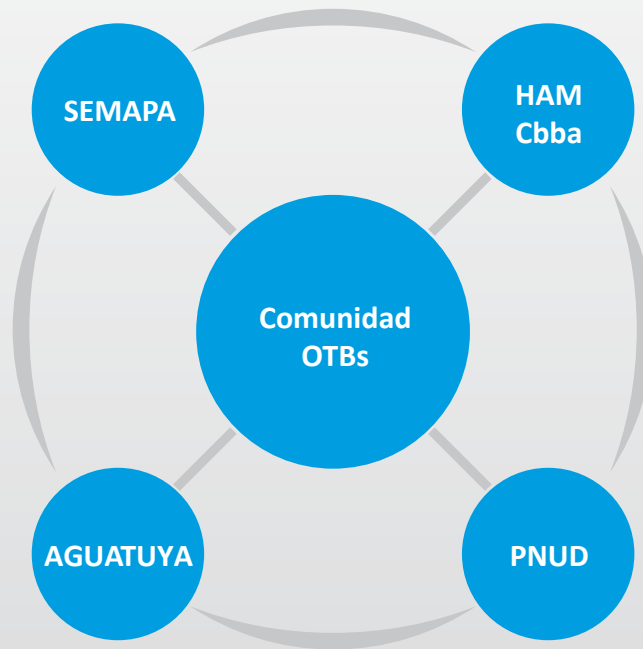
*“Nosotros nos hemos reunido, toda la OTB de Maica Central para analizar la situación de cómo podíamos sacar de ahí el agua. Entonces en primer lugar los comunarios indicaban que podíamos sacar acuotándonos, comprar las bombas hidráulicas con dinero... Después de una, dos o tres asambleas... con algún funcionario de AGUATUYA me encontré y nos habló del proyecto (Agua para Todos). De ese modo hemos encaminado este proyecto”* [René Pérez, dirigente OTB Sindicato Agrario Maica Central].



## Agua Para Todos

El proyecto Agua Para Todos es una alianza creada en la ciudad de Cochabamba con el objetivo de facilitar el desarrollo de servicios básicos sostenibles para poblaciones periurbanas del municipio. Este proyecto es reconocido en el ámbito regional, nacional e internacional por su enfoque innovador ya que combina los esfuerzos de Organizaciones Territoriales de Base (OTBs), entidades públicas y empresas locales. Este enfoque de intervención le mereció el Premio SEED Awards ([www.seedinit.org](http://www.seedinit.org)), un reconocimiento de carácter global auspiciado por Naciones Unidas, entre otras instituciones internacionales, otorgado cada dos años a iniciativas innovadoras con soluciones multisectoriales que contribuyen al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio que protegen el medio ambiente.

Agua Para Todos nace el 20 de mayo de 2005 cuando la Honorable Alcaldía de Cochabamba suscribió un convenio marco de cooperación interinstitucional con el Servicio Municipal de Agua de Cochabamba (SEMAPA), el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y AGUATUYA, con el propósito de reducir el déficit de cobertura de este recurso mediante sistemas independientes sostenibles de agua a través de la construcción de redes de distribución con la perspectiva de su futura interconexión al sistema municipal central. ([www.aguatuya.org](http://www.aguatuya.org)).



Este acuerdo interinstitucional ha desarrollado una estrategia de trabajo en la que los miembros de las OTBs participan activamente en la construcción de la infraestructura y en la inversión para cubrir los costos. AGUATUYA trabaja con la comunidad en el desarrollo de cada proyecto, desde el diseño hasta su implementación, con un enfoque de demanda y con alta participación por parte de la comunidad.

En la financiación de los proyectos, la Honorable Municipalidad de Cochabamba juega un papel fundamental con la posibilidad de asignar fondos de Participación Popular a solicitud de la OTB beneficiada o de otras fuentes, dependiendo de la situación financiera de cada proyecto.

La construcción de los sistemas de agua se lleva a cabo bajo la supervisión técnica de SEMAPA. Las redes secundarias comienzan a funcionar de inmediato con fuentes de agua alternativas, para luego ser interconectadas con SEMAPA en una segunda fase. AGUATUYA trabaja en el diseño y desarrollo de estas redes secundarias de distribución de agua potable, asegurando que los sistemas construidos puedan ser interconectados con SEMAPA en el futuro.

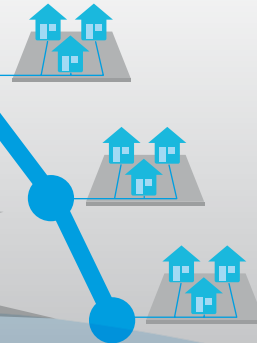
Con el proyecto Agua Para Todos el costo del agua en el domicilio baja en un 50% con relación a una situación anterior, cuando los hogares se abastecían de agua de cisterna en turril. Con la interconexión a SEMAPA el ahorro es del 75%.

# Metodología de trabajo Agua para Todos

1ª Fase	Descripción	Participantes
Identificación de demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de proyectos potenciales</li> <li>• Reuniones con dirigentes de OTBs potenciales</li> <li>• Reuniones con representantes de la HAM CBBA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HAM CBBA</li> <li>• OTBs</li> <li>• AGUATUYA</li> </ul>
2ª Fase		
Elaboración del diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección y medición en terreno</li> <li>• Elaboración de propuestas técnica y económica</li> <li>• Aplicación de tecnología apropiada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OTBs</li> <li>• AGUATUYA</li> <li>• SEMAPA</li> </ul>
3ª Fase		
Financiamiento del Proyecto	Financiación compartida, recursos propios de la OTB, HAM CBBA, microcrédito, otros donantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OTBs</li> <li>• HAM CBBA</li> <li>• AGUATUYA</li> <li>• OTROS</li> </ul>
4ª Fase		
Ejecución del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Firma de contrato</li> <li>• Optimización de tiempos</li> <li>• Supervisión técnica</li> <li>• Conformación de EPSA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OTBs</li> <li>• AGUATUYA</li> <li>• PLASTIFORTE</li> <li>• SEMAPA</li> </ul>
5ª Fase		
Capacitación Comité de Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información especializada</li> <li>• Asistencia y capacitación técnica</li> <li>• Módulos de capacitación administrativa/contable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OTBs</li> <li>• AGUATUYA</li> <li>• INFOCAL</li> </ul>

## Futura Matriz principal de SEMAPA

La interconexión con las redes secundarias se realizará en un sólo punto de entrada de agua que permite la entrega “en bloque”



## Proyecto Agua Para Todos: logros a la fecha

Síntesis del impacto económico y social del proyecto Agua Para Todos a noviembre de 2010:

Inversión total [USD]	1.219.134
Inversión total por la comunidad (aporte propio OTBs) [USD]	521.972
Inversión total por el Municipio [USD]	697.162
Número total de proyectos entregados (OTBs) [USD]	34
Promedio de inversión total por proyecto (OTB)	35.856
Número total de hogares beneficiados	4.376
Promedio inversión total por hogar [USD]	278
Promedio inversión directa pagada por la comunidad [USD/vivienda] [incluye aporte de otros donantes]	119
Total personas beneficiadas (promedio 5,7 hab./casa)	24.943
Promedio inversión total per cápita [USD]	48
Longitud total de tuberías instaladas [m]	95.614

Luego de cinco años de la alianza Agua Para Todos, los resultados son favorables: se ha logrado que 24.000 personas accedan a sistemas de agua, proceso que requirió de una inversión de más de un millón de dólares estadounidenses provenientes de recursos públicos y aportes de la población, con un costo per cápita de 48 dólares.

Asimismo, se ha fortalecido la capacidad organizativa de las comunidades y barrios, actores centrales de todo este proceso, además de haberse consolidado un modelo de alianza estratégica público-privada combinando capacidades, competencias y conocimientos de cada uno de los miembros, influyéndose mutuamente en la generación de una nueva cultura institucional y de gobernabilidad.

Luego de acercarse a la Honorable Alcaldía Municipal y a AGUATUYA en busca de financiamiento, fue a través del proyecto Agua Para Todos que la OTB Maica Central emprendió la renovación de su sistema de agua potable.

*“Y la única alternativa, por no contar con los recursos económicos, era a través del proyecto en el cual participen diversas instituciones. Se trazó el objetivo y se concretizó”* [Yhasmany Medrano, presidente OTB Sindicato Agrario Maica Central].

En el marco de la alianza de Agua Para Todos, el 6 de junio de 2009, AGUATUYA y la OTB Sindicato Agrario Maica Central firmaron un acuerdo de cooperación.

AGUATUYA, siguiendo el mandato de su misión institucional –que busca promover iniciativas en agua y saneamiento en zonas de expansión urbana, aplicando soluciones participativas, innovadoras y sostenibles para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente–, suscribió el acuerdo destinando fondos de su proyecto *Servicios de agua potable y saneamiento sostenibles* financiado por la Embajada de Suecia. 💧





# “¿Cómo podía esa agua llegar a las casas?”

**Dado que** la comunidad desarrolla la actividad lechera, se diseñó un sistema de agua para uso múltiple de manera de atender las necesidades de uso doméstico, así como también beneficiar la actividad económica. El proyecto se concibió en la perspectiva de que el sistema sea gestionado de manera sostenible y brinde un servicio con la calidad y cantidad de agua adecuada al menor precio posible. Es así que se delineó el proyecto bajo el siguiente objetivo general: Mejorar el nivel de vida de los habitantes de la zona a través del servicio de distribución de agua a un costo accesible y sostenible las 24 horas del día, especificando que el sistema debería ser operado y mantenido por la OTB.

Dentro de este marco, se planificó un proyecto que incluye: una nueva estación de bombeo, la construcción de una nueva red de distribución con un total de 6.600 metros lineales de matrices principales y la instalación de conexiones domiciliarias, utilizando el pozo perforado por la Prefectura como fuente de agua. El sistema fue calculado para que brinde un servicio de agua a 284 familias actuales y 579 familias a futuro (ver anexo).

La inversión total y el financiamiento para la ejecución del proyecto de agua de uso múltiple para la OTB Sindicato Agrario Maica Central se resume en el siguiente cuadro:

Institución	Monto (Bs)	%
Honorable Alcaldía Municipal de Cochabamba (En efectivo para provisión e instalación de materiales)	411.000	49,5
OTB Sindicato Agrario MAICA CENTRAL (En trabajo comunitario: cavado y tapado de zanjas)	297.200	35,8
Fundación AGUATUYA (Con fondos de donación de ASDI: provisión e instalación de materiales)	96.260	11,6
Fundación AGUATUYA (Con fondos de donación de ASDI: capacitación y acompañamiento EPSA)	25.200	3,1
<b>TOTAL</b>	<b>829.660</b>	<b>100</b>

Los compromisos asumidos por la OTB fueron los siguientes:

- Asegurar el financiamiento por parte de la Alcaldía de Cochabamba.
- Asegurar una contraparte del barrio para el cofinanciamiento.
- Determinar una estructura tarifaria que garantice la sostenibilidad económica del sistema de agua.
- Asegurar que las familias usuarias sean informadas y participen en las decisiones colectivas, como: selección de la opción técnica, contraparte, tarifa a ser aplicada y selección del directorio que administra el servicio de agua.
- Solicitar a la Fundación AGUATUYA el pago a terceros con los fondos comprometidos. 💧

# “Mano a mano hemos trabajado”

**La obra** se inició el 30 de julio de 2009; sin embargo, la OTB y sus dirigentes estuvieron trabajando desde el año 2007 “tocando puertas” de las diferentes instituciones.

*“Los primeros acercamientos fueron fallidos, continuamos buscando, indagando caminos. El año 2008 hicimos contacto con AGUATUYA y desde ahí comenzó la idea, justamente, de empezar a enriquecer el proyecto macro, y en ese sentido en el año 2009 hemos hecho aprobar la participación de la Alcaldía, AGUATUYA y la comunidad a través de fondos que se destinen para la inclusión de este proyecto; eso fue el 20 enero de 2009. Todo el proceso administrativo nos duró unos 4 a 5 meses, el proyecto comenzó desde fines de julio a principios de agosto” [Yhasmany Medrano, presidente OTB Sindicato Agrario Maica Central].*



La búsqueda de financiamiento no fue la única tarea cumplida. Durante esos años, la dirigencia se ocupó de motivar a los vecinos y vecinas para llevar adelante el proceso. Fruto de numerosas asambleas, la comunidad decidió hacerse cargo de la excavación.

*“Nosotros precisamente, repito, hicimos unas reuniones para que la gente no se desmaye y hemos dicho con la gente [que] la maquinaria nos costará muy cara; nosotros mano a mano haremos, porque nosotros somos del lugar, trabajadores, entonces... por esa razón toda la gente de la Maica aceptó trabajar personalmente, no con la maquinaria. Nos animó el presidente, el Yhasmany que estaba en el directorio, el René Pérez, tanto nosotros mismos le ayudamos, hicimos reuniones,*



*para convencer a la gente de la Maica. Gracias a las reuniones, gracias a las personas de la Maica nos aceptaron totalmente, gracias a los dirigentes que hicieron este trabajo” [Jonny Cadima, presidente Pozo San Miguel].*

Bajo el liderazgo de los dirigentes de los 6 pozos antiguos, se dividió a los vecinos y vecinas en 6 grupos para que se organicen y realicen el cavado de los 6.600 metros de red y el tapado de zanjas. La comunidad también se encargó del retiro y reposición del empedrado de matriz y acometidas, incluido el cavado y tapado de acometidas domiciliarias y la prueba de compactación. Todo ello bajo la supervisión técnica de SEMAPA y la Fundación AGUATUYA.

*“Ya teníamos una base, a través de la organización, del sindicato. Por el directorio, empezamos a conformarlos, organizarlos y la idea central era que los que deseaban tener agua y los que creían en el proyecto podían sumarse. Entonces las personas empezaron a hacer el trabajo comunitario... Colocamos delegados a los 6 grupos, que eran parte del sindicato, ellos operaban, tomaban asistencia, tomaban sus necesidades, y en temas de alimentación, se les daba un pequeño refrigerio. Ellos tenían que traerse palas. Cada grupo estaba constituido por 30, 50, 60 personas para hacer sus excavaciones en diferentes partes que nosotros habíamos designado. Tardamos un mes en excavar, excavamos 6 kilómetros. Eran 264 personas” [Yhasmany Medrano, presidente OTB Sindicato Agrario Maica Central].💧*

# “La capacidad del agua es muy buena, tiene buen caudal”

**La obra** fue entregada el 13 de enero de 2010 a una comunidad notoriamente contenta por los beneficios que recibiría con la renovación de su sistema de agua.

*“Está contenta, está feliz, tiene día y noche el agua, no tienen por qué quejarse del agua”* [René Pérez, dirigente OTB Sindicato Agrario Maica Central].

*“Contenta, con lo que tienen en las casas... con lo que tienen agua, montonera que tienen. Esa agua no es poca, abasteció totalmente a toda la Maica”* [Jonny Cadima, presidente Pozo San Miguel].

No obstante, al principio la bomba presentó algunos problemas técnicos, los que se lograron solucionar sin grandes contratiempos.

*“Hemos tenido problemas al principio con el pozo, en el tema de la bomba. La bomba que nos donaron era de hace 4 años, y empezó a fallar, por el tema de mantenimiento. Hemos hecho un pequeño mantenimiento, hemos invertido un dinero, ahora está funcionando muy bien. La capacidad del agua es muy buena. Tiene buen caudal”* [Yhasmany Medrano, presidente OTB Sindicato Agrario Maica Central].

Con relación al impacto relacionado con la disponibilidad del agua en cada domicilio, es de destacar un cambio referido a la higiene, a las posibilidades que brinda en las tareas domésticas un servicio de 24 horas con buen caudal.

*“Cambió, higiénicamente nosotros estamos... teníamos una agua que no servía, pero con esta agua que tenemos ahora... sirve para lavarnos, para lavar la ropa, dar comida a las vacas”* [Jonny Cadima, presidente Pozo San Miguel].

En conversaciones con las vecinas de la OTB, ellas nos comentan que utilizan el agua que reciben del nuevo sistema para las tareas de limpieza: lavado de ropa e higiene personal. Aseguran que la presión y el caudal les ha facilitado la labor.



*“Mejor que los otros, tiene caudal y calidad; sirve para ducharse. Antes no había presión, había que gritar en media ducha” [Vecina OTB Sindicato Agrario Maica Central].<sup>3</sup>*

*“Todo bien, llena el balde más rápido, sirve para darle a las vacas, limpiar el piso. Antes no salía día y noche. Ahora, no se sufre de agua, tengo agua, facilita para lavar las cosas. En la noche podemos lavar” [Joven vecina, OTB Sindicato Agrario Maica Central].*

*“(Antes) a veces había que sacar del tanque, (ahora) hay más presión, harta sale” [Vecina dedicada a la cría de chanchos, OTB Sindicato Agrario Maica Central].*

En cuanto al compromiso asumido por la OTB, de conformar una entidad que preste los servicios de agua, se conformó un Consejo Directivo del Sistema de Agua. Para ello, la Fundación AGUATUYA sostuvo varias reuniones con la dirigencia de la comunidad, en las que se expusieron las posibles conformaciones que podría tener una Entidad Prestadora de Servicios de Agua, ya sea Cooperativa, Comité o Asociación. Con la información referida a las ventajas y desventajas de cada una de ellas, los dirigentes tomaron la decisión sobre cuál de las estructuras sería la más apropiada para la OTB Maica Central.

*“Entonces creamos dentro de los estatutos y los reglamentos del Sindicato un subsistema que hemos llamado el Consejo Directivo del Sistema de Agua. El Sindicato no participa en temas administrativos del Consejo, pero participa como control social y fiscalizador de los recursos económicos. Se rige en base a lo que establece los estatutos y reglamentos, lo que es el mismo sindicato. Existiendo ya una personería jurídica del sindicato o de la OTB, si se puede llamar, le damos una libertad autónoma para que 5 personas sean elegidas en asamblea y ellos direccionen el sistema de agua; pero el control social, la fiscalización lo hace la OTB, a esas 5 personas. Podemos captar más ayuda a través del sindicato mismo, la participación popular, apoyo de la Alcaldía. El Presidente del Sindicato... según los estatutos, es la máxima instancia pero no determina temas económicos; dentro del sindicato creamos un subcomponente. Es para darle más transparencia” [Yhasmany Medrano, presidente OTB Sindicato Agrario Maica Central].*

René Pérez, dirigente de la OTB, participó del Curso en Gerencia de Pequeñas Entidades Prestadoras de Servicios de Agua (EPSAs), desarrollado por la Fundación AGUATUYA. Durante el curso, impartido en instalaciones de la Fundación INFOCAL con una duración de 18 horas dividida en 3 sesiones, se capacita a los participantes en la normativa del sector, requisitos para formalizar las EPSA, costos de funcionamiento y definición de tarifas, lectura de medidores, administración, calidad del agua, operación de un sistema de agua potable y planificación. Se



<sup>3</sup> En las entrevistas, se ha mantenido el anonimato de los vecinos y vecinas, esto con el propósito de que su opinión sea libre acerca de la calidad del agua y del sistema.



trata de un curso estructurado a la medida de los representantes de las EPSA con el fin de dar a conocer de manera sintética los principales elementos que aseguren su sostenibilidad.

*“Las clases que he ido a pasar a INFOCAL para mí han sido buena cosa en muchos aspectos. En este momento estoy asesorando a algunos, por ejemplo tenemos delegados asignados para la lectura. Entonces con la experiencia que me han dado allá en INFOCAL nos está yendo bien”* [René Pérez, dirigente OTB Sindicato Agrario Maica Central].

De todas maneras, la OTB cuenta con la experiencia de los 6 comités que anteriormente trabajaron de manera independiente gestionando los antiguos pozos. Con esta experiencia, más el asesoramiento técnico, definieron la tarifa.

*“La tarifa no es tan elevada, normal nomás... la gente según eso consume, si quiere consumir y si tiene dinero para pagar también. Dijimos en una reunión: ‘El agua vino para no desperdiciarse, para cuidarla. El que consume pagará lo que consume’. Hay gente que está pagando 3 bolivianos, 5 bolivianos, a lo mucho 10 bolivianos”* [Jonny Cadima, presidente Pozo San Miguel].

## Innovación tecnológica para la sostenibilidad económica del proyecto

Una de las grandes ventajas del sistema instalado en Maica Central es la tecnología instalada. Las innovaciones utilizadas tanto en la construcción de la red como en el sistema de presurización del agua, permitieron acortar los tiempos destinados a la construcción, además de otorgarle sostenibilidad económica al proyecto. La relación entre el monto total de la inversión –reducido por la tecnología– y la vida útil del sistema –prolongada por los materiales utilizados– permitió definir tarifas accesibles para la recuperación de los costos de funcionamiento y ahorro para la reposición.

Se utilizó la Torre Hidroneumática, tecnología que permite presurizar el agua de manera de mantener la presión en la red continua y automática. Esta tecnología reemplaza el tanque elevado de hormigón convencional en los sitios en los que existe energía eléctrica. La Torre Hidroneumática está constituida por cilindros de acero galvanizado o PVC, un sistema instrumental que detecta la presión de la red y controla el funcionamiento de la red a un costo menor a lo que representa la construcción de un tanque elevado convencional y una rápida instalación –de aproximadamente 4 horas–. Para citar un ejemplo, una torre hi-

droneumática para 100 viviendas –modelo Clásico– cuesta 1.950 \$us. Un tanque elevado para el mismo número de viviendas tiene un costo aproximado de 18.000 \$us.

Esta tecnología –desarrollada por la empresa boliviana Plastiforte, socio estratégico de AGUATU-YA– presenta la ventaja de preservar la calidad del agua al no ser almacenada ni expuesta al medio ambiente, además que se puede regular la presión a requerimiento, es sencilla, no requiere de personal que vigile su funcionamiento y no lleva diafragmas ni elementos de goma, por lo que no precisa de mantenimiento continuo y su vida útil es mayor. Sin embargo, entre las desventajas, no almacena agua y, por lo tanto, no cuenta con un volumen de reserva en caso de corte de energía, requiere de mantenimiento correctivo por técnicos especializados y está condicionada a la capacidad del pozo.

Para el tendido de tuberías se utilizaron las de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés). Este producto de fabricación nacional está diseñado para trabajar con agua a presión y actualmente es muy requerido a nivel mundial por sus propiedades físicas, su larga vida útil, su protección a la salud y al medio ambiente, y por su facilidad de instalación y mantenimiento.

Se trata de un material con alta resistencia al impacto de golpes y maltrato, y es al mismo tiempo liviano y flexible. Su flexibilidad permite una fácil instalación en terrenos difíciles, lo que lo hace resistente a hundimientos y deformaciones de la superficie.

El hecho de que estas tuberías se fabriquen en rollos, permite que el tendido sea ágil, lo que se traduce en un ahorro significativo de tiempo en la ejecución del proyecto. Asimismo, la longitud de los rollos permite reducir el número de uniones utilizadas en el sistema. Así, el riesgo de fugas que presenta el HDPE se reduce aproximadamente a la mitad respecto al que presenta el PVC debido al tipo y número de uniones.

La vida útil de una red de agua construida en HDPE es de aproximadamente 50 años, en lugar de los 20 años de una red de agua construida en PVC, lo que impacta directamente en su desempeño económico (amortización anual de la infraestructura).

En lo referido a la elección de micromedidores, los costos también se redujeron. Se utilizaron micromedidores verticales cuyo costo de instalación y material es menor al de los micromedidores tradicionalmente utilizados. El uso de estos artefactos es muy importante para asegurar la sostenibilidad del sistema, ya que es el instrumento que controla el consumo por vivienda, permitiendo así el cálculo del cobro periódico.

En este entendido, y tomando en cuenta el costo total de los diferentes componentes del sistema y su vida útil, observamos, según el cuadro adjunto, que una tarifa de Bs 0,80 por mes, con un consumo promedio de 21,12 cubos por habitante, asegura la sostenibilidad económica del proyecto.



## CONSTRUCCION DE COSTOS Y TARIFAS PARA NUEVAS EPSAS

TIPO DE CAMBIO PROMEDIO ANUAL 7,02 BOLIVIANOS POR DOLAR

### DATOS GENERALES

Número total de socios	274
Número de lotes valdíos	0
Número de personas por vivienda	4,4
Consumo promedio	160
Estimación del consumo promedio por socio	21,12
Estimación del consumo promediode la EPSA	5787

### Relacion costos menos ingresos

#### Costos de funcionamiento Bs/mes

<b>Costos de operacion y mantenimiento del sistema</b>	<b>1020</b>
Energía eléctrica	820
Compra de agua del carro cisterna	0
Mano de obra (plomero, jornales, etc.)	200
Materiales e insumos	0
<b>Costos de administración</b>	<b>659</b>
Lectorador	200
Cobrador	159
Alquiler de oficina (incluye servicios de luz, agua, teléfono)	250
Otros gastos	50
<b>Costos de inversión</b>	<b>1376</b>
Ahorro para la reposición	1376*
Inversiones futuras (nuevas conexiones y ampliación del sistema)	0
<b>Imprevistos (en porcentaje)</b>	<b>10%</b>

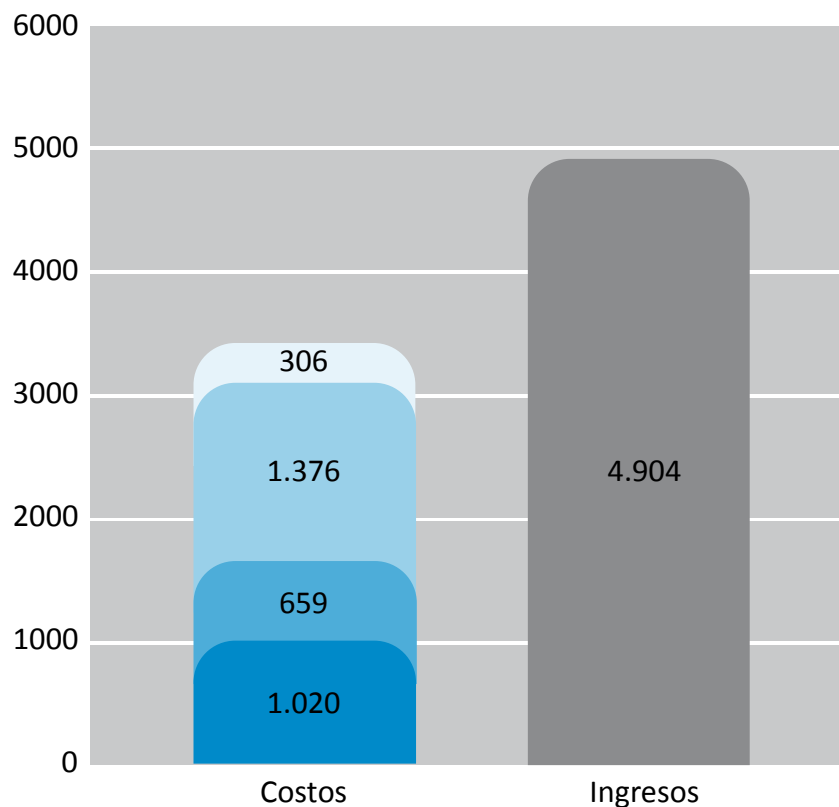
P.e. la devaluación de la moneda, amortizaciones e intereses de un préstamo y otros

<b>Total costos</b>	<b>3.361</b>
<b>Costo en bolivianos por cubo</b>	<b>0,581</b>

Se asume que no hay pérdidas del agua ni conexiones clandestinas

#### Ingresos Bs/mes

<b>Cobro por el servicio de agua potable</b>	<b>4.904</b>
<b>Estructura tarifaria</b>	
Consumo mínimo	5 Cubos
Cobro fijo mensual	5 Bolivianos
Tarifa por cubo adicional	0,8 Bolivianos
<b>Cálculo del cobro por el servicio por socio</b>	
Consumo mensual	21 Cubos
Pago mensual	17,8 Bolivianos
<b>Cobro por el servicio de alcantarillado</b>	<b>0</b>
Porcentaje de cobro en relación al servicio de agua potable	0 %
<b>Nuevas conexiones</b>	<b>0</b>
Nuevas conexiones al año	0
Derecho de conexión (\$us)	0
<b>Total ingresos</b>	<b>4.904</b>

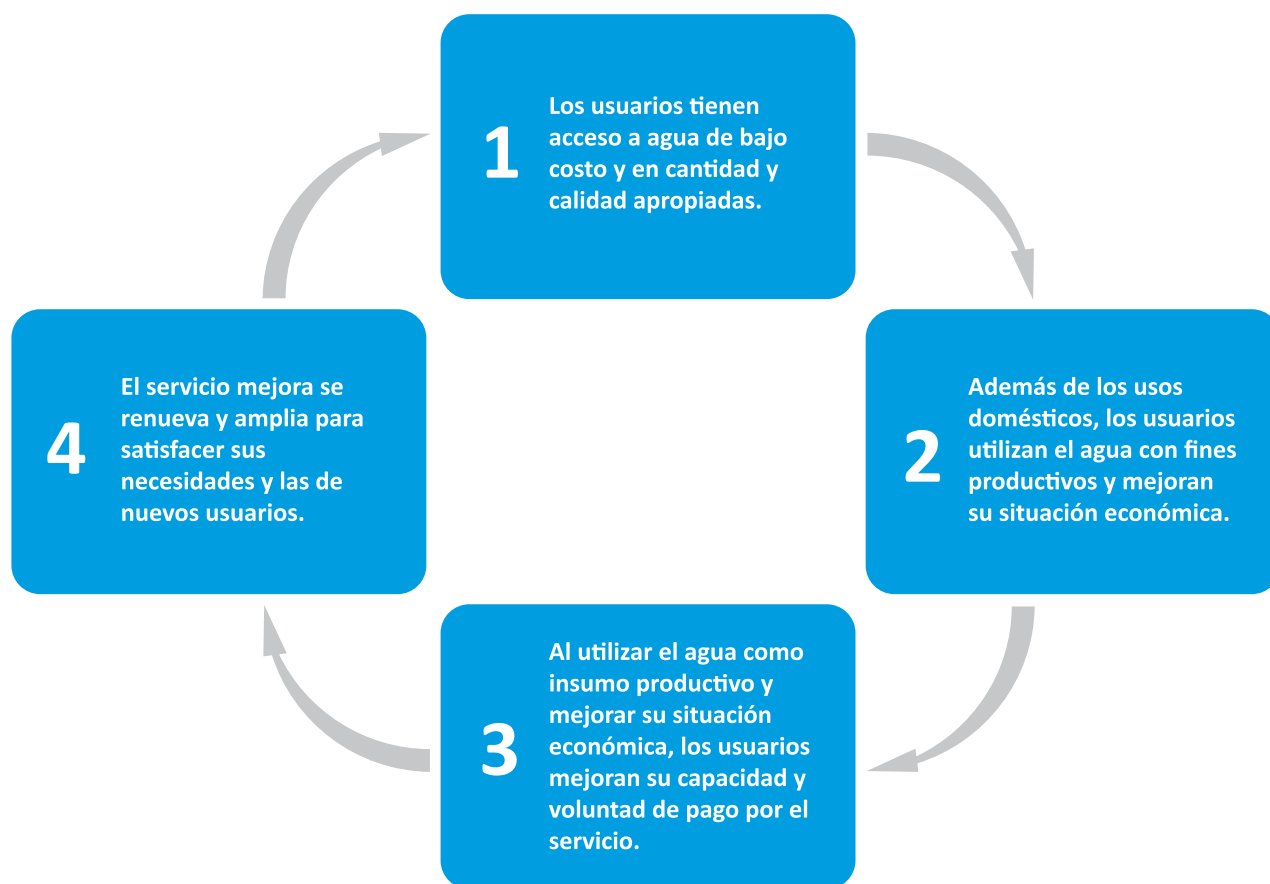


\* El cálculo mediante el cual se obtuvo el monto de Ahorro para la reposición se encuentra detallado en el anexo de página 37.

# Sistemas de uso múltiple

**El estudio** de caso sobre servicios de uso múltiple en la Comunidad de Challacaba, elaborado por la Fundación AGUATUYA en coordinación con el Centro A.G.U.A. de la Universidad Mayor de San Simón y patrocinado por el proyecto MUS - Servicios de Uso Múltiple, del International Water Management Institute (IWMI) y el International Water and Sanitation Centre (IRC), destaca los impactos positivos de los sistemas de abastecimiento de agua que, además de proveer el servicio para usos domésticos, brinda el servicio para fines productivos a nivel del hogar, mejorando así el nivel de vida de las personas.

El estudio realizado en la Comunidad de Challacaba, ubicada en el Distrito 9 del Municipio de Cercado en Cochabamba, Bolivia, explica los elementos clave que hacen que la comunidad genere un ciclo virtuoso de sostenibilidad en la gestión de un sistema de agua de uso múltiple.



Fuente: Estudio de caso "Asociación de Usuarios de Agua Potable Challacaba" para el Proyecto MUS - Servicios de Uso Múltiple; International Water and Sanitation Centre -IRC-, Fundación AGUATUYA, Centro A.G.U.A. Universidad Mayor de San Simón.

Con base en este estudio, en Maica Central se realizó un levantamiento de datos, con el propósito de obtener información que permita analizar los impactos que tiene el sistema de uso múltiple en la economía de los habitantes de esta población.

### Actividad económica: Producción lechera en Maica Central

Cochabamba, Bolivia

Animal	Vaca
Producto	Leche
Costo del animal (\$us)	800
Vida productiva (años)	8
Producción promedio (l/d)	23
Días productivos (días/año)	300
Producción total ( l/año)	6.900
Precio venta (\$us/l)	0,35

#### Ingresos

Ingresos anuales totales (\$us/año)	2.415
-------------------------------------	-------

#### Egresos

Amortización vaca, alimentación, veterinario, inseminación y otros (\$us/año)	100
Alimentación, veterinario, inseminación y otros (\$us/año)	1.449
Agua (\$us/año)*	3
Total (\$us/años)	1.552

<b>Ingreso neto (\$us/vaca/año)</b>	<b>863</b>
-------------------------------------	------------

#### (\*)Análisis costo del agua para una vaca

	Pozo Proyecto AGUATUYA	Sistema Municipal	Aguatero
Consumo de agua (l/día)	75	75	75
Consumo anual (m3/año)	27	27	27
Precio del agua (\$us/m3)	0,11	1	4
Costo anual del agua (\$us/año)	3	18	118
<b>Monto que paga una familia con 10 vacas (\$us/año)</b>	<b>31</b>	<b>178</b>	<b>1.177</b>

Un sistema de agua para usos múltiples contribuye considerablemente al desarrollo de iniciativas productivas. En el caso de la producción lechera en Maica Central, según la información obtenida, cada vaca puede generar hasta \$us 863 de ingresos al año.





Sin embargo, para que un sistema de agua de uso múltiple sea exitoso, éste debe ser capaz de dotar a los usuarios de agua en la cantidad y calidad requerida para los usos priorizados al menor costo posible.

En el caso de Maica Central, podemos apreciar que una familia que tiene 10 vacas (número de vacas promedio en la zona) y que está conectada al sistema de uso múltiple gasta aproximadamente 31 \$us/año en agua (basado en una tarifa de 0,80 Bs/m<sup>3</sup>). Si esta misma familia estaría conectada al sistema municipal, el costo del agua subiría a 178 \$us/año, y si no tuviera acceso a un sistema de agua y tendría que comprar agua de cisterna gastaría 1.177 \$us/año, monto elevado que impactaría de manera muy negativa en su actividad productiva.

Estas cifras respaldan la importancia de tomar en cuenta los usos productivos del agua, principalmente en zonas de expansión urbana con tradición agropecuaria y, por lo tanto, las ventajas de implementar sistemas de agua de uso múltiple. 💧

# Conclusiones y lecciones aprendidas

A lo largo del proceso de sistematización de la experiencia vivida en Maica Central, el hilo conductor que guió las entrevistas fue la identificación de los factores que facilitan el acceso de las poblaciones de bajos recursos a sistemas de agua, con el fin de generar nuevos conocimientos a partir de la investigación y experiencia en campo para el desarrollo de alternativas accesibles y sustentables en el campo de saneamiento básico para zonas de expansión urbana.

En este entendido, uno de los aspectos que destacan los principales actores involucrados es el liderazgo ejercido por los dirigentes, quienes, a través de reuniones con diferentes actores, asambleas con sus bases y lobby ante las distintas instituciones, lograron generar conciencia en la comunidad, organizarla para que se involucre en la obra y conseguir financiamiento para la renovación de su sistema de agua.

Más allá de la voluntad del cuerpo directivo de darle seguimiento al proceso y no desmayar en el camino, está la capacidad de organizar con eficiencia a 264 personas, motivándolas para lograr su activa participación en el cavado de zanjas.

Por el contrario, señalan el complicado proceso administrativo como el principal factor que obstaculizó el proceso. Según la dirigencia, la burocracia dificultó el avance del proyecto. Es, en este entendido, que la firma final para la canalización de fondos, por el entonces Alcalde Gonzalo Terceros, es percibida como el momento más importante del proyecto, dada su trascendencia con relación al aspecto económico de la obra.

A pesar de estas dificultades, destaca la actitud positiva de la dirigencia. *“No hemos pensado en negativos, hemos ido a lo cierto, en que teníamos que ir más adelante”* [Jonny Cadima, presidente Pozo San Miguel].

Otro elemento que surge del análisis sobre aquello que frenó el proceso es la desinformación originada dentro del mismo grupo debido a la actitud de personas que, no estando de acuerdo con el proyecto, generaron desinformación y crearon desconcierto, situación que se logró revertir dotando de transparencia al proceso.

*“(lo negativo del proceso)... las personas que empezaron a introducir ideas en los mismos comunarios que el proyecto sería fallido, que no*

*se concluiría, que los dirigentes estábamos engañando a la población”* [Yhasmany Medrano, presidente de la OTB Sindicato Agrario Maica Central].

En este caso en particular, una circunstancia negativa que podía derivar en el fracaso pudo ser superada mediante la difusión de información en las reuniones, y concientizando a la comunidad, revirtiendo así la situación.

Con la exitosa culminación del proyecto, el sindicato se fortaleció y la comunidad se empoderó. Principal conclusión a la que llega Yhasmany Medrano respecto al proceso:

*“De haber fortalecido más, yo creo, la concientización de los comunarios, de que se puede a través del trabajo comunitario traer proyectos de esta envergadura al sector. Y eso ha implicado fortalecer más el sindicato, que tengan ellos más credibilidad en sus dirigentes, a aquellos que los direccionan”.*

Asimismo, cabe destacar la participación de la comunidad en los aspectos específicamente técnicos, que agilizó la obra con las excavaciones y el tendido de la tubería.

*“Aquello que favoreció para que se ejecute rápidamente el proyecto fue el movimiento de tierras con la participación de la gente”* [Antonio Becerra, Coordinador de Proyectos FUNDACION AGUATUYA].

En este ámbito, un aspecto clave que está intrínsecamente relacionado con la motivación de la dirigencia y la participación de la comunidad es el beneficio que el sistema proporciona a la economía de las familias. Antonio Becerra, con la experiencia de otros proyectos ejecutados, afirma lo siguiente:

*“Proyectos donde el factor económico depende del agua son más viables que en los que sólo sirve para el consumo”* [Antonio Becerra, Coordinador de Proyectos Fundación AGUATUYA].

Prueba de ello son los datos obtenidos respecto a los ingresos familiares provenientes de la actividad lechera, que a su vez depende del agua. Tomando en cuenta factores como la producción total de leche, el precio de venta y la tarifa del agua, entre otros, se calculó que el ingreso neto anual para una familia promedio con 10 vacas es de 8.630 \$us/año.

Otro elemento clave que facilitó la renovación del sistema de agua de Maica Central es la sinergia lograda entre la Alcaldía, la Fundación AGUATUYA y la OTB, a través del proyecto Agua Para Todos. Sin esta





alianza, la consecución de fondos para la ejecución del proyecto y el proceso administrativo hubieran sido mucho más difíciles.

Carolina Patiño, Técnico de Proyectos en Saneamiento Básico de la Honorable Alcaldía Municipal de Cochabamba encargada de la revisión de los proyectos de Agua Para Todos, señala que una de las grandes ventajas de la alianza es la factibilidad de los proyectos apoyados: “Los participantes se vuelven uno, existen las contrapartes; hay seguridad de que el proyecto se concluirá”.

Es así que la canalización de fondos por parte de la Alcaldía y de la Fundación AGUATUYA, a través de la contribución de la Embajada de Suecia a fondo perdido, es altamente valorada por la OTB.

En este sentido, René Pérez recomienda a las comunidades que desean iniciar un proceso similar, salir y buscar el apoyo de diferentes instituciones.

*“Yo diría de que a veces no hay que quedarse encerrado en la casa, sino hay que salir afuera y buscar algunas ONGs. Nosotros como la Maica Central ya podemos dar esa pauta. Esa sería la recomendación, porque si uno se queda en la casa no consigue nada”* [René Pérez, dirigente OTB Sindicato Agrario Maica Central].

Por su parte, Yhasmany Medrano señala que la organización de las personas es fundamental, y afirma que es muy importante construir al inicio una nómina clara de cuántos serán los beneficiarios.

Con relación a la desinformación, recomienda tener cuidado con las personas que están en contra de este tipo de proyectos. Es en este ámbito que René Pérez, dirigente de Maica Central, comparte sus lecciones aprendidas:

*“Muchas cosas [he aprendido], porque en sí a la gente, a la comunidad no conformamos aunque hagamos mal o bien, siempre somos mal pagados, por atrás nos golpean, de frente nos hablan bonito, pero qué vamos a hacer, para eso nos han escogido, la misma comunidad, para que nosotros encaminemos con cualquier beneficio, con cualquier proyecto por el bien de la comunidad”.*

Siendo que uno de los factores clave es el liderazgo, Antonio Becerra señala como lección aprendida que antes de iniciar el proyecto es importante conocer la relación de los dirigentes con la comunidad.

*“Hay que conocer la relación del líder con sus bases. Hay líderes fuertes y débiles; si el líder no es muy fuerte, el proyecto puede venirse abajo. Están también los temas de transparencia. Hay que tener la*

*misma relación con los líderes, ser transparente con el líder y esperar lo mismo del líder con sus bases” [Antonio Becerra, Coordinador de Proyectos Fundación AGUATUYA].*

Liderazgo, participación y alianzas institucionales son los principales factores que permitieron que 284 familias de la OTB Sindicato Agrario Maica Central, motivadas por una economía dependiente del agua, se beneficien de la provisión de agua durante las 24 horas del día, con buen caudal y a un precio accesible. 💧



# Recomendaciones

**A partir** de la reflexión analítica y la interpretación crítica realizada por parte de los protagonistas en torno al proceso y las experiencias vividas, identificamos los elementos clave que influyeron en la obtención de determinados resultados y, por lo tanto, compartimos las lecciones que nos permitirán mejorar y transformar la práctica. En este entendido, delineamos las siguientes recomendaciones que consideramos contribuyen a facilitar el acceso de las poblaciones de zonas periurbanas a sistemas de distribución de agua potable:

- I. Fortalecer las alianzas intersectoriales siendo que a través de la sinergia de capacidades logran un enfoque integral del proceso, aseguran calidad técnica y acortan tiempos en las gestiones administrativas.
- II. Promover la transparencia entre los líderes y la comunidad, así como también entre las instituciones ejecutoras y la comunidad. En este campo son fundamentales las acciones en comunicación propuestas por el DESCOM<sup>4</sup> respecto a la promoción y fortalecimiento de mecanismos de información.
- III. Motivar la activa y organizada participación de las familias bajo un liderazgo transparente.
- IV. Impulsar la ejecución de sistemas de agua para usos múltiples en zonas de expansión urbana, de manera de promover los diferentes usos productivos –aceptarlos y no sancionarlos– destacando los beneficios que generan para la economía de las familias.
- V. Analizar la incorporación de alternativas tecnológicas que contribuyan a bajar los costos de inversión, operación y mantenimiento de manera de asegurar la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

---

<sup>4</sup> Lineamientos de Desarrollo Comunitario en el sector de saneamiento básico desarrollados por el Viceministerio de Servicios Básicos para su aplicación en proyectos de agua y saneamiento de todo el país.



# Anexos

## Ubicación de la OTB Sindicato Agrario Maica Central



La OTB Sindicato Agrario Maica Central se encuentra en las coordenadas geográficas de latitud  $17^{\circ} 41'49''$  y de longitud  $66^{\circ}199'250''$ , con una altitud de 2.557 msnm.

## Servicios disponibles en la zona

La siguiente tabla resume la situación del acceso a algunos servicios básicos con que cuenta la comunidad:

Tipo de Servicio	Estado	Notas
Centro de salud	Sí existe	En la zona de Maica existen dos centros de salud de importancia que atienden a las 7 Maicas. Estos centros son: “Centro de Salud Maica Central” y “Centro de salud Maica Quenamari”. En el municipio de Cercado la TMI es de 53 por mil (INE 2001); es decir que de cada 1.000 nacidos vivos 53 fallecen antes de cumplir un año de vida. En un análisis por distritos municipales, las mayores tasas se encuentran en los distritos 9 y 14, con un promedio de 95 fallecimientos por 1.000, solamente comparables con las áreas más deprimidas del departamento.
Escuela, colegio	Sí existe	Los niños de la zona asisten a dos Unidades Educativas encargadas de brindar este servicio: la Unidad Educativa Bolivia, ubicada en Maica Quenamari, y la Unidad Educativa Demetrio Canelas, que atiende a Maica Central.
Energía eléctrica	Sí existe	Los pobladores de Maica Central en su totalidad se proveen de energía eléctrica a través del servicio que presta ELFEC. El 100% de las viviendas cuentan con el servicio.
Medios de comunicación	Sí existen	Existe telefonía fija (Cooperativa COMTECO) y telefonía móvil (ENTEL, VIVA y TELECEL). Se dispone de servicio de correos (CORREOS DE BOLIVIA); a nivel interprovincial se utiliza el servicio de transporte para envío de correo y encomiendas.
Recojo de basura	Sí existe	Según los datos recabados con los dirigentes, las urbanizaciones circundantes cuentan con un sistema de recojo de residuos sólidos de la Alcaldía Municipal del Cercado, desechos depositados en el relleno de Kara Kara.

# Cálculo de caudales de diseño

## 1.1 Cálculo de la población futura

El cálculo de la población futura se hizo mediante el censo realizado por autoridades de las comunidades y tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional para el distrito N° 9 de la provincia Cercado de 4,14 %, resultando una población futura de 2.897 habitantes.

### Cálculo de la población futura: Método Geométrico

Detalle		Datos	Unidades
Nº habitantes iniciales	Po	1.420	[habitantes]
Años (periodo de diseño)	T	20,00	[años]
Índice de crecimiento (*1)	i	4,14	[%]
Nº habitantes futuros	Pf	2.897	[habitantes]

(\*1): Fuente: INE Indicadores demográficos.

## 1.2. Requerimiento de caudales

Los valores referenciales de dotaciones para sistemas de agua potable con conexiones domiciliarias se señalan en el siguiente cuadro: <sup>5</sup>

Región	Dotación (litros/hab/día) Población de diseño		
	Hasta 500	500 – 2.000	2.000 – 5.000
Altiplano	30 – 50	30 – 70	50 – 80
Valles	50 – 70	50 – 90	70 – 80
Llanos	70 – 90	70 – 110	90 – 120

Considerando el número de habitantes, las características de la zona y la experiencia de proyectos vecinos, se adoptará una dotación de 50 litros/habitante/día.

Ya que se trata de un sistema de uso múltiple destinado a uso productivo, se debe realizar un estimado del consumo de las vacas, y con este dato obtener una dotación final. El consumo promedio de cada vaca es de 75 litros/vaca/día. La familia promedio de la comunidad posee 10 vacas, lo que nos da una dotación de 150 litros/habitante/día (considerando 5 habitantes por familia). A este dato debe sumarse la dotación básica por habitante.

<sup>5</sup> Norma Boliviana NB 689. Instalaciones de Agua - Diseño para Sistemas de Agua Potable. Viceministerio de Servicios Básicos: <http://www.sias.gov.bo/vsb.agua.asp>

Entonces, obtenemos una dotación total por habitante al día de 200 litros/habitante/día, dotación que contempla el uso múltiple del agua tanto para consumo humano como para las vacas.

### 1.3. Cálculo de la demanda de agua

El número de viviendas actuales es de 284, y asumiendo un promedio de 5 habitantes por vivienda, la población a servir es de 1.420 habitantes. El horizonte de proyecto es de 20 años.

El siguiente cuadro nos muestra la demanda de caudal máximo horario de la comunidad, el cual es de 8,12 litros/segundo.

#### MEMORIA TÉCNICA

Información general		
Nombre del proyecto	Sistema de Agua Potable Maica Central	
Departamento	Cochabamba	
Municipio	Cochabamba	
Distrito	9	
Localidad	La Maica	

Información geográfica	Datos	Unidades
Cota en el pozo	2.557	[msnm]
Cota máxima	2.566	[msnm]
Cota mínima	2.555	[msnm]
Diferencia cotas	11	[m]

Condiciones de uso del sistema de agua de uso múltiple	Datos	Unidades
Número de familias	284	[viviendas]
Promedio N° vacas/ vivienda	10	[vacas/vivienda]
Promedio N° hab./vivienda	5	[hab/vivienda]
Dotación vaca	75	[litr/vaca/día]
Dotación habitante	50	[litr/hab/día]
Dotación vaca litros per cápita	150	[litr/hab/día]
Consumo al día animales + habitantes	200	[litr/hab/día]
Número de habitantes	1.420	[hab]
Caudal máximo diario en la comunidad	369.200	[litr/día]
Caudal máximo horario en la comunidad	70.1480	[litr/día]
<b>CAUDAL REQUERIDO (caudal máximo horario en la comunidad)</b>	<b>8,12</b>	<b>[litr/seg]</b>

#### 1.4. Cálculo de la oferta de agua

Producción del pozo:

El pozo tiene una capacidad de producción de agua clara de 9 litros/segundo, equivalente a 777.600 litros/día, según el dato del aforo realizado en el 2009 y curva de bombeo.

Para la estación de bombeo se propone utilizar una Torre Hidroneumática (THN) de 4 cilindros. La torre se ubicará al lado del pozo a una altitud de 2.557 msnm.

Entre la infraestructura necesaria para este componente tenemos:

1. Bomba sumergible. Bomba eléctrica existente en el pozo.
2. Tablero de control para la bomba, existente en la caseta de control.
3. Accesorios de instalación para la bomba. La bomba ya se encuentra instalada.

## Diseño de la red de distribución y conexiones domiciliarias

#### 4.1. Parámetros de diseño

El cálculo hidráulico y diseño de la red de distribución es realizado a partir de los siguientes parámetros:

Parámetro	Especificación técnica
Periodo de diseño	20 años
Caudales	A partir del consumo máximo horario
Diámetros mínimos	El diámetro mínimo a ser usado como matriz de distribución es de 50 mm equivalente a 1 ½" (pulgadas.)
Velocidad mínima	No deberá ser menor a 0,3 m/s, ya que velocidades menores permiten la acumulación de sedimento en las tuberías.
Velocidad máxima	No deberá ser mayor a 2.5 m/s, ya que velocidades mayores pueden ocasionar problemas en las instalaciones.

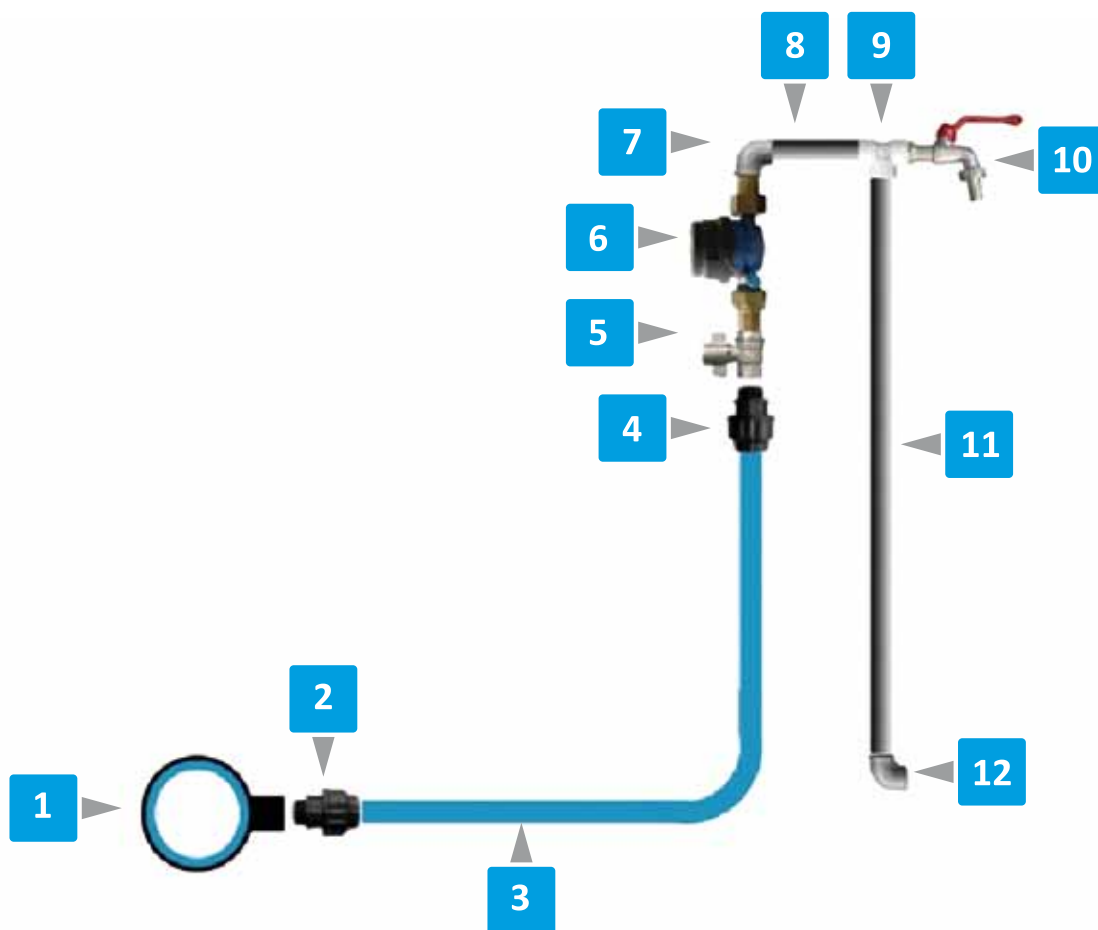
Presión mínima	La presión mínima de funcionamiento de la red en los períodos de demanda máxima será de 5 m.c.a., siendo aconsejable que en períodos normales de funcionamiento la presión en cualquiera de sus nodos no sea menor a 10 m.c.a. (metros de columna de agua)
Presión máxima	La presión máxima de funcionamiento de la red en cualquiera de sus nodos no será mayor a la presión nominal de las tuberías o 60 m.c.a. (la menor de ambas). En caso de que la diferencia de alturas sea mayor, deberá construirse una cámara rompe presión o instalarse una válvula reductora de presión.
Válvulas de control	Se utilizará el menor número posible de válvulas de control sólo cuando exista un ramal de derivación importante.
Tubería y accesorios	<p>Polietileno de Alta Densidad (PEAD) atóxico, 100% virgen, con una densidad de 0,947 g/cm<sup>3</sup>. Este material, apto para estar en contacto con alimentos, cumple con la regulación FDA 21 CFR 177.1520. La tubería PEAD es fabricada en color negro con filtro solar o azul, de acuerdo a normas internacionales para agua potable.</p> <p>Resistencia a la tracción 330 kg/cm<sup>2</sup> (ASTM D638).</p> <p>Tubería diseñada a partir de la norma ISO 161-1996 para una vida útil de 50 años (a 23oC). Las dimensiones a partir de la norma ISO 4065. Longitud estándar de los rollos: 100 metros. A pedido especial se pueden fabricar rollos de diferente longitud.</p> <p>Presión nominal de trabajo de la tubería de 4 a 16 BAR, equivalente 185 PSI.</p> <p>La tubería deberá ser instalada con accesorios de compresión. Estos accesorios están diseñados para trabajar con la tubería PEAD.</p>
Tendido de la tubería	La tubería deberá instalarse de acuerdo a instrucciones del fabricante, las cuales pueden ser encontradas en el manual técnico para instalación de PEAD.
Ubicación de las tuberías	Se instalarán en la posición sureste de las calles, o en el costado de la calle que tenga el mayor número de conexiones. Éstas estarán ubicadas a 50 cm de la rasante.
Layout	El tendido de la tubería deberá realizarse de acuerdo al plano constructivo de la obra (layout). Este layout indica la posición exacta de cada tramo de tubería así como las longitudes y calibres respectivos. El constructor deberá proveer los accesorios necesarios para que el resultado final coincida con el layout ya que el detalle de los mismos no está especificado en el layout.
Conexiones domiciliarias	<p>Se instalará una acometida por vivienda. Las acometidas tendrán una longitud variable y los medidores se instalarán a 0,50 m por detrás de la rasante de cada predio. La longitud máxima de una acometida deberá ser de 10 m.</p> <p>La lista de viviendas deberá ser provista por la dirigencia de la población beneficiada y el número de conexiones tiene que ser el mismo que las viviendas que figuran en el contrato de construcción.</p>



La acometida está constituida por los siguientes elementos:

1. Collar de derivación
2. Adaptador M SUPERJUNTA® 20mm x ½"
3. Tubería SUPERTUBO® HDPE de 20mm (eq. ½"). La longitud de la acometida deberá ser desde la matriz hasta el muro del predio (máx. 10 metros).
4. Adaptador M SUPERJUNTA® 20mm x ½"
5. Llave de corte antifraude BUGATTI de bronce cromado de ½"
6. Medidor vertical de ½" de una de las siguientes marcas: LAO, H3O OLÉ o ACTARIS
7. Codo FG de ½" TUPY
8. Niple de PVC
9. Tee de PVC de ½" TIGRE
10. Grifo ITALIANO BUGATTI de bronce cromado
11. Bastón de PVC de ½" con bloqueador solar
12. Codo de PVC de ½" TIGRE (para ampliación al domicilio)

La acometida deberá ser instalada de acuerdo al siguiente diagrama:

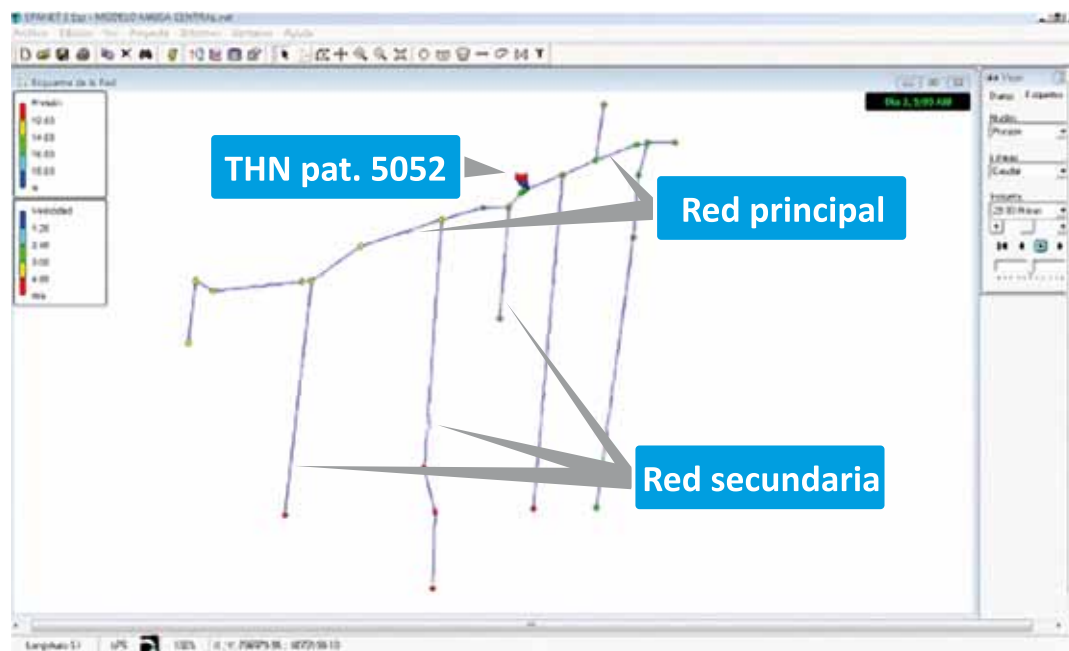


## 4.2. Cálculo hidráulico de la tubería de la red

### 4.2.1. Cálculo hidráulico

El cálculo hidráulico de los distintos componentes del proyecto se realizó de acuerdo a la Norma NB 689 y sus reglamentos.

La simulación del comportamiento hidráulico del sistema propuesto fue realizado mediante la utilización del Software Epanet v.2. Los resultados se presentan en los anexos correspondientes.



### 4.2.2. Convenciones para la simulación hidráulica

La norma de diseño fue la NB-689 y sus reglamentos. En sus acápite correspondientes a redes de distribución indica que la presión mínima no debe ser menor a 10 m.c.a. para poblaciones entre 2.001 y 5.000 habitantes, y la velocidad deberá ser mayor a 0,3 m/s.

En lo referente a las velocidades, en la NB-689 se establece que se podrán tener velocidades menores a las establecidas solamente en ramales secundarios. Esta alternativa se cumple en la gran mayoría de las líneas comprometidas con velocidades menores a 0,3 m/s, además que se deberá considerar que durante el transcurso del día las velocidades en los nudos observados recuperan la velocidad mínima para autolimpieza. Por otra parte, se debe tener en cuenta que la clase de tubos PEAD, por sus características de tener un mínimo número de conexiones en comparación con el PVC común, presenta menor cantidad de material depositado por conexiones.

## \* Ahorro para la reposición

### ESTIMACION DEL AHORRO PARA REPOSICION

TIPO DE CAMBIO PROMEDIO ANUAL 7,02 BOLIVIANOS POR DOLAR

#### INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA

N	Infraestructura	Costo total \$us	Vida util años	Valor de salvamento	Reposición anual
Captacion					
1	Estación de bombeo	4.902,0	20	0%	245,1
2		0,0	0	0%	0,0
3		0,0	0	0%	0,0
Almacenamiento					
1		0,0	0	0%	0,0
2		0,0	0	0%	0,0
3		0,0	0	0%	0,0
Tratamiento					
1		0,0	0	0%	0,0
2		0,0	0	0%	0,0
3		0,0	0	0%	0,0
Distribución					
1	Red de agua potable	105.354,3	50	0%	2.107,1
2		0,0	0	0%	0,0
3		0,0	0	0%	0,0
<b>Sub total \$us</b>		<b>110.256,3</b>			<b>2.352,2</b>

#### INFRAESTRUCTURA MOVILIARIA E INMOVILIARIA

Inmoviliario					
1		0,0	0	0%	0,0
2		0,0	0	0%	0,0
3		0,0	0	0%	0,0
Moviliario					
1		0,0	0	0%	0,0
2		0,0	0	0%	0,0
3		0,0	0	0%	0,0
<b>Sub total \$us</b>		<b>0,0</b>			<b>0,0</b>
<b>Total \$us</b>		<b>110.256,3</b>			<b>2.352,2</b>
<b>Total promedio mes \$us</b>		<b>9.188,0</b>			<b>196,0</b>
<b>Total promedio mes Bolivianos</b>		<b>1.308,84</b>			<b>1.376,0</b>

**Ahorro mensual necesario para reposición  
en Bolivianos mes**

**1.376**

# Fuentes

Castrillo, Luis y Heredia, Gustavo; “La experiencia del Programa AGUATUYA de Cochabamba”; en Caudal, Revista Sectorial de Agua y Saneamiento; segunda etapa, No. 6; La Paz, enero 2008.

Fundación AGUATUYA; Estudio de caso “Asociación de usuarios de Agua Potable Challacaba” para el Proyecto MUS - Servicios de Uso Múltiple; International Water and Sanitation Centre -IRC-, Fundación AGUATUYA, Centro A.G.U.A., Universidad Mayor de San Simón; Cochabamba, Bolivia, diciembre 2005

Fundación AGUATUYA; Convenio de cooperación entre la OTB Sindicato Agrario Maica Central y la Fundación AGUATUYA para el mejoramiento del sistema de agua potable; Cochabamba, Bolivia, octubre 2009.

Fundación AGUATUYA; Informe preliminar proyecto Agua Para Todos 2005-2010; Honorable Alcaldía de Cochabamba, SEMAPA, Fundación AGUATUYA, UNDP; Cochabamba, Bolivia, noviembre 2010.

Fundación AGUATUYA; Informe Proyecto sistema de agua potable de uso múltiple Maica Central; Fundación AGUATUYA; Cochabamba, Bolivia, marzo 2010.

Honorable Municipalidad de Cochabamba; Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT 2009); Honorable Municipalidad de Cochabamba; Cochabamba, Bolivia, julio 2009.

Valenzuela, Lourdes; Informe Proyecto diseño final construcción de un sistema de agua potable para usos múltiples; Fundación AGUATUYA; Cochabamba, Bolivia, agosto 2009.

# Agradecimientos

Deseamos hacer llegar un agradecimiento especial a todas las personas de Maica Central quienes nos apoyaron con el proceso de sistematización, brindándonos sus puntos de vista durante las entrevistas y colaborándonos en el momento de fotografiar sus actividades diarias.

De la misma manera, agradecemos a la Honorable Alcaldía Municipal por invertir recursos en este anhelado proyecto para Maica Central y a ASDI por la confianza puesta en proyectos innovadores.





Av. Villarroel #1132, Edificio Confort, Piso 5  
Casilla postal: 6264 Cochabamba – Bolivia  
Telf.: (591) 4 4798092 Fax: (591) 4 4486804  
E-mail: [info@aguatuya.org](mailto:info@aguatuya.org)  
Sitio web: <http://www.aguatuya.org>

