



Plan de Seguridad de Agua Internacional de Fronteras Argentina Bolivia Brasil Perú

**Fundación Sumaj Huasi
2011**

Planes de Seguridad de Agua en Ciudades Fronterizas de Bolivia, Perú, Argentina y Brasil

**BINACIONAL DESAGUADERO (PERÚ) Y DESAGUADERO (BOLIVIA)
BINACIONAL BERMEJO (BOLIVIA) Y AGUAS BLANCAS (ARGENTINA)
TRINACIONAL IÑAPARI (PERU), ASIS (BRASIL) Y BOLPEBRA (BOLIVIA)**

FUNDACION SUMAJ HUASI

La Paz - Bolivia

Este trabajo fue posible gracias al apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo. Proyecto de Cooperación Técnica Regional No Reembolsable No ATN/SF-10191-RG del BID y el Centro de Control de Enfermedades (CDC) de Atlanta, Estados Unidos de Norteamérica.

Titulo:	Planes de Seguridad de Agua en Ciudades Fronterizas de Bolivia, Perú, Argentina y Brasil.
Ejecutor:	Fundación Sumaj Huasi – Para la Vivienda Saludable, en cooperación con las entidades prestadoras del servicios de agua potable de las Ciudades de Desaguadero /Perú, Desaguadero/Bolivia, Bermejo/Bolivia, Aguas Blancas/Argentina, Assis/Brasil, Iñapari/Perú , Bolpebra/Bolivia.
Consultores:	Ing. Humberto Cáceres Magnus Dr. Pompeyo Ferro Mayhua Dr. Raúl García Mendoza
Fundación Sumaj Huasi:	Ing. Carlos Suntura Yujra Ing. Oscar Suntura Yujra Lic. Raúl Silveti Castelú Ing. Alfredo Terrazas Vargas
CDC /EEUU:	Richard Gelting Brian Hubbard
Evaludador BID:	Ing. Álvaro Camacho Garnica

Agradecimientos:

A las siguientes entidades prestadoras de agua por el apoyo recibido para la elaboración de los Planes de Seguridad de Agua.
Comité de Aguas Potables y Alcantarillado del Municipio de Desaguadero Bolivia, EMSA PUNO del Municipio de Desaguadero Perú, EMAAB del Municipio de Bermejo Bolivia, Aguas Del Norte del Municipio Nueva Oran/ Aguas Blancas Argentina. Comité de Agua de la comunidad de Bolpebra Bolivia, Sistema Municipal de Agua del Municipio de Iñapari Perú y DEPASA del Municipio de Assis Brasil

Diseño e Impresión:

Herbal Impresores 71578925

La reproducción total o parcial del presente trabajo podrá ser realizada citando la fuente de origen.

INDICE

Presentación.....	5
I.- Introducción.....	7
II.- Antecedentes.....	7
III.- IMPLEMENTACION DEL PSA BINACIONAL: Desaguadero Bolivia - Desaguadero Perú.....	11
Modulo: Descripción de los sistemas de agua potable.....	17
Descripción del Sistema de Agua Potable de Desaguadero Perú.....	19
Indicadores del Servicio de Agua Potable.....	20
Información de la calidad del agua.....	20
Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.....	23
Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.....	24
Captación.....	25
Conducción de agua cruda.....	26
Almacenamiento.....	27
Tratamiento.....	27
Red de distribución.....	28
Conexiones y Tarifas.....	28
Almacenamiento intradomiciliario en Desaguadero - Perú.....	28
Descripción del Sistema de Agua Potable de Desaguadero Bolivia.....	30
Información de la calidad del agua.....	31
Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.....	32
Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.....	32
Descripción detallada del sistema de agua potable.....	34
Captación.....	34
Conducción de agua cruda.....	39
Almacenamiento.....	41
Tratamiento.....	41
Redes de distribución.....	42
Modulo: Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos de los SAPs de ambos Desaguaderos.....	43
Modulo: Determinación y validación de las medidas de control de ambos Desaguaderos.....	44
Modulo: Elaboración, Ejecución y Mantenimiento de un plan de Mejora o Modernización de ambos Desaguaderos.....	47
Modulo: Definición del monitoreo de las medidas de control de ambos Desaguaderos.....	50
IV.- IMPLEMENTACION DEL PSA BINACIONAL: Bermejo - Bolivia, Aguas Blancas - Argentina.....	55
Modulo: Descripción de los Sistemas de Agua Potable.....	59
Descripción del Sistema de Agua Potable de Bermejo Bolivia.....	59
Información de la calidad del agua.....	60
Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.....	62
Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.....	62
Descripción detallada del sistema de agua potable.....	64
Captación. Obras de Toma sobre el río Bermejo.....	67
Obra de toma Quebrada del Nueve.....	68
Aducción desde el Río Bermejo.....	69
Aducción desde la Quebrada del Nueve.....	70
Tratamiento.- Planta de Tratamiento Antigua.....	71
Floculación - sedimentación.....	71
Filtración.....	72
Desinfección.....	72
Coagulación.....	73
Sedimentación.....	73
Filtración.....	74
Desinfección.....	74
Almacenamiento.....	74
Red de Distribución.....	75
Conexiones y tarifas.....	76
Almacenamiento intradomiciliario en Bermejo Bolivia.....	76
Descripción del Sistema de Agua potable de Aguas Blancas-Argentina.....	77
Indicadores del Servicio de Agua Potable.....	78

Información de la calidad del agua.....	78
Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.....	79
Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.....	80
Descripción detallada del sistema de agua potable.....	81
Captación.- Obra de toma en la Quebradas Las Pavas.....	83
Obra de Toma sobre el río Bermejo.....	84
Tratamiento.....	85
Coagulación.....	86
Decantador/desarenador.....	86
Sedimentador.....	86
Almacenamiento.....	87
Red de Distribución.....	88
Modulo: Determinación y validación de las medidas de control de los SAPs de Bermejo-Bolivia y Aguas Blancas-Argentina.-.....	90
V.- IMPLEMENTACION DEL PSA TRINACIONAL: BOLPEBRA - BOLIVIA, IÑAPARI - PERU, ASSIS - BRASIL	103
Modulo: Conformación del equipo.....	105
Modulo: Descripción de los Sistemas de Agua Potable.....	108
Descripción del Sistema de Agua Potable de Iñapari Perú.....	108
Indicadores del Servicio de Agua Potable.....	109
Información de la calidad del agua.....	109
Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.....	111
Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.....	111
Descripción detallada del sistema de agua potable.....	113
Captación.....	113
Conducción de agua cruda.....	113
Almacenamiento.....	114
Tratamiento.....	114
Red de distribución.....	115
Conexiones y tarifas.....	115
Almacenamiento intradomiciliario en Iñapari - Perú.....	116
Descripción del Sistema de Agua Potable de Assis Brasil.....	116
Indicadores del Servicio de Agua Potable.....	117
Información de la calidad del agua.....	117
Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.....	119
Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.....	119
Descripción detallada del sistema de agua potable.....	120
Captación.....	120
Conducción de agua cruda.....	121
Almacenamiento y tratamiento.....	121
Red de distribución.....	123
Conexiones y tarifas.....	124
Almacenamiento intradomiciliario en Assis Brasil.....	124
Descripción del Sistema de Agua Potable de Bolpebra Bolivia.....	126
Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.....	127
Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.....	128
Descripción detallada del sistema de agua potable.....	128
Captación.....	130
Aducción.....	131
Cárcamo de bombeo (almacenamiento).....	131
Bombeo.....	132
Tratamiento.....	132
Almacenamiento.....	133
Red de distribución.....	134
Conexiones y tarifas.....	134
VI.- CONCLUSIONES.....	151
CONCLUSIONES DE BERMEJO.....	152
VII.- RECOMENDACIONES.....	153
VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	154



PRESENTACIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a través del Vice ministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, en el marco de la difusión de conocimientos pone a disposición de los y las profesionales del sector en el país, el presente documento que es una sistematización del Componente de Planes de Seguridad del Agua (PSA) del Proyecto "Tecnologías Locales en el Tratamiento de Agua en Zonas Fronterizas" implementado por la Fundación Sumaj Huasi con apoyo de BID, en tres regiones fronterizas de Bolivia: BOLPEBRA (Bolivia, Brasil, Perú), Desaguadero (Bolivia, Perú) y Bermejo – Aguas Blancas (Bolivia, Argentina) las mismas que corresponden a las zonas ecológicas de la Amazonía, Altiplano y Valles. El Proyecto tuvo su fase de ejecución en el periodo 2009 – 2010 durante el cual se desarrollaron los PSA en los diferentes pisos ecológicos de Bolivia (Altiplano, Valles, Amazonía).

Esta iniciativa nace como resultado de la promoción que realiza la OMS, a partir del año 2004, de los Planes de Seguridad del Agua (PSA) como un nuevo enfoque integral dirigido a garantizar la seguridad y calidad del agua del sistema de abastecimiento a través de la evaluación y manejo de los riesgos asociados con el servicio, comprendiendo todas las etapas o componentes del sistema, desde la cuenca abastecedora hasta el usuario final, y que tienen impacto en la salud pública. Este enfoque extrae la experiencia del concepto de multibarreras que se ha venido aplicando en los sistemas de tratamiento de agua, teniendo como primer objetivo minimizar los riesgos de contaminación del agua en las cuencas abastecedoras así como la reducción o remoción de contaminantes en las diferentes operaciones unitarias de tratamiento hasta su consumo a nivel de la vivienda.

El propósito del Proyecto estuvo dirigido a validar y divulgar la aplicación de los PSA en tres zonas fronterizas de Bolivia, de alta migración y movilización transfronteriza, desarrollando un proceso de implementación participativo y descentralizado, liderizado por los prestadores de servicios de abastecimiento de agua potable, que involucró a los gobiernos municipales y sociedad civil en su conjunto.

Durante el proceso de desarrollo de los PSA se ha fortalecido la capacidad institucional de los operadores promoviendo la aplicación de los conceptos de agua segura, identificación de riesgos, su monitoreo y control así como establecer las prioridades de mejoramiento de los servicios dentro de los límites aceptables de manejo de riesgos y de los recursos disponibles para el financiamiento de las inversiones en infraestructura y/o fortalecimiento institucional.

Es deseable que esta publicación promueva y facilite la consolidación e institucionalización de los PSA en la prestación de los servicios de agua y saneamiento introduciendo una nueva herramienta metodológica de gestión de riesgos y que permita una gestión de los servicios más eficiente, dirigida a la búsqueda del abastecimiento de agua segura, que proteja la salud pública de los contaminantes de origen hídrico.


Rogoberto Corrali Quispe
VICEMINISTRO DE AGUA POTABLE
Y SANEAMIENTO BÁSICO
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA

I.- INTRODUCCION.-

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en las Guías para la calidad de agua potable en su tercera edición, considera como una forma eficaz de garantizar la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua potable, la aplicación de un proceso integral de evaluación de riesgos y su gestión, considerando todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca hasta su entrega al consumidor.

Una forma de garantizar sistemáticamente la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo es aplicando un planteamiento integral de evaluación de los riesgos y gestión de los riesgos que considere todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor. Todo este proceso es denominado Plan de Seguridad del Agua (PSA), el cual se ha desarrollado para organizar las diversas prácticas de gestión del agua actualmente aplicadas desde hace mucho tiempo, garantizando con ello la prestación de agua segura para el consumo humano.

Existe una necesidad apremiante de cumplir con los objetivos del milenio de proveer agua y saneamiento adecuados en el año 2015 a la mitad de la población que actualmente no tienen dichos servicios, sin olvidar lo importante que es, no solo el acceso a los servicios, sino el de asegurar que las poblaciones cuenten con agua segura, conforme se establece en la Declaratoria del Milenio y en el compromiso de los países por cumplirla al 2015, que viene siendo monitoreada por la Organización de Naciones Unidas (ONU).

En armonía con ello, la Fundación boliviana Sumaj Huasi, con el financiamiento del BID a través del Proyecto Tecnologías locales en fronteras ATN/SF-10191-RG-BID, siguiendo con la iniciativa de implementar PSAs, priorizaron la necesidad de implementar PSAs para tres zonas fronterizas entre Bolivia, Perú, Brasil y Argentina, con el apoyo de CDC de USA, en armonía con el plan de agua segura en fronteras del área andina, proyecto elaborado por el organismo andino de salud (ORAS) de la Comunidad Andina de Naciones (CAN).

II.- ANTECEDENTES.-

Desde principios del año 2008, ya se realizaron las visitas de coordinación, para posteriormente ejecutar las actividades de levantamiento de información en terreno y además, distintas reuniones de trabajo, obteniéndose el compromiso de apoyar la iniciativa de elaborar el PSA. Por consiguiente la fundación Sumaj Huasi y la facilitación de consultores, inician la elaboración del Plan de Seguridad del Agua (PSA), en estricta coordinación con las autoridades locales.

La recopilación de datos fue la primera actividad para poder implementar los Planes de Seguridad del Agua: Binacional en Desaguaderos de Perú y Bolivia, Binacional en Bermejo (Bolivia) y Aguas Blancas (Argentina) y Trinacional en Ñapari (Perú), Bolpebra (Bolivia) y Assis (Brasil). Durante este trabajo en terreno, se conforman los Equipos de trabajo para los PSAs, en talleres participativos y con las instituciones involucradas, considerando las características muy peculiares de cada población ya que al ser

fronterizas y pequeñas son localidades de tipo rural en la práctica; siendo éste, el primer intento para recoger los datos asociados con el sistema de abastecimiento de agua que ayudaron a describir la cuenca, el sistema entero, así como la identificación de peligros, evaluación de riesgos, y determinación de las medidas de control, componentes principales en el proceso del PSA.

Fig. 1. Ubicación de los PSAs simplificados

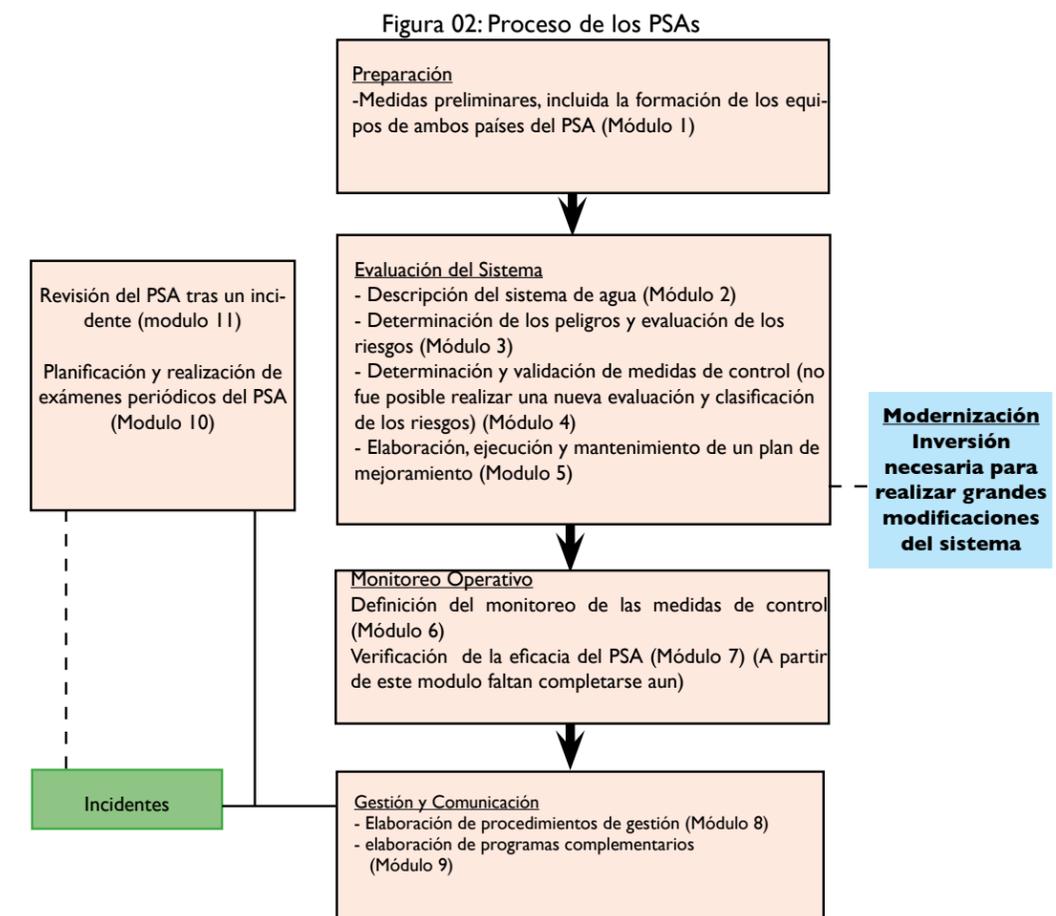


La implementación de PSAs (OMS e IWA 2009) es un proceso sostenible y lleva bastante tiempo, y sobre todo es un proceso participativo; en el caso de esta experiencia, al ser proyectos pilotos demostrativos y tener poco tiempo real para la ejecución de los mismos, y consideraciones particulares de localidades casi rurales, en el proceso de implementación de los PSAs mencionados se desarrollaron los siguientes módulos (respecto al manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua)(OMS e IWA 2009):

- I.- Formación del Equipo del PSA
- II.- Descripción del Sistema de Agua Potable (SAP)
- III.- Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos.
- IV.- Determinación y validación de las medidas de control (debido a las condiciones explicadas en líneas arriba, no se pudo realizar una nueva evaluación y clasificación de riesgos).

- V. Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización
Definición del monitoreo de las medidas de control

Es importante señalar que el PSA considera un análisis desde la fuente de captación hasta el distribuidor, exclusivamente agua de consumo humano sin considerar el tema de saneamiento y/o la disposición final de las aguas residuales domésticas. La validación del PSA en cada lugar se ha realizado en el año 2011, por consiguiente desde la fecha de inicio de las actividades de implementación del PSA hasta la validación existieron distintas variaciones en cada sistema de agua potable, los cuales se han recogido en el presente documento. Para una mayor comprensión se presenta el siguiente gráfico:



Desde el inicio del proceso en los talleres informativos las administraciones locales de los sistemas de agua potable (SAPs) comprometieron su apoyo, lo que se evidenció hasta el final del presente trabajo.

Las recomendaciones a ser implementadas son de responsabilidad de las instituciones señaladas en la determinación de las medidas de control y en las medidas y responsabilidades en el plan de modernización o mejora de la calidad del agua respectiva.

III. IMPLEMENTACION DEL PSA BINACIONAL



**DESAGUADERO
BOLIVIA**

**DESAGUADERO
PERU**



**FUNDACION SUMAJ HUASI
2009 – 2010**

III.- IMPLEMENTACION DE PLANES DE SEGURIDAD DEL AGUA (PSA).-

Binacional: Desaguaderos Perú y Bolivia

Modulo: Conformación del equipo .- Dicha conformación se ha realizado en talleres de trabajo, bajo un enfoque de información inicialmente para luego formalizar mas su participación en los siguientes pasos. Sin embargo no se pudo seguir el manual de la OMS, como esta establecido debido a las circunstancias particulares de las poblaciones fronterizas, donde las autoridades locales son parte de todos los procesos que se realizan y comprometen su activo involucramiento, además, debido a ello se invito la participación de instituciones cuya sede esta en la capital de la Región Puno. Quienes lideran los equipos son las administraciones locales de los sistemas de agua potable. Es importante resaltar que en todos los casos se ha realizado un proceso de información sobre los PSAs, al inicio y un proceso de capacitación posterior para la ejecución de los procesos siguientes en la implementación de los PSAs.

Tabla 01: Equipo de trabajo del PSA.

Nombre	Entidad	Cargo	Rol en el Equipo PSA	Información de contacto	
				Teléfono	Email
PERU					
Fran Lino Talavera	Proyecto Especial Lago Titicaca PELT Puno	Resp. Componente Recursos Hídricos	Informado	950-805097	franlger@hotmail.com
Jacinto Jove Ponce	Centro de Salud Desaguadero	Biólogo	Informado	951-402830	Jacintoj.p@hotmail.com
José Luis Ramos Cayo	Gerencia Regional de Recursos Naturales Gobierno Regional Puno	ICA III	Informado	951-764291 352611	jocayo@hotmail.com
Antonia Chura de Ayala	Municipio distrital de Desaguadero	Regidora	Informado	951-751779	
Ignacio Pastor Salas	EMSA Puno	Responsable de Control de Calidad	Informado	366279	ignaciopastors@hotmail.com
Hugo Lipa Quina	EMSA Puno S.A.	Administrador de Agua Potable y Alcantarillado Juli	Informado	554048 951-623135	hugolipaquina@hotmail.com
Lucio Ticona Carrizales	EMSA Puno S.A.	Administrador local Desaguadero	Lider local	551194 950-913499	carrizaleslbe@hotmail.com
Ramiro Chávez Aréstegui	Centro de Salud Desaguadero	Responsable de salud ambiental	Lider local	950-982825	Yayo-1952@hotmail.com
Juan Carlos Gallegos Tito	Hospital de Juli	Director	Informado	951-974616 367333	gatijvcar@hotmail.com
Elmer Estrella Chique	Red de Salud Chucuito	Planificador	Informado	950-982163	Elmer777e@hotmail.com
Dorian Cuentas Zúñiga	Red de Salud Chucuito	Inspector Sanitario	Lider local		l_dorian_cz@hotmail.com
Juan de Dios Velásquez	Red de Salud Chucuito	Estadístico	Informado	950-962878	polayjvp_10@hotmail.com
Francisco Quiñones Flores	Barrio San Andrés Desaguadero	Presidente	Informado	951-344396	

Rafael Mamani	Barrio San Andrés Desaguadero	Tesorero	Informado	958-031273	
Roberto Barriga Hinojosa	Puesto de Control Sanitario Desaguadero	Biólogo	Informado	364838 951-015240	robertobh_17@yahoo.es
Santiago Contreras Mollocondo	Salud Ambiental Dirección Regional de Salud Puno	Responsable de la vigilancia de la calidad del agua	Informado	354661	ingsantig@hotmail.com
Ebed David Paredes Rodríguez	Gerencia Regional de Recursos Naturales Gobierno Regional Puno	Especialista en Gestión Ambiental	Informado	951-663053	ebedparedes@hotmail.com
Edwin Mamani Vilcapaza	Gerencia Regional de Recursos Naturales Gobierno Regional Puno	Coordinador Proyecto Interoceánica	Informado	951-661077	calidadmundial@gmail.com
Francisco Coaquira Sánchez	Municipio Desaguadero	Responsable de Imagen Institucional	Informado	951-550062	
Eleuterio Quispe Cuadros	Dirección Regional de Vivienda y Construcción	Director	Informado	951-623933	equispecuadros@hotmail.com
Eduardo Laura Mamani	ESSALUD Desaguadero	Medico Jefe	Informado	951-137520	amalive@hotmail.com
BOLIVIA					
Ramiro Coronel Limachi	Centro de Salud Desaguadero	Responsable Municipal de Salud	Lider local	76719115	
Marco A. Colque Gutiérrez	Red de Salud No 9 SEDES La Paz	Gerente	Informado	72529693	marcomed0971@hotmail.com
Lourdes Salazar Aliaga	Prefectura La Paz	Ingeniero Sanitario ASVI DSBYV	Informado	70535448	lourdsalazar@gmail.com
Delma Ramos	SEDES La Paz	Responsable departamental Enfermería	Informado	70691670	delmaramos6@hotmail.com
	Aguas Potables Desaguadero	Presidente PES	Lider local	71275286	
Cesar Sánchez	Municipio de Desaguadero	Sec.Actas Comité de Vigilancia	Informado	71992485	
Ismael Quispe Ticona	OTBs Desaguadero	Mallku Cantonal	Informado	71215118	
Hipólito Huanca	OTBs Desaguadero	Mallku Subcentral B	Informado		
Gerardo Gutiérrez Roque	OTBs Desaguadero	Mallku Subcentral zona A	Informado	71930695	gutiruge-@hotmail.com
Frank Reynaldo Acarapi Mamani	Universidad Publica El Alto Ingeniería Civil	Secretario Ejecutivo Centro de Estudiantes Ingeniería Civil	Informado	70687302	frankingcivil@yahoo.com

Walter Antezana Julian	Autoridad Autónoma Binacional del Lago Titicaca.ALT	Director de Planificación y Financiamiento	Informado	591.2431493	walterantezana@hotmail.com
Julio Cesar Silva	Hospital Municipal de Caravari	Medico de planta	Informado		jcesarmed@yahoo.es
Edwin Mamani Vilcapaza					
	Gerencia Regional de Recursos Naturales				
Gobierno Regional Puno	Coordinador Proyecto Interoceánica	Informado	951-661077	calidadmundial@gmail.com	
Francisco Coaquira Sánchez	Municipio Desaguadero	Responsable de Imagen Institucional	Informado	951-550062	
Eleuterio Quispe Cuadros					
	Dirección Regional de Vivienda y Construcción	Director	Informado	951-623933	equispecuadros@hotmail.com
Eduardo Laura Mamani	ESSALUD Desaguadero	Medico Jefe	Informado	951-137520	amalive@hotmail.com
	BOLIVIA				
Ramiro Coronel Limachi	Centro de Salud Desaguadero	Responsable Municipal de Salud	Lider local	76719115	
Marco A. Colque Gutiérrez	Red de Salud No 9 SEDES La Paz	Gerente	Informado	72529693	marcomed0971@hotmail.com
Lourdes Salazar	Prefectura La Paz	Ingeniero Sanitario ASVI DSBYV	Informado	70535448	lourdsalazar@gmail.com
Delma Ramos	SEDES La Paz	Responsable departamental Enfermería	Informado	70691670	delmaramos6@hotmail.com
	Aguas Potables Desaguadero	Presidente PES	Lider local	71275286	
Cesar Sánchez	Municipio de Desaguadero	Sec.Actas	Informado		
Ismael Quispe Ticona	OTBs Desaguadero	Mallku Cantonal	Informado	71215118	
Hipólito Huanca	OTBs Desaguadero	Mallku Subcentral B	Informado		
Gerardo Gutiérrez Roque	OTBs Desaguadero	Mallku Subcentral zona A	Informado	71930695	gutiruge-@hotmail.com
Frank Reynaldo Acarapi Mamani	Universidad Publica El Alto Ingeniería Civil	Secretario Ejecutivo Centro de Estudiantes Ingeniería Civil	Informado	70687302	frankingcivil@yahoo.com

Comité de Vigilancia	Informado	71992485				
Ismael Quispe Ticona	OTBs Desaguadero	Mallku Cantonal	Informado	71215118		
Hipólito Huanca						
	OTBs Desaguadero	Mallku				
Subcentral B	Informado					
Gerardo Gutiérrez Roque	OTBs Desaguadero	Mallku				
Subcentral zona A	Informado	71930695	gutiruge-@hotmail.com			
Frank Reynaldo Acarapi Mamani						
	Universidad Publica					
El Alto						
Ingeniería Civil	Secretario Ejecutivo					
Centro de Estudiantes						
Ingeniería Civil	Informado	70687302	frankingcivil@yahoo.com			
Walter Antezana Julian	Autoridad Autónoma Binacional del Lago Titicaca. ALT	Director de Planificación y Financiamiento	Informado	591.2431493	walterantezana@hotmail.com	
Julio Cesar Silva	Hospital Municipal de Caravari	Medico de planta	Informado		jcesarmed@yahoo.es	

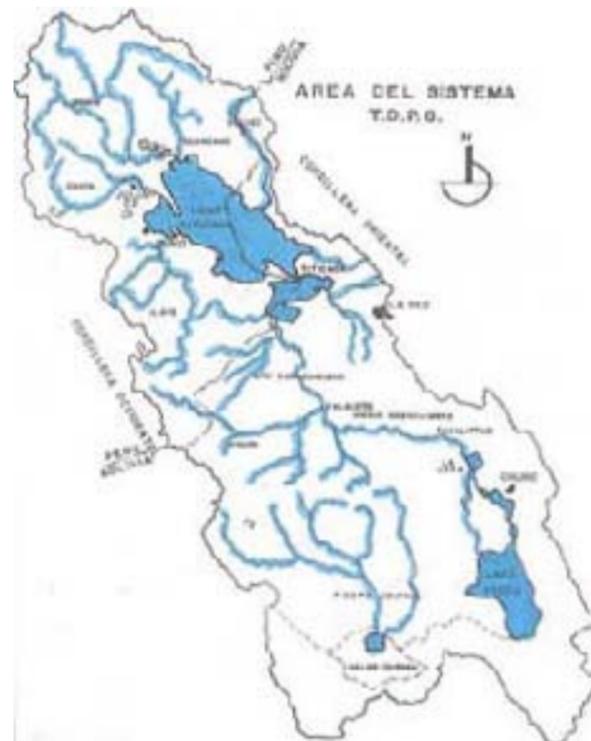
Tabla 02: Relación de participantes en el taller de validación del PSA Binacional: Desaguaderos Perú y Bolivia.

Nombre y Apellidos	Institución	Cargo	Telefono/Email
DESAGUADERO – BOLIVIA			
Freddy Lopez Mamani	Municipio Desaguadero	Concejal	71928100
Raúl Silveti	FSH	Consultor	72535883
Guido Quispe Ticona	Municipio Desaguadero	Intendente	3476195
Ramiro Coronel Limachi	C. S. Desaguadero	Responsable Municipal de Salud	76719115
Marco A. Colque Gutiérrez	Red de Salud No 9 SEDES	Medico	72529693
DESAGUADERO – PERU			
Ramiro Chavez Arostegui	C.S. Desaguadero	Med Veterinario	950 826825
Carlos Cerna Clavijo	SENASA Desaguadero	Especialista Sanidad A	950 877364
Pastro Alejandro Marca	DIRESA Puno	Directro de Salud ambiental	951 758769
Santuza Contreras M.	DIRESA Puno	Ing Agronomo	950 002770
Mary Celina Cruz	ESSALUD – CAPI	Medico	958 675231
Yhony sarmiento Pari	Municipalidad Desagua.	Regidor	951 998258
Heidi Noemi Conde	Municipalidad Desagua	D.C.C.U.	950 030983
Juan carlos Aquino	Municipalidad Desagua	Alcaldia	951 117532
Yesepio Muarcuya Ramos	Secretaria MDO	Sedretaro	951 117532
Carmen Elida Paredes	C.S. Desaguadero	Promotora de salud	951 83 5088
Zulema Carpio B.	C.S. Desaguadero	Enfermera	951 286261
Luzmila CalcinINA p	C.S. Desaguadero	Obstetra	950 842226

Modulo: Descripción de los Sistemas de Agua Potable.-

Características de la cuenca hidrográfica.- Ambos Desaguaderos, tanto peruano como boliviano, son parte del Sistema Hídrico TDPS., esta es una cuenca endorreica, cuya área se encuentra ubicada entre Perú y Bolivia; delimitada geográficamente (en forma aproximada) entre las coordenadas 14°03' y 20°00' de latitud sur y entre 66°21' y 71°07' de longitud oeste. La superficie del Sistema T.D.P.S. es de 143.900 Km², y comprende la parte altiplánica de la sub-región de Puno (en el Perú) y de los departamentos de La Paz y Oruro (en Bolivia), comprende cuatro cuencas hidrográficas principales: El lago Titicaca (T), el río Desaguadero (D), el lago Poopó (P) y el Salar de Coipasa (S), de cuyas siglas viene la denominación de TDPS.

Figura 03: Sistema TDPS.



La mayor parte de la población del TDPS ha sido clasificada de bajos niveles de vida, con prevalencia de desnutrición infantil, elevada tasa de analfabetismo (a pesar de los esfuerzos que se vienen realizando en los últimos años), precariedad en las viviendas, insuficientes servicios de saneamiento básico y salud y, bajo ingreso familiar en las zonas rurales. La actividad económica principal es la agropecuaria y una pequeña parte se dedica al comercio (cada vez en mayor aumento particularmente el informal, incrementándose en las áreas urbanas y en las ferias rurales), industria y construcción. La actividad agropecuaria (la agricultura en el sector boliviano y la ganadería en el sector peruano) es la fuente principal de ingreso para la población rural, es llevada a cabo a través de pequeñas y dispersas parcelas. El ámbito territorial del Sistema Hídrico TDPS comprende las jurisdicciones de las Prefecturas de La Paz y Oruro en Bolivia y la Región de Puno en Perú.

Las características del sistema endorreico TDPS presentan peculiaridades que se diferencian marcadamente del resto de los territorios nacionales no compartidos del Perú y Bolivia y habiendo sido reconocido que los recursos hídricos del Lago Titicaca constituyen "un condominio único e indivisible" del cual depende la subsistencia y desarrollo de la población asentada en el sistema. Es necesario señalar que existe ausencia de coordinación a nivel local de las diferentes instancias, con competencia en la gestión de los recursos hídricos, hidrobiológicos y del medio ambiente, a partir de una visión compartida de la situación deseada para el beneficio común de la población de la cuenca, la planificación de la gestión local con un enfoque sistémico, la implementación de acciones concertadas, la solución de los problemas y resolución de conflictos.

Las capacidades de gestión de los recursos hídricos, hidrobiológicos y ambientales en las instituciones nacionales, regionales, municipales y organizaciones de usuarios evidencian una débil capacidad de gestión de las autoridades locales, regionales y de las organizaciones para implementar planes de desarrollo y de gestión integrada. Por lo que confiamos con que la implementación del Plan de Seguridad del Agua Binacional, sea un espacio, que, permita homogenizar y viabilizar actividades comunes y concertadas, en torno al abastecimiento de agua para consumo humano. En ambos Desaguaderos, el principal uso del agua es para consumo poblacional, seguido por el uso agropecuario.

Figura 04: Foto satelital de Desaguaderos, Perú y Bolivia



Descripción del Sistema de Agua Potable de Desaguadero Perú.-

Desaguadero, capital del distrito del mismo nombre, está ubicada a 102 Km de la capital de la Región Puno. Se encuentra en la línea de frontera con la localidad de Desaguadero de Bolivia dividida por el río Desaguadero. Es parte de la Provincia de Chucuito, de la Región Puno; se encuentra a 3846 m.s.n.m. El promedio anual de precipitación pluvial en la región es de 870 mm aproximadamente con un periodo de lluvias de diciembre a marzo (máximo en enero-febrero) y con un periodo seco de mayo a agosto. El periodo de lluvias es irregular, presentándose en algunos años inundaciones en las orillas del lago, en la década de los ochenta (1984, 1985 y 1986) se presentaron fuertes inundaciones en la región que ocasionó un crecimiento del lago Titicaca alrededor de 2 metros del nivel normal ocasionando pérdidas cuantiosas en toda la región. La temperatura de la zona es baja (frígida), aunque en estos últimos tiempos se registra variaciones significativas, debido a los cambios climáticos globales que vienen sucediendo a nivel mundial. Siendo las temperaturas máximas promedio de 16.5°C, medias anuales promedio de 8.7°C y mínimas anuales medias de 0.9°C, la estacionalidad térmica de la región es moderada, con temperaturas más altas de diciembre a marzo y las más bajas de mayo a agosto. El promedio anual de la humedad relativa es 63.5%, disminuyendo ésta en los meses de junio a octubre en el que adquiere una magnitud menor al 50%, incrementándose luego hasta el 70% en periodos lluviosos.

Figura 05: Municipio de Desaguadero y puente internacional



Indicadores del Servicio de Agua Potable.- La cobertura del servicio de agua potable es de 61%, los pobladores restantes agrupados en barrios: Misuyo, La Unión, Viscachani y San Andrés, tienen sistemas de agua potable propios, que no son administrados por la empresa prestadora del servicio de agua potable (el ministerio de salud distribuye pastillas de cloro para uso doméstico de la desinfección del agua), sin embargo existen conversaciones para que, en el futuro inmediato, estos 04 sistemas de agua potable construidos por los propios pobladores, sean operados por la empresa.

Tabla 02: Indicadores cuantitativos de servicio del SAP de Desaguadero-Perú.

Tipo de conexiones	Conexiones	Población
Conexiones totales de agua potable	1958	7.049
Conexiones activas de agua potable	1339	4.820
Conexiones cortadas de agua potable	619	2.228
<ul style="list-style-type: none"> - Para la población atendida se toma el factor de 3.6 habitantes por vivienda - Población de Desaguadero, Perú (2009): 11 414 		
Porcentaje de la población con conexiones de agua potable	Conexiones totales de agua potable / Población	7049/11414=61.%
Porcentaje de la población con conexiones activas de agua potable	Conexiones activas de agua potable / Población	4820/11414=42.%
Porcentaje de la población con conexiones cortadas de agua potable	Conexiones cortadas de agua potable / Población	2228/11414=19%

Fuente: Elaboración por el equipo consultor.

Información de la calidad del agua.-

La empresa prestadora del servicio de agua potable en Desaguadero, nos proporcionó las condiciones de la calidad de agua que distribuye el pozo Cumi, del último muestreo realizado en el mes de septiembre del 2009 (dicha verificación es realizada cada mes). Las muestras fueron tomadas a la salida de reservorio y red de distribución. Todos los parámetros de control analizados, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles, referenciales para agua potable y apta para el consumo humano. Basado en los LMP referenciales establecidos por SUNASS mediante oficio circular N° 677-2000-INF

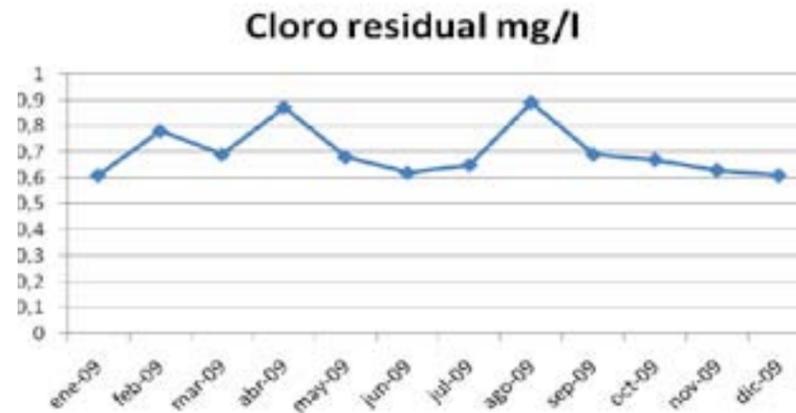
Tabla 03: Calidad del agua del Pozo CUMI

CARACTERISTICA	UNIDAD	DESAGUADERO	
		CUMI	
		RESERVORIO	RED
ASPECTO	-	NORMAL	NORMAL
TEMPERATURA	°C	14,6	14,5
OLOR	-	NINGUNO	NINGUNO
SABOR	-	NINGUNO	NINGUNO
COLOR	Pt/Co	4,0	4,1
TURBIEDAD	(NTU)	0,29	0,30
pH		7,48	7,51
DUREZA TOTAL	mg/L	213,64	225,51
CALCIO	mg/L	185,95	193,86
MAGNESIO	mg/L	27,69	31,65
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	187,62	195,60
CLORUROS	mg/L	39,00	43,11
SULFATOS	mg/L	38,00	39,40
DIOXIDO DE CARBONO	mg/L	1,00	1,00
HIERRO TOTAL	mg/L	0,01	0,01
NITRATOS	mg/L	0,88	1,32
COBRE	mg/L	0,04	0,04
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	µS/cm.	584,0	587,0
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	274,0	273,0
SALINIDAD	%	0,30	0,30

FUENTE: EMSAPUNO

La calidad del agua es asegurada por la empresa prestadora, mediante el empleo de hipoclorito de calcio, cuyo cloro residual en la red de distribución es presentado en el gráfico 01. Estos datos fueron facilitados por EMSAPUNO para el año 2009, donde se aprecia que el cloro residual en la red de distribución, varía respecto a los meses, sin embargo, no disminuye por debajo de la exigencia sanitaria.

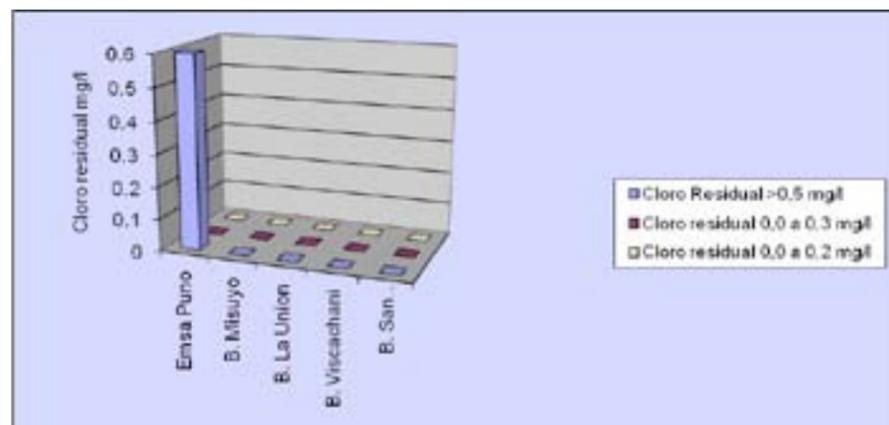
Grafico 01: Cloro residual en la red de distribución del SAP de Desaguadero.



El ministerio de salud a través de la Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Chuchito, es la encargada de vigilar la calidad del agua para consumo humano, dicha acción es realizada por la oficina de salud ambiental del centro de salud de Desaguadero, acción que se realiza desde enero del 2009, bajo el programa nacional de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano. Dicha actividad se limita a la observación de cloro residual en el agua distribuida.

Los resultados de la actividad de vigilancia de la calidad del agua realizado en Desaguadero, nos muestra que las poblaciones cuyos sistemas de agua no son administrados por EMSA Puno, se encuentra en riesgo por el consumo de agua sin clorar (ya que al momento de la toma de la medición de cloro residual no se encontró presencia de ello) mientras que la población cuyo sistema de agua potable es administrado por EMSA Puno, consumen agua con cloro, conforme lo establecen las normas, asegurando así mínimamente el consumo de agua sin contaminantes fecales, como se puede apreciar en el siguiente grafico:

Grafico 02: Riesgo de consumo de agua, Enero a Diciembre del 2009

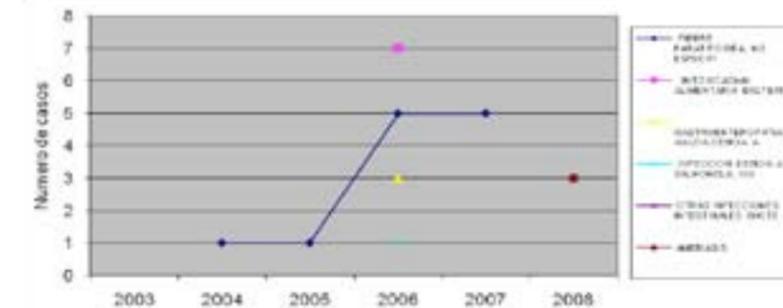


FUENTE: Unidad de Salud Ambiental. Red de Salud Chuchito.

Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.-

Mostramos seguidamente los gráficos sobre las enfermedades asociadas a la calidad del agua reportados por la Oficina de Estadística de la Red de Salud Chucuito:

Grafico 03: Enfermedades asociadas a la calidad del agua, 2003 a 2008. Desaguadero.

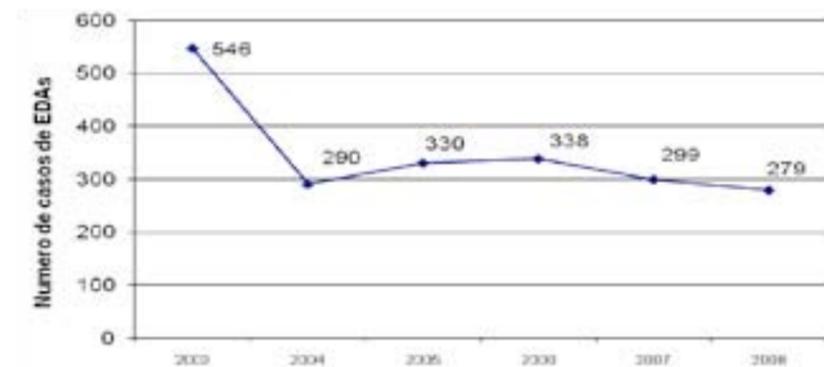


FUENTE: Oficina de Estadística de la Red de Salud Chucuito.

Una de las enfermedades asociadas a la calidad del agua es la Gastroenteritis aguda, que en Desaguadero peruano su presencia se reduce al año 2006, al igual que las intoxicaciones alimentarias, e infecciones debida a salmonella. Respecto a Paratifoidea no se tiene información del año 2004, sin embargo se reporta, no presentándose más casos en el año 2008. Una de las formas de transmisión de la fiebre tifoidea y paratifoidea es el consumo de agua contaminada, debido además a una pobre higiene personal en la manipulación de alimentos, posibilitando la contaminación fecal oral. La Amebiasis es otra enfermedad asociada con la calidad de agua, cuya presencia solo se observa en el año 2008.

Las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) están relacionadas al consumo de agua; sin embargo en Desaguadero con el paso de los años muestran una reducción considerable, como se aprecia en el siguiente grafico.

Grafico 04: Casos de EDAs del 2003 a 2009, Desaguadero-Perú

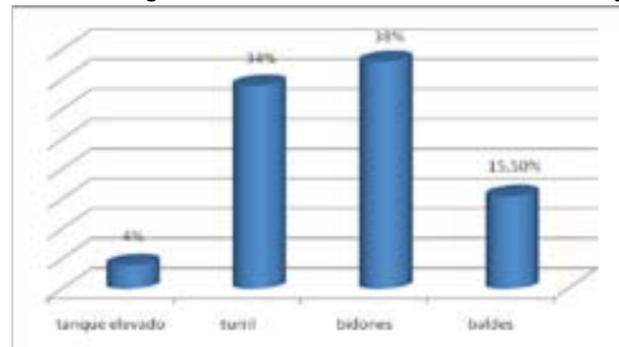


FUENTE: Oficina de Estadística de la Red de Salud Chucuito.

Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.-

El equipo consultor vio por conveniente realizar una encuesta a los pobladores usuarios del SAP en cada localidad de trabajo con la finalidad de obtener información relevante; La técnica utilizada para la obtención de la información fue la encuesta. Las viviendas se eligieron de acuerdo al lugar con referencia a la planta de distribución del agua, tomando en cuenta la imagen satelital (elección simple). De acuerdo a la población se efectuaron entre 40 y 50 encuestas a hogares de la localidad (nivel de confianza 93%, margen de error 7%, promedio de miembros del hogar correspondiente), previa capacitación a las encuestadore/as (vecinos de la localidad), cuyos principales resultados se muestran para cada sistema de agua potable.

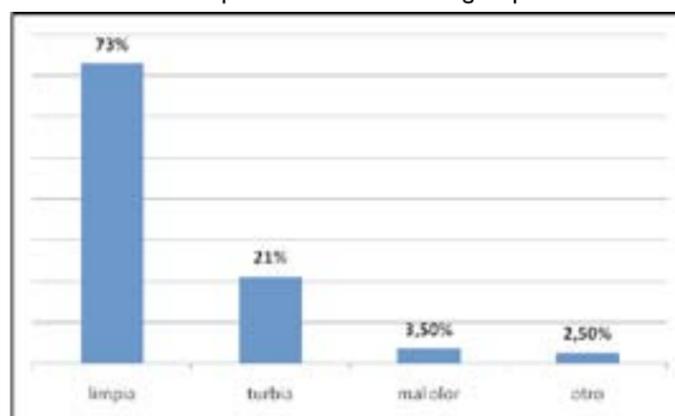
Grafico 05: Lugar de almacenamiento intradomiciliario de agua



FUENTE: Equipo consultor.

Una gran mayoría almacenan agua, en bidones y turriles, seguido por las familias que almacenan en baldes, son muy pocas las personas que almacenan en tanques elevados.

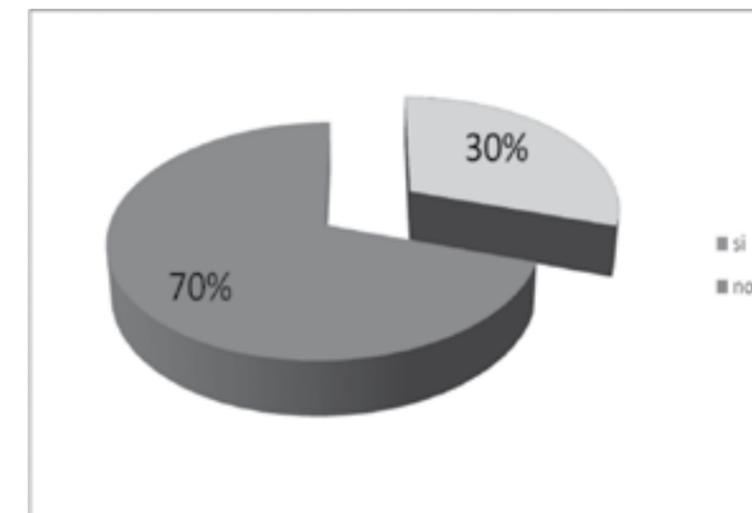
Grafico 06: Percepción de la calidad de agua que consumen



FUENTE: Equipo consultor.

La mayoría de los encuestados opinan que el agua que consumen es limpia.

Grafico 07: Niños que enfermaron con algún tipo de diarrea



FUENTE: Equipo consultor.

La mayoría de los encuestados señalaron que sus hijos menores a 5 años, no se enfermaron con diarrea.

Descripción detallada del sistema de agua potable.- El sistema de abastecimiento de agua es administrado por la Empresa Municipal de Saneamiento Básico (EMSAPUNO). Esta es una empresa municipal que presta servicios de agua potable, alcantarillado y evacuación de aguas servidas en las localidades de Puno (provincia de Puno), llave (provincia de El Collao), Juli y Desaguadero (provincia de Chuchito). Se enmarca como una empresa de régimen privado con autonomía técnica, administrativa y económica. En Desaguadero, existe una administración local a cargo del Ing. Lucio Ticona Carrizales, quien depende directamente de la gerencia general de EMSAPuno, cuya oficina central se encuentra en Puno, capital de la Región de Puno.

Captación.-

Aguas subterráneas.- El sistema de abastecimiento de agua de la localidad de Desaguadero, en la actualidad, está conformado por recursos hídricos subterráneos procedentes del pozo Santa Cruz de Cumi, ubicado en la comunidad del mismo nombre. Este pozo tiene una profundidad de 86 m y fue construido el año de 1990. Se ubica aproximadamente a 6 km al nor-oeste de la localidad de Desaguadero. En el momento tiene un caudal de 25 lps. Cuenta con una caseta de bombeo equipada con una electrobomba de 25 lts y 45 mca. La caseta de bombeo esta en malas condiciones. El pozo de agua pertenece a la comunidad de Santa Cruz de Cumi y fue "prestado" para suministrar agua a la población de Desaguadero.

Figura 06: Fotografías de la captación de Cumi del SAP Desaguadero, Perú.



Por información recibida de la administración local, recientemente se ha perforado un pozo nuevo, ubicado en la zona sur de la localidad en la carretera hacia la ciudad de Ilo, al cual le falta equipamiento electromecánico y suministro de energía eléctrica.

Aguas superficiales.- Captación Cala Cala y Chacocononi, constituida por dos pequeñas captaciones que producen de 0.32 lps. en temporada de estiaje y 1 lps. en época de lluvia, estos manantiales están ubicadas en las faldas de los cerros que circundan a la ciudad, sin embargo en el momento no son utilizados.

Figura 07: Captación Cumi, Comunidad Santa Cruz-Desaguadero



Conducción de agua cruda

Esta se realiza por medio de una línea de impulsión, por consiguiente el agua del pozo es impulsada al reservorio R-310, a través de 6,000 m de tubería de PVC de DN 160 mm actualmente conduciendo 25 Lps. Finalmente la línea de conducción desde los manantiales el agua es conducida por gravedad directamente a la red matriz, el DN de línea es de 25 mm, a través de tuberías de PVC.

El almacenamiento se realiza en un reservorio circular de 310 m³, de tipo apoyado el cual cuenta con una caseta de válvulas, funcionando actualmente como reservorio de cabecera. Se encuentra en buen estado de operación.

Figura 08: Fotos del Reservorio de Aguas, Desaguadero-Perú



Tratamiento.-

El único proceso de tratamiento de aguas, es por medio de la desinfección aplicando cloro (hipoclorito de calcio) de forma manual, actividad que se realiza en el mismo reservorio, y todos los días por la persona encargada, quien realiza la dilución manual del hipoclorito de calcio en un balde y en lugar poco adecuado para ello (como se muestra en la figura 8), el cual luego es vertido en el tanque de almacenamiento y posterior distribución. No existe en el lugar un mecanismo de determinación de la concentración de cloro.

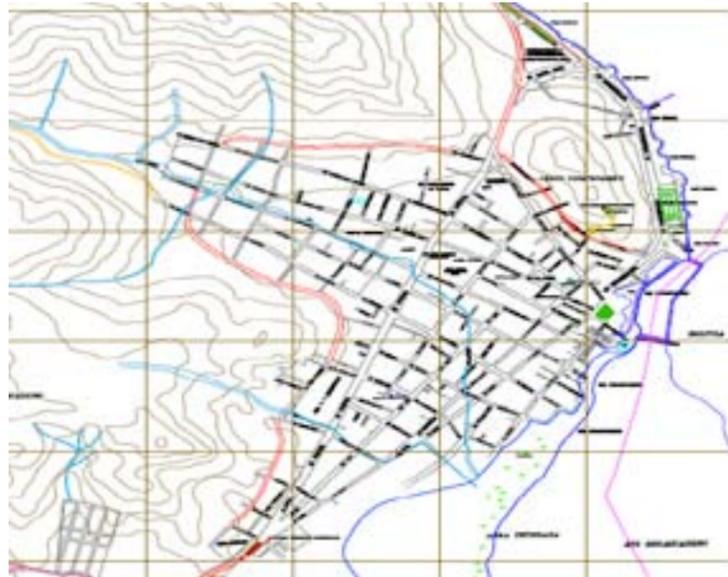
Figura 09: Lugar de cloración manual en el SAP de Desaguadero.



Red de distribución.-

La red de distribución está conformada en su totalidad por 12.7 km de tuberías, de todo ello 3.8 km corresponde a la red matriz o primaria y 8.9 km a la red secundaria con diámetros de DN 50 a 75 mm.

Figura 10: Mapa de distribución del Agua Potable en Desaguadero-Perú



Conexiones y Tarifas.-

La mayoría de las conexiones domiciliarias son en tubería de PVC de Ø 1/2”, en total se reconocen 4 categorías de usuarios.

Tabla 04: Categorías de usuarios existentes en el SAP Desaguadero.

Localidad	Categorías			
	Domestico	Comercial	Industrial	Estatat
Desaguadero				

Fuente: G. Comercial- Div. de Catastro. EMSA Puno

Las conexiones domiciliarias hasta septiembre del 2008, eran de la siguiente forma:

Tabla 05: Conexiones domiciliarias a septiembre del 2008.

Conexiones Activas	Conexiones cortadas	TOTAL
1339	619	1958

Fuente: G. Comercial- Div. de Catastro. EMSA Puno

Almacenamiento intradomiciliario en Desaguadero - Perú.-

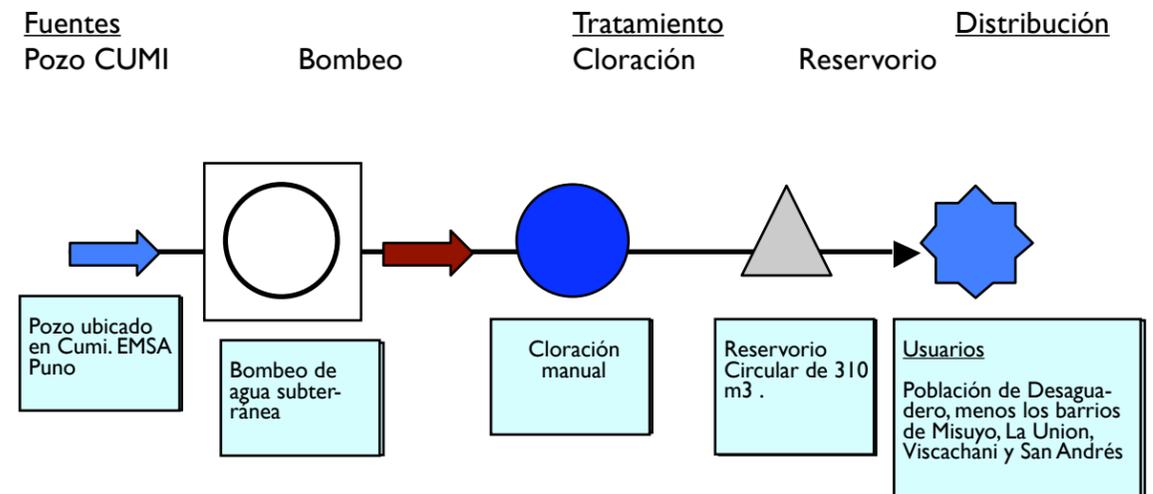
Al no existir una continuidad de 24 horas de servicio, el almacenamiento del agua a nivel domiciliario se realiza en tanques altos aprovechando la presión del agua. Dicho

almacenamiento es realizado sin las consideraciones mínimas de protección del depósito, poniendo en riesgo el agua, que es proveído por EMSAPUNO, quienes realizan el esfuerzo de desinfectar mínimamente con cloro el agua, sin embargo con el almacenamiento intradomiciliario corre el riesgo de reingreso de contaminantes al agua de consumo humano.

Figura 11: Foto del almacenamiento intradomiciliario en Desaguadero Perú.



Flujograma del Sistema de Agua Potable de Desaguadero - Perú.-



Descripción del Sistema de Agua Potable de Desaguadero Bolivia.-

El Municipio de Desaguadero Bolivia, corresponde a la cuarta sección de la provincia Ingavi del departamento de La Paz; limita por el puente internacional, con el distrito de Desaguadero Peruano, el límite natural lo compone el río Desaguadero, se ubica a orillas del Lago Titicaca. Se ubica en la región Altiplano a una altitud de 3 823 m.s.n.m entre los paralelos 68° y 69° longitud oeste, 16° 15' y 17° 15' latitud Sur; con una extensión de 13.159 Km², una temperatura entre 8° C a 15 ° C. y una inclinación de aproximadamente 1% de norte a sur y de este a oeste. Se encuentra a 112 Km de La Paz a donde se puede acceder por medio de una carretera asfaltada. Se encuentra dividida por una cadena montañosa que la separa en dos áreas bien definidas hacia el Norte el área denominada ZONA A el cual limita con el Lago Titicaca y hacia el sur con la ZONA B que en su gran parte es llanura y limita con el río Desaguadero. La zona donde esta ubicada Desaguadero, al contrario que el lado peruano, es abundante en recursos hídricos de aguas superficiales como el río Kellcata y río Aceramarca; vertientes como Kakani, Cañahuri, Nuñokollo, Misquini e Incani; y aguas subterráneas a mediana profundidad, entre 30 a 40 metros, debido a la cercanía del río Desaguadero.

Figura 12: Municipio de Desaguadero y puente internacional



Indicadores del Servicio de Agua Potable.- Actualmente tiene una cobertura del 100%, el Comité de Agua Potable (CAP) a iniciativa propia ha realizado mejoras en la extensión de redes aumentando la longitud y la cobertura.

Tabla 06: Indicadores cuantitativos del SAP de Desaguadero-Bolivia.

Tipo de conexiones	Conexiones	Población
Conexiones totales de agua potable	1000	5 000
Conexiones totales de agua en el área rural	250	1 250
Conexiones totales en el área urbana	750	3 750
- Para la población atendida se toma el factor de 5 habitantes por vivienda - Población de Desaguadero, Bolivia (2009): 5 000		
Porcentaje de la población con conexiones de agua potable	Conexiones totales de agua potable / Población	5000/5000=100%
Porcentaje de la población con conexiones en el área rural	Conexiones totales de agua potable / Población	1250/5548=23%
Porcentaje de la población con conexiones en el área urbana	Conexiones totales de agua potable / Población	3750/5548=67%

Fuente: Elaboración propia en base a la población calculada por el Plan Internacional y el Centro de salud de Desaguadero - Bolivia.

Información de la calidad del agua.-

El agua para el consumo humano debe ser garantizada por la entidad prestadora de servicio y además debe cumplir ciertos requisitos de acuerdo a normas establecidas por IBNORMA en Bolivia y tomando en consideración la Norma Boliviana NB-512.

A continuación se muestra la calidad de agua de Desaguadero, donde se observa la presencia de coliformes, lo que motiva el tratamiento evidentemente del agua antes de su distribución.

Tabla No 07: Parámetros principales de la calidad del agua, proveniente de aguas superficiales, según Norma Boliviana NB-512

PARAMETRO ANALIZADO	METODO	UNIDADES	RESULTADO
Bacteriológico			
Bacterias coliformes totales	M.F.	UFC/100 ml	3,5 x10 ²
Físico			
Aspecto	--	--	Cristalino
Olor	--	--	Ninguno
Color verdadero	Colorimetrico	UCV	5,00
Turbiedad	Nefelometrico	UNT	1,56
Solido Total	Gravimetrico	mg/L	197,00
- Suspendido	Gravimetrico	mg/L	3,00
- Disuelto	Gravimetrico	mg/L	194,00
Químico			
Conductividad (25°C)	Potenciometrico	µS/cm	288,00
pH (T=15,0°C)	Potenciometrico	--	7,07
Calcio	Volumétrico	mgCa ²⁺ /L	50,90
Magnesio	Volumétrico	mgMg ²⁺ /L	2,19
Dureza total	Volumétrico	mgCaCO ₃ /L	136,00
Alcalinidad total	Volumétrico	mgCaCO ₃ /L	138,00
- De bicarbonato	Volumétrico	mgCaCO ₃ /L	138,00
- De carbonato	Volumétrico	mgCaCO ₃ /L	0,00
- De hidroxido	Volumétrico	mgCaCO ₃ /L	0,00
Acidez total	Volumétrico	mgCaCO ₃ /L	42,00
- Mineral	Volumétrico	mgCaCO ₃ /L	0,00
- De anhídrido carbonico	Volumétrico	mgCaCO ₃ /L	42,00
Hierro total	Absorción atómica	mgFe/L	0,05
Manganeso total	Absorción atómica	mgMn/l	<0,05
Sulfato	Espectrofotometrico	mgSO ₄ ⁻² /L	17,21
Nitrato	Espectrofotometrico	mgNO ₃ ⁻ /L	0,86
Cloruro	Volumetrico	mgCr/L	<0,25

Fuente: IIS. Universidad Mayor de San Andrés, citado por Plan Internacional, 2005

La entidad encargada de realizar la vigilancia de la calidad del agua, es el Ministerio de Salud y Deportes, pero, en Desaguadero aún no se ha implementado esta actividad, razón por la que el equipo del PSA, encabezado por el equipo de consultores de la Fundación Sumaj Huasi, realizó la verificación de algunos parámetros, para lo cual se tomaron muestras en diferentes lugares del sistema de agua, con los siguientes resultados:

Tabla 08: Algunos parámetros del agua en el SAP Desaguadero-Bolivia.

Muestra	Lugar	Hora	Cantidad	pH	Aspecto	Olor	Turbiedad	Cloro Residual (mg/litro)	Aforo	Caudal
1	Río Acero Marca	8:45	100 ml	7,32	Claro	normal	<5			
2	Almacén 1	9:00	100 ml	7,02	Claro	normal	<5		50"/litro	0,02 L/seg
2ª	Vertiente 1	9:10	100 ml	7,65	Claro	normal	<5		48"/litro	0,02 L/seg
3	Vertiente 2	9:30	100 ml	7,7	Turbio	fétido	cant insuf			
u4	Vertiente 3	10:15	100 ml	7,5	Claro	normal	<5			
5	Rebalse almacén 3	10:40	100 ml	7,79	Claro	normal	<5	0	45"/litro	0,02 L/seg
6	Hospital	12:20	100 ml	7,74	Turbio	normal	40	0	55"/litro	0,018 L/seg
7	Hostal Panameric	12:45	100 ml	7,8	Turbio	normal	45	0	60"/litro	0,016 L/seg

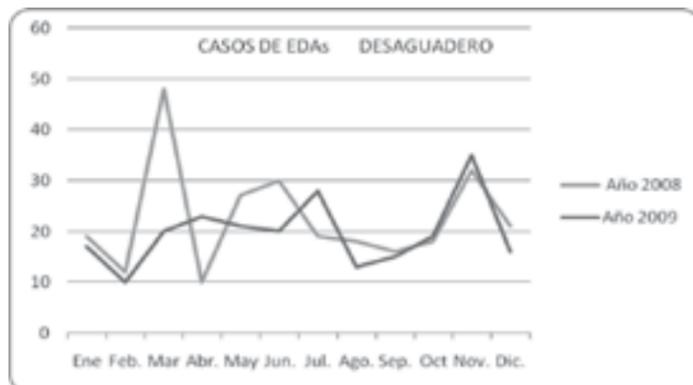
Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

Podemos apreciar que la mayor cantidad de muestras se encuentra dentro de los parámetros normales con excepción del olor de la vertiente 2, esta peculiaridad la consideramos inusual debido probablemente al momento de la toma de muestras. Además se pudo determinar la ausencia de cloro residual en algunos puntos del sistema de distribución.

Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.-

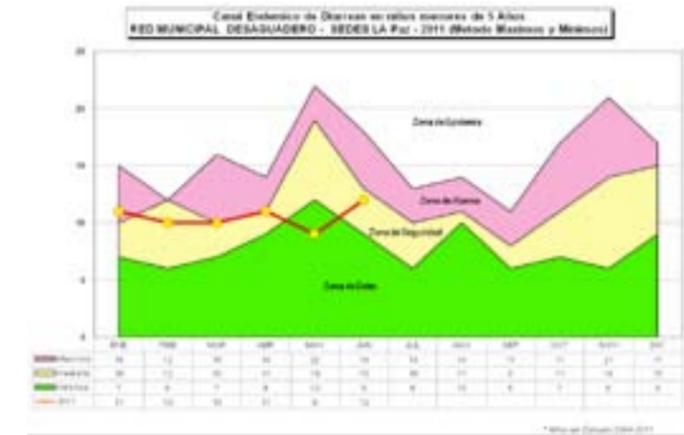
El equipo consultor recogió datos de las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) del establecimiento de salud de Desaguadero-Bolivia, considerando que están relacionadas al consumo de agua, evidenciándose que tiene una presentación estacional y se mantiene durante los dos años considerados.

Grafico 08: Casos de EDAs del 2008 al 2009, Desaguadero-Bolivia



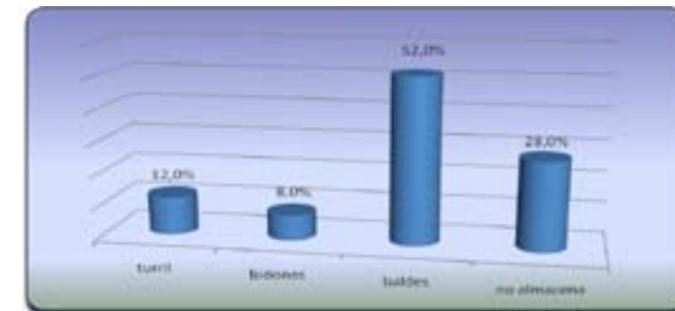
Fuente: Centro de Salud Desaguadero Bolivia

Grafico 09: Canal endémico de diarreas en niños menores de 5 años, Desaguadero-Bolivia.



Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.-
Las encuestas se realizaron bajo la misma metodología que en el caso anterior.

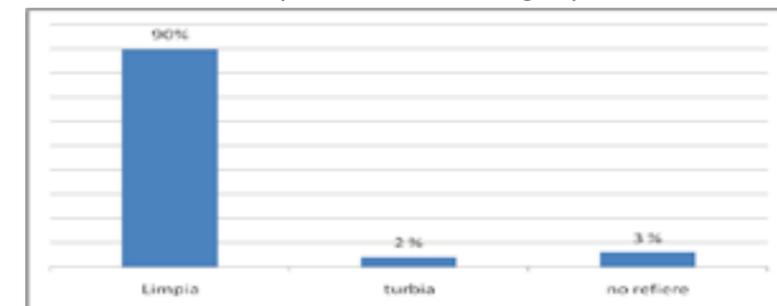
Grafico 10: Lugar de almacenamiento del agua en hogares de Desaguadero-Bolivia



Fuente: Equipo Consultor

El 52% de los encuestados almacenan agua en baldes, a pesar de no ser necesario, ya que el servicio de agua potable es las 24 horas al día.

Grafico 11: Percepción de la calidad de agua que consumen



Fuente: Equipo Consultor

La mayoría de los encuestados opinan que el agua que consumen es limpia.

Grafico 12: Niños que enfermaron con diarrea



Fuente: G. Comercial- Div. de Catastro. EMSA Puno

El 78% de los encuestados señalaron que sus hijos menores a 5 años, se enfermaron con diarrea.

Descripción detallada del sistema de agua potable.-

El sistema de abastecimiento de agua es administrado por el Comité de Agua Potable (CAP), Desaguadero Bolivia, conformado por los propios usuarios. El agua proviene de vertientes y aguas superficiales que son almacenadas en tanques primarios en su inicio y después en un tanque de almacenamiento para su posterior cloración, pero no todas las aguas van al tanque de almacenamiento ya que algunas van directo a la red de distribución con la dificultad que no tienen alturas de carga suficiente para ofrecer presión mínima de 5 metros de columna de agua, alcanzando solo a 1.50 metros debido a que el tanque principal se encuentra en cota de apenas 10 metros de desnivel con respecto a la población abastecida y también por la pérdida en la red de distribución por las fugas existentes. Por otro lado, tiene diferentes ingresos a la red, lo que le da mayor desventaja, ya que con distintas presiones que no fueron succionados durante la ejecución de las redes de distribución, porque no contemplaba las captaciones, aducciones y tanques de regulación. El sistema de agua potable ha sido construido en distintas fases, siendo la primera en 1966, seguidamente en 1977, luego en 1989 por CARE como parte de los programas de contención del brote del Cólera, luego en 1992 se construyó la captación y un tanque de almacenamiento por Plan Altiplano y finalmente en 1999 se construyó la totalidad de la redes por el fondo de inversión social (FIS).

Captación.-

Cuenca I.- Posee las siguientes fuentes de captación: Río Acero Marka, vertiente ÑuñuKollo y vertiente Cañahuiri:

Figura 13: Fotografía de la Cuenca I.



Río AceroMarka.- Aguas superficiales, proveniente de la cordillera, con pendiente moderada. La captación se realiza mediante una presa de derivación, construida con cemento, que se encuentra deteriorada por destrucción de la capa superior de la captación, la cual fue rellena con piedras por lo cual las aguas producen un rebalse inhabilitando su función original, el filtro se encuentra en su lugar, se encuentra a una altura de 3.901 m.s.n.m. El tanque de almacenamiento primario se encuentra aproximadamente a 100 metros de la toma, tiene enrejado pero la puerta sale de sus bisagras, la tapa de cemento no tiene seguro se encuentra a 3894 m.s.n.m.

Tabla 09: Aforos históricos del río Acero Marka:

Fecha	Caudal (l/s)
31/03/05	6,50
13/05/05	3,00
19/05/05	3,00
Caudal mínimo esperado en estiaje.	1,50

Fuente: Plan Internacional Altiplano, Ampliación del Sistema de Agua Potable, Julio 2005

Figura 14: Fotografía de la captación del río AceroMarka.



Vertiente Ñuñukollo.-

Esta vertiente está a 174 m de la aductora desde la captación del río Acero Marka, se estima que su caudal fluctúa entre 0,30 a 0,65 l/s.

Tabla 10: Aforos históricos del río Ñuñukollo:

Fecha	Caudal (l/s)
31/03/05	2.70
13/05/05	2.32
19/05/05	2.32
Caudal mínimo esperado en estiaje.	0.50

Fuente: Plan Internacional Altiplano, Ampliación del Sistema de Agua Potable, Julio 2005

Vertiente Cañahuiri.-

Recolecta aguas de la cordillera que tiene un tanque de almacenamiento primario, que se encuentra a 3881 m.s.n.m. protegido con enmallado, y medidas de seguridad. Mediante el sistema de aducción se conectan con el tubo principal sobre el río Acero Marka, cuyo punto más bajo está a 3845 m.s.n.m. para llegar al tanque de almacenamiento principal, que se encuentra a 2160 mts aproximadamente, desde la fuente principal.

Tabla 11: Aforos históricos de la vertiente Cañahuiri:

Fecha	Caudal (l/s)
31/03/05	0.45
13/05/05	0.43
19/05/05	0.43
Caudal mínimo esperado en estiaje.	0.20

Fuente: Plan Internacional Altiplano, Ampliación del Sistema de Agua Potable, Julio 2005

Figura 15: Fotografía de la vertiente Cañahuiri y su sistema de aducción.



CUENCA 2.- Posee 3 fuentes de captación: Vertiente Misquini, Seguencani e Incani.

Figura 16: Fotografía de la Cuenca 2.



Vertiente Misquini.- Tiene como infraestructura dos tanques de almacenamiento primarios en funcionamiento, protegido como malla metálica, con acceso libre por la puerta porque no tiene candado, se encuentra a 3865 m.s.n.m. A unos 20 metros se encuentra la caseta de cloración a 3851 m.s.n.m, cercado con malla metálica, el cual, no se encuentra en funcionamiento.

Tabla 12: Aforos históricos de la vertiente Misquini:

Fecha	Caudal (l/s)
31/03/05	0.35
13/05/05	0.27
19/05/05	
Caudal mínimo esperado en estiaje.	0.10

Fuente: Plan Internacional Altiplano, Ampliación del Sistema de Agua Potable, Julio 2005

Figura 17: Fotografía de la captación en la vertiente Misquini.



Vertiente Seguencani.- Se encuentra al otro lado de la quebrada, tiene un ojo de agua desprotegido se encuentra a 3883 m.s.n.m. Además existe un pozo de almacenamiento sin protección, se encuentra a 3880 m.s.n.m.

Tabla 13: Aforos históricos de la vertiente Saguencani:

Fecha	Caudal (l/s)
31/03/05	0.50
13/05/05	0.40
19/05/05	
Caudal mínimo esperado en estiaje.	0.20

Fuente: Plan Internacional Altiplano, Ampliación del Sistema de Agua Potable, Julio 2005

Figura 18: Fotografía de la captación en la vertiente Seguencani.



Vertiente Incani.- Se encuentra a 3850 m.s.n.m protegido con malla metálica y la caseta de cloración sin funcionamiento. En el tanque de almacenamiento protegido, se aprecia agua de rebalse, ubicado a 3847 m.s.n.m.

Tabla 14: Aforos históricos de la vertiente Incani:

Fecha	Caudal (l/s)
31/03/05	0.50
13/05/05	0.40
19/05/05	
Caudal mínimo esperado en estiaje.	0.20

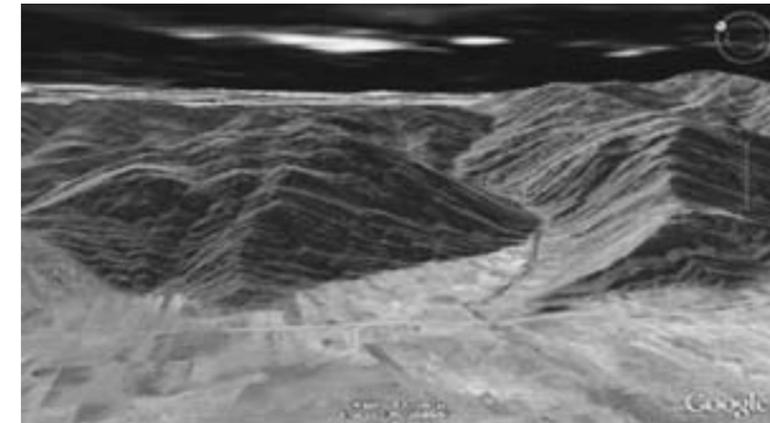
Fuente: Plan Internacional Altiplano, Ampliación del Sistema de Agua Potable, Julio 2005

Figura 19: Fotografía de la vertiente Incani.



CUENCA 3.- Posee solo una fuente de captación: Río Quellcata

Figura 20: Fotografía satelital de la cuenca 3.



Río Quellcata.- Captación de aguas superficiales en una quebrada, se encuentra bastante distante, aproximadamente 4000 mts. Se encuentra a 3899 m.s.n.m. El tramo de aducción tiene su punto mas bajo a 3828 m.s.n.m, atraviesa una planicie poblada con casas, sembradíos, baño antiséptico para animales domésticos.

Tabla 15: Aforos históricos del río Quellcata:

Fecha	Caudal (l/s)
31/03/05	6.50
13/05/05	3.00
19/05/05	3.60
Caudal mínimo esperado en estiaje.	1.50

Fuente: Plan Internacional Altiplano, Ampliación del Sistema de Agua Potable, Julio 2005

Figura 21: Captación en el río Quellcata.



Conducción de agua cruda.-El agua es conducida por tuberías de PVC de un diámetro de 2”, por gravedad hasta el reservorio.

Figura 22: Croquis del sistema de aducción de las 3 cuencas del SAP Desaguadero Bolivia.



Figura 23: Fotografías del Sistema de aducción de las 3 cuencas.

**Almacenamiento.-**

El almacenamiento principal se realiza en un reservorio de reciente construcción realizado por el Plan Internacional ubicado en el cerro Jitiñoso, a 3847 m.s.n.m. El reservorio es de hormigón armado, fue construido con el fin de ganar una altura de cota mayor con respecto a la población asentada, y así obtener una carga hidráulica suficiente para garantizar una presión mayor a 15 m. de columna de agua como altura dinámica de servicio en la red.

Figura 24: Tanque de almacenamiento del SAP Desaguadero Bolivia.

**Tratamiento.-**

El único proceso de tratamiento es por desinfección mediante la aplicación de hipoclorito de calcio, proceso que se efectúa en el tanque de almacenamiento, antes de su ingreso a la red de distribución, el cual se realiza manualmente.

La cloración se realiza mediante un dispositivo (Clorado x gravedad) con elementos principales de dos recipientes plásticos:

Cuerpo 1; formado por el 1er recipiente de 200 lt de capacidad con el objetivo de almacenarla solución desinfectante para un periodo de una semana; en su interior cuenta con un flotador y conexiones hacia el cuerpo dos.

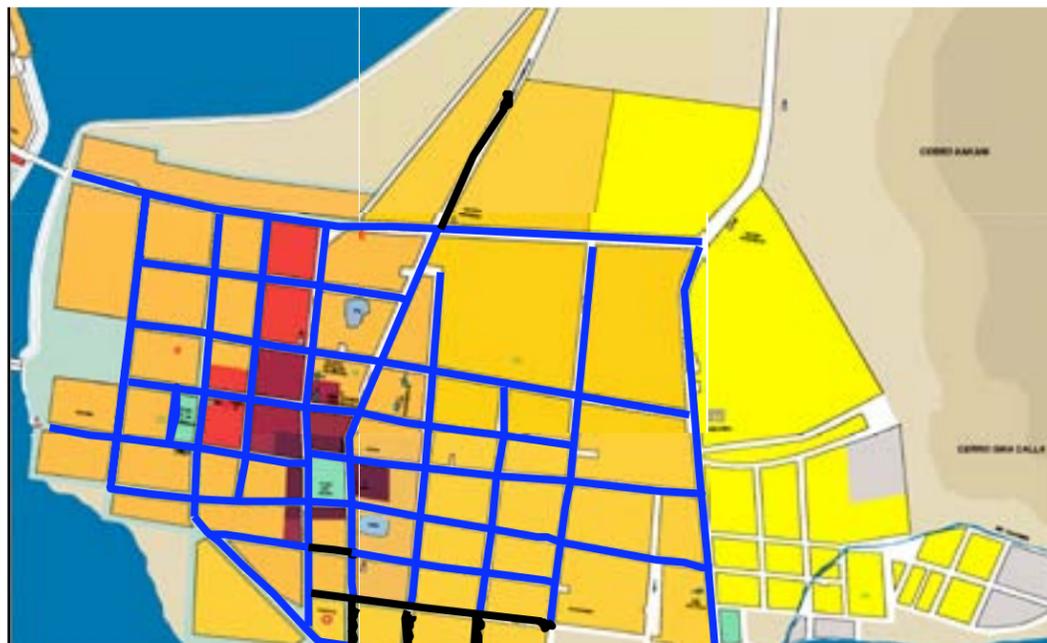
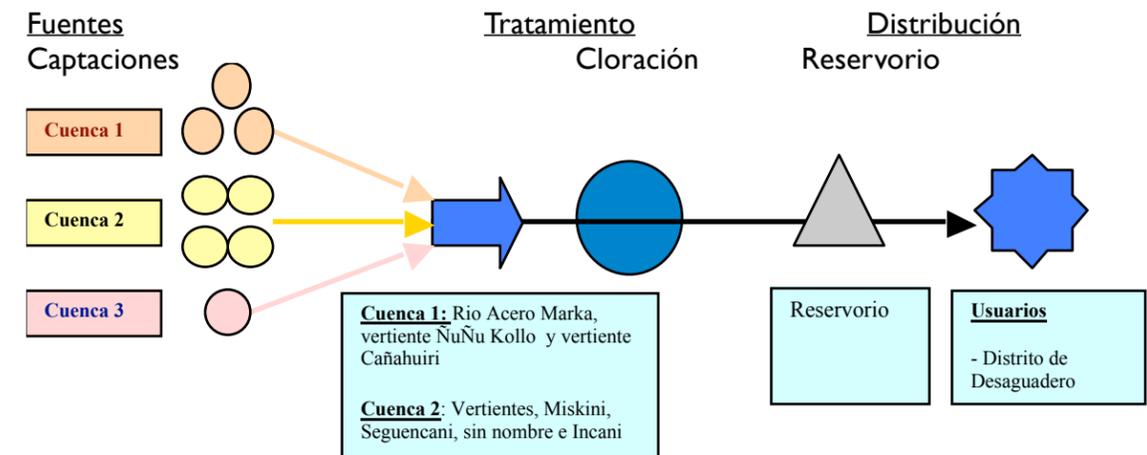
Cuerpo 2: formado por el 2do recipiente de 40 lt de capacidad, para mantener la carga hidráulica en la dosificación; en su interior se encuentra un flotador que permite controlar el nivel de la solución, cuerpo del dosificador (orificio en un tubo roscado) y la aplicación de la solución desinfectante es por una tubería de PVC de 1/2 pulgada, instalada por encima del ingreso del agua.

Figura 25: Equipo de cloración en el reservorio de agua de Desaguadero-Bolivia.

**Redes de distribución.-**

La red de distribución, cuenta en su totalidad con tuberías de PVC E-40 de 2" de diámetro, tanto de las redes matrices como secundarias. Las conexiones domiciliarias, son generalmente por tuberías de PVC de 1/2" de diámetro, no se cuentan con micro medición y se cobran tarifas en forma diferenciada anualmente.

Figura 26: Distribución del Agua Potable en Desaguadero-Bolivia

**Flujograma del Sistema de Agua Potable de Desaguadero - Bolivia.-****Modulo: Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos de los SAPs de ambos Desaguaderos.**

La identificación de peligros y su evaluación fue realizada por los integrantes del equipo en reuniones y talleres de trabajo, realizados tanto en Desaguadero peruano y boliviano.

Para cada peligro identificado, por los integrantes del equipo de trabajo del PSA, se realiza la puntuación y definición de probabilidades, así como las consecuencias de los peligros, todo ello realizado en las reuniones y talleres de trabajo, de forma participativa con la facilitación del equipo de consultores de la fundación Sumaj Huasi. Sin embargo es necesario precisar, que previamente, se les capacito en el uso del método semicuantitativo (Deere et al 2001), en todo los casos, para la evaluación de riesgos, recomendado en el manual del PSA editado por la OMS e IWA.

Los peligros se identificaron conforme al siguiente detalle:

- Físicos (F):
Sedimentos, Turbidez, Color, Olor
- Químicos (Q):
Pesticidas, Agentes desinfectantes
- Biológicos (B):
Bacterias, Parásitos, Virus

Para la fundamentación de un peligro, debido a las características particulares, no se pudo realizar pruebas comprobatorias, solo nos basamos en la información recogida (literatura revisada, informes, memorias, etc) y lo señalado por los pobladores. Por consiguiente al no haberse comprobado en algunos casos el peligro o suceso peligroso, se considera esta acción como parte de las medidas de control.

El equipo de consultores identificó algunos peligros, pero en los talleres y reuniones de trabajo participativos, fueron desestimados en algunos casos, por los miembros del equipo PSA, dándosele prioridad a esa determinación por ser mas representativa.

Todas estas actividades deberán ser re-evaluadas por el equipo PSA en el futuro, el cual debe ser liderado por las administraciones locales del sistema de agua potable, ya que fue ese el compromiso adquirido en el desarrollo de todo el proceso seguido.

Tabla 09: Método semicuantitativo basado en la matriz de riesgos (de Deere et al, 2001).

		Gravedad de la consecuencia				
		Efecto nulo o insignificante Clasificación 1	Efecto en el cumplimiento, Leve. Clasificación 2	Efecto organoléptico, moderado Clasificación 3	Efecto reglamentario, grave. Clasificación 4	Efecto catastrófico en la salud pública. Clasificación 5
Probabilidad o frecuencia	Casi siempre. Una vez al día. Clasificación 5	5	10	15	20	25
	Probable. Una vez por semana Clasificación 4	4	8	12	16	20
	Moderada. Una vez al mes Clasificación 3	3	6	9	12	15
	Improbable. Una vez al año Clasificación 2	2	4	6	8	10
	Excepcional. Una vez cada 5 años. Clasificación 1	1	2	3	4	5

Puntuación del riesgo	< 6	6 - 9	10 - 15	> 15
Clasificación del riesgo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

Modulo: Determinación y validación de las medidas de control de ambos Desagüaderos.-

Esta actividad se ha realizado en los talleres y reuniones participativos del equipo PSA, con la facilitación del equipo consultor de la Fundación Sumaj Huasi; al mismo tiempo de la determinación de los peligros y evaluación de riesgos.

Debido al tiempo de la ejecución del proyecto y las características particulares de los sistemas de agua potable, no fue posible realizar una nueva evaluación y clasificación de riesgos.

Para una mejor presentación de los resultados de este modulo, se presentan junto a los resultados de la determinación de los peligros y evaluación de los riesgos, en un mismo cuadro.

Tabla 16: Resultados de la determinación de los peligros y evaluación de los riesgos; y resultados de la determinación y validación de las medidas de control del SAP de Desaguadero-Perú

ETAPA DEL PROCESO	SUCESO PELIGROSO	PELIGRO	PROB	GRAV	PUNT	RIESGO	MEDIDA DE CONTROL	EFICACIA DE LA MEDIDA DE CONTROL	FUNDAMENTOS
CUENCA	Residuos sólidos	F, Q, B	3	3	9	Medio	Adecuada gestión de Residuos sólidos	Cuenca sin residuos	Es visible la presencia de residuos sólidos en toda la cuenca, que podría causar contaminación ambiental
	Cambio climático	F	4	4	16	Muy Alto	Gestión integrada del recurso hídrico	Promover gestión integrada	Detección de la disminución del recurso hídrico
CAPTACION	Viviendas cercanas a la captación de agua, sin sistemas adecuados de saneamiento	F, Q, B	3	5	15	Alta	Implementación de tecnologías alternativas de saneamiento	Evitar la contaminación fecal	La inadecuada disposición de excretas puede causar contaminación ambiental y por ende al agua
	Infiltración de contaminantes líquidos derramados en accidentes de tráfico en la carretera binacional	F, Q, B	3	5	15	Alta	Avisos de tránsito	Conductores toman precauciones	Existen accidentes de tránsito de vehículos que transportan sustancias peligrosas
							Equipo de Emergencia	Conformación de equipo de emergencia	
	Posible presencia de Cloruros y Arsénico	Q	5	3	15	Alta	Realizar análisis permanentes	Resultado de análisis	Referencia de pobladores
	Residuos de fertilizantes y plaguicidas en la escorrentía de aguas pluviales provenientes de las actividades agrícolas	Q	3	4	12	Alta	Evaluar residuos de fertilizantes y plaguicidas	Resultados de análisis	Se aprecia actividad agropecuaria
	Falta de energía eléctrica de respaldo que afecta el bombeo	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Generador de reserva	Asegura servicio	No existe generador de emergencia
	La captación esta ubicada en propiedad comunal	F, Q, B	5	3	15	Alto	Adquisición del terreno	Evitar sabotajes	Si la propiedad del terreno fuera de la Empresa, se evitarían dificultades, ya que actualmente es solo alquilado

ALMACENAMIENTO	Ausencia de cerco perimétrico de seguridad	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Construir cerco de seguridad	Evitar sabotajes	Referencias de la Empresa de sabotajes
	Contaminación fecal	B	5	4	20	Muy alto	Educación sanitaria	Evitar la contaminación fecal del agua	Se observa presencia de defecación humana al aire libre y pastoreo de animales
	Residuos sólidos	F, Q, B	4	4	16	Muy alto	Adecuada gestión de los residuos sólidos	Evitar la contaminación del agua	Se observan residuos sólidos alrededor del reservorio
	Desinfección deficiente	Q, B	2	5	10	Alto	Desinfección adecuada del reservorio	Evitar contaminación	No se realiza desinfección
TRATAMIENTO	Insuficiente dosificación de cloro	B	5	4	20	Muy alto	Nuevo sistema de cloración	Cloración efectiva	Actual cloración manual
	Ausencia de cloración	B	5	4	20	Muy alto	Inspección a la cloración	Cloro residual	Referencias de pobladores
	Excesiva dosificación de cloro	Q	2	2	4	Baja	Verificar nivel de cloro en la red	Cloro residual	Referencias de pobladores
DISTRIBUCION	Reingreso de contaminantes biológicos	B	5	4	20	Muy alto	Servicio continuo de agua las 24 h/día	Reducir la posibilidad de reingreso de contaminantes	Actual incapacidad de brindar un servicio continuo de agua las 24 horas, actualmente es solo de 1 hora al día en promedio
	Conexiones clandestinas	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Campaña de formalización Educación sanitaria	No conexiones clandestinas Población educada	Detección de conexiones clandestinas
	Fugas en la tubería principal	F, Q, B	5	3	15	Alto	Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Control de caudal	Detección de tuberías obsoletas
	Falta de matrices de distribución	F, Q, B	5	3	15	Alto	Implementación de matrices	Se obtendrá mayor presión del agua	Existe pérdidas de presión
	Almacenamiento en depósitos inadecuados	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Educación sanitaria Almacenamiento adecuado	Población informada Control de contaminación	Detección de almacenamiento inadecuado

ETAPA DEL PROCESO	SUCESO PELIGROSO	PELIGRO	PROB	GRAV	PUNT	RIESGO	MEDIDA DE CONTROL	EFICACIA DE LA MEDIDA DE CONTROL	FUNDAMENTOS
CUENCA	Residuos sólidos	F, Q, B	3	3	9	Medio	Recojo de Residuos	Cuenca sin residuos	Presencia de residuos visibles en la cuenca
	Cambio climático	F	4	4	16	Muy alto	Gestión integrada del recurso hídrico	Promover gestión integrada	Disminución del recurso hídrico

CAPTACION	Animales en las cercanías de las fuentes de captación	F, Q, B	5	4	20	Muy alta	Campaña de Educación sanitaria	Población cambia de actitudes	Se ha detectado presencia de animales, por tanto existe riesgo de contaminación fecal	
	Posible presencia de Cloruros y Arsénico	Q	5	3	15	Alta	Realizar análisis del agua de consumo humano	Resultado de análisis	Referencia de pobladores	
	Residuos de fertilizantes y plaguicidas en la escorrentía de aguas pluviales provenientes de las actividades agrícolas	Q	3	4	12	Alto	Evaluar residuos de fertilizantes y plaguicidas	Resultados de análisis	Se observa actividad agropecuaria	
	Ausencia de desinfección	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Desinfección adecuada del reservorio	Evitar contaminación	No se realiza desinfección	
ALMACENAMIENTO	Desinfección deficiente	Q, B	2	5	10	Alto	Desinfección adecuada del reservorio	Evitar contaminación	No se realiza desinfección	
	TRATAMIENTO	Insuficiente dosificación de cloro	B	5	4	20	Muy alto	Nuevo sistema de cloración	Cloración efectiva	Actual cloración manual
		Ausencia de cloración	B	5	4	20	Muy alto	Inspección de cloración	Cloro residual	Referencias de pobladores
DISTRIBUCION	Excesiva dosificación de cloro	Q	2	2	4	Baja	Verificar nivel de cloro en la red	Cloro residual	Referencias de pobladores	
	Conexiones clandestinas	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Campaña de formalización Educación sanitaria	No conexiones clandestinas Población educada	Acción que se acentúa más por el servicio de agua continúa las 24 horas/ día.	
	Fugas en la tubería principal	F, Q, B	5	3	15	Alto	Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Control de caudal	Detección de tuberías obsoletas	

Tabla 17: Resultados de la determinación de los peligros y evaluación de los riesgos; y resultados de la determinación y validación de las medidas de control del SAP de Desaguadero-Bolivia

Modulo: Elaboración, Ejecución y Mantenimiento de un plan de Mejora o Modernización de ambos Desagüaderos.-

En los módulos anteriores se determinaron los riesgos significativos que existen en el sistema de agua potable, donde se aprecia la inexistencia de medidas de control, por lo que el equipo consultor y el equipo PSA en los talleres y reuniones participativos, ven por conveniente y en armonía con el manual del PSA; diseñar un plan de mejora o modernización. En dicho plan se asignan responsabilidades, financiamiento y la verificación correspondiente.

Tabla 18: Medidas y responsabilidades de un plan de modernización o mejora de la calidad del agua del SAP Desaguadero-Perú.

Medida	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsabilidad	Financiamiento	Fecha límite de ejecución	Estado	Verificación
Adecuada gestión de los residuos sólidos	Es visible la presencia de residuos sólidos en toda la cuenca, que podría causar contaminación ambiental	Implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos	Municipio en coordinación con la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional de Puno	Municipio local	Año 2010	No iniciado	Red de Salud Chucuito
Gestión integrada del recurso hídrico	Detección de la disminución del recurso hídrico	Implementación de un sistema local de gestión integrada del recurso hídrico	Municipio en coordinación con la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional de Puno	Gobierno Regional de Puno	Año 2010	No iniciado	Autoridad Regional del Agua y Ambiente
Implementación de tecnologías alternativas de saneamiento	La inadecuada disposición de excretas puede causar contaminación ambiental y por ende al agua	Elaboración de expediente técnico para la implementación de tecnologías alternativas en la zona	Municipio local	Cooperación Internacional	Enero 2010	No iniciado	Salud
Avisos de tránsito	Existen accidentes de tránsito de vehículos que transportan sustancias peligrosas	Colocación de avisos de tránsito para evitar accidentes de tráfico	Municipio en coordinación con la Dirección Regional de Transportes	Dirección regional de transportes	Junio 2010	No iniciado	Municipio
Equipo de Emergencia	Existen accidentes de tránsito de vehículos que transportan sustancias peligrosas	Conformación de Equipo de emergencias de respuesta ante derrames de productos químicos en la vía internacional	Comité de Defensa Civil local	Defensa civil nivel local	Año 2010	No iniciado	Municipio
Realizar análisis permanentes	Referencia de pobladores	Elaboración de plan de toma de muestras para determinar cloruros y arsénico	EMSA Puno en coordinación con salud ambiental del MINSAs		Junio del 2010	No iniciado	
Evaluar residuos de fertilizantes y plaguicidas	Se aprecia actividad agropecuaria	Elaboración de plan de toma de muestras para verificar el nivel de residuos de plaguicidas y fertilizantes	EMSA Puno en coordinación con salud ambiental del MINSAs y Dirección regional de agricultura	EMSA Puno	Año 2010	No iniciado	Salud y Agricultura
Generador de reserva	No existe generador de emergencia	Plan de Adquisición de generador eléctrico	EMSA Puno	EMSA Puno	Año 2010	En curso	Municipio

Adquisición del terreno	Si la propiedad del terreno fuera de la Empresa, se evitarían dificultades, ya que actualmente es solo alquilado	Adquisición del terreno donde está ubicado el pozo Cumi	EMSA Puno en coordinación con el municipio	EMSA Puno	Año 2010	En curso	Municipio
Construir cerco de seguridad	Referencias de la Empresa de sabotajes	Expediente técnico de construcción de cerco perimétrico de seguridad del tanque de almacenamiento	EMSA Puno y municipio	EMSA Puno y Municipio	Año 2010	No iniciado	Salud
Educación sanitaria	Se observa presencia de defecación humana al aire libre y pastoreo de animales	Plan de educación sanitaria	Salud	Municipio	Año 2010	No iniciado	Municipio
Desinfección adecuada del reservorio	No se realiza desinfección	Elaboración de Plan de Desinfección del reservorio	EMSA Puno	EMSA Puno	Enero 2010	En curso	Salud
Nuevo sistema de cloración	Actual cloración manual	Plan de adquisición de equipo autónomo de cloración	EMSA Puno	EMSA Puno	Año 2010	No iniciado	Salud
Inspección a la cloración	Referencias de pobladores						
Verificar nivel de cloro en la red	Referencias de pobladores						
Servicio continuo de agua las 24 horas al día	Referencias de pobladores	Plan de Incremento del servicio diario de agua a 24 horas diarias	EMSA Puno	EMSA Puno	Año 2010	En curso	Salud
Campaña de formalización	Detección de conexiones clandestinas	Implementar campaña de formalización y educación sobre conexiones clandestinas	EMSA Puno	EMSA Puno	Año 2010	En curso	Municipio
Educación sanitaria	Detección de conexiones clandestinas						
Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Detección de tuberías obsoletas	Implementación de plan de sustitución de tuberías obsoletas	EMSA Puno	EMSA Puno	Año 2011	No iniciado	Municipio
Implementación de matrices	Existe pérdidas de presión	Plan de implementación de matrices de distribución	EMSA Puno	EMSA Puno	Año 2011	No iniciado	Municipio
Educación sanitaria	Detección de almacenamiento inadecuado	Implementar campaña de educación sanitaria respecto al adecuado uso de depósitos para el almacenamiento de agua en los domicilios	EMSA Puno y salud ambiental del MINSAs	EMSA Puno y Salud	Año 2010	En curso	Municipio
Almacenamiento adecuado	Detección de almacenamiento inadecuado						

Tabla 19: Medidas y responsabilidades de un plan de modernización o mejora de la calidad del agua del SAP

Desaguadero-Bolivia							
Medida	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsabilidad	Financiamiento	Fecha límite de ejecución	Estado	Verificación
Recojo de Residuos	Presencia de residuos visibles en la cuenca	Implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos	Municipio local	Municipio local	Año 2010	No iniciado	Salud
Gestión integrada del recurso hídrico	Detección de la disminución del recurso hídrico	Implementación de un sistema local de gestión integrada del recurso hídrico	Municipio en coordinación con el ministerio del agua	Municipio	Año 2010	No iniciado	Ministerio del agua
Campaña de Educación sanitaria	Se ha detectado presencia de animales	Plan de educación sanitaria sobre tenencia responsable de animales domésticos	Comité de Aguas en coordinación con el Municipio y Ministerio de salud	Salud	Año 2010	No iniciado	SEDES
Realizar análisis del agua de consumo humano	Referencia de pobladores	Elaboración de plan de toma de muestras para determinar cloruros y arsénico	Comité de Aguas en coordinación con Salud	Salud	Junio del 2010	No iniciado	SEDES
Evaluar residuos de fertilizantes y plaguicidas	Se observa actividad agropecuaria	Elaboración de plan de toma de muestras para verificar el nivel de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Comité de aguas en coordinación con Salud y Ministerio de Agricultura	Ministerio de Agricultura	Año 2010	No iniciado	Municipio
Desinfección adecuada del reservorio	No se realiza desinfección	Implementación de un plan de desinfección de los tanques de almacenamiento	Comité de aguas y Municipio	Comité de Aguas	Año 2010	No iniciado	Salud
Desinfección adecuada del reservorio	No se realiza desinfección						
Nuevo sistema de cloración	Actual cloración manual						
Inspección	Referencias de pobladores	Plan de adquisición de equipo autónomo de cloración	Comité de aguas y municipio	Comité de Aguas	Año 2011	No iniciado	Salud
Verificar nivel de cloro en la red	Referencias de pobladores						
Campaña de formalización	Detección de conexiones clandestinas	Implementar campaña de formalización y educación sobre conexiones clandestinas	Comité de aguas y municipio	Comité de Aguas	Año 2010	No iniciado	Municipio
Educación sanitaria	Detección de conexiones clandestinas						
Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Detección de tuberías obsoletas	Implementación de plan de sustitución de tuberías obsoletas	Comité de aguas	Comité de Aguas y municipio	Año 2011	No iniciado	Salud

Modulo: Definición del monitoreo de las medidas de control de ambos Desaguaderos.-

Es la actividad que se usa para prevenir o eliminar un peligro, o en todo caso reducirla a un nivel aceptable, para cada peligro identificado y en cada proceso. Los resultados obtenidos en las reuniones y talleres participativos se presentan en cuadros respectivos y para cada sistema de agua potable.

Tabla 20: Resultados de la definición del monitoreo de las medidas de control del SAP Desaguadero-Perú

Etapas	Medida de control	Límite crítico	Qué	Dónde	Cuándo	Cómo	Quién	Medida correctora	
Cuenca	Adecuada Gestión de los residuos sólidos	Presencia	Residuos sólidos	Cuenca	Inmediato	Inspección sanitaria	Ministerio de salud local	Municipio local	
	Gestión integrada del recurso hídrico	Falta de agua	Aprobación del sistema local de gestión del recurso hídrico	Municipio de Desaguadero	Inmediato	Resolución municipal	Regidor de Ecología y medio ambiente	Solicitud al Gobierno regional de Puno	
Captación	Implementación de tecnologías alternativas de saneamiento	Ausencia	Tecnologías alternativas de saneamiento	Viviendas cercanas a la captación de agua	Cada año	Inspecciones sanitarias	Salud ambiental del MINSNA y Municipio	MINSNA comunica al Municipio y EMSA Puno	
	Avisos de tránsito	No exista avisos	Aprobación de plan de colocación de avisos de tránsito	Carretera Internacional	Inmediato	Colocación de avisos	Municipio de Desaguadero	Reunión con el equipo PSA	
	Equipo de Emergencia	Equipo operativo	Derrame de contaminantes	Carretera internacional	Sucedida la emergencia	Activación de la emergencia	Salud ambiental del MINSNA	Solicitud a Defensa Civil	
	Realizar análisis permanentes	Cloruro No mayor a 250 mg Arsénico de 0,1 mg/l	Cloruro y arsénico	En el agua de la captación	Cada año	Toma de muestras	Salud ambiental del MINSNA	Reunión con el Equipo PSA	
	Evaluar residuos de fertilizantes y plaguicidas	Reglamento de calidad el agua del país	Residuos de plaguicidas y fertilizantes	En el agua de la captación	Cada año	Toma de muestras	Salud Ambiental del MINSNA	Notificación a EMSA Puno	
	Generador de reserva	Ausencia	Generador autónomo de energía eléctrica	En la captación	Cada 6 meses	Inspecciones sanitarias	Municipio de Desaguadero	Notifica a EMSA Puno	
	Adquisición del terreno	Terreno alquilado	Comprar el terreno	Comunidad Cumi	Inmediato	Compra directa	EMSA Puno	Solicitud de intervención al Municipio	
	Almacenamiento	Construir cerco de seguridad	Ausencia	Cerco perimétrico de seguridad	Alrededor del tanque de almacenamiento	Inmediato	Inspección	Municipio de Desaguadero	Notificar a EMSA Puno
		Educación sanitaria	Presencia	Fecalismo al aire libre y pastoreo de animales	Alrededor del reservorio	Inmediato	Inspección sanitaria	Ministerio de salud local	Notificar al Municipio
Adecuada Gestión de los residuos sólidos		Presencia	Residuos sólidos	Cuenca	Inmediato	Inspección sanitaria	Ministerio de salud local	Municipio local	
Desinfección adecuada del reservorio		Ausencia	Desinfección del tanque	Reservorio	Cada 3 meses	Desinfección con cloro	EMSA Puno	Solicitud a Gerencia General	

Tratamiento	Nuevo sistema de cloración	Equipo nuevo	Equipo autónomo de cloración	En el tratamiento del agua	Mensual	Inspección Sanitaria	Salud Ambiental del MINSa	Notificar a EMSA Puno
	Inspección a la cloración	Menor a 0.5 mg/l	Cloro residual	En cualquier punto de inspección	Diario	Inspección sanitaria con comparador de cloro residual	Salud Ambiental del MINSa	Notificar a EMSA Puno
	Verificar nivel de cloro en la red	Presencia de fuerte olor	Cloro excesivo	Viviendas	Denuncia	Inspección sanitaria	Salud Ambiental del MINSa	Notificar a EMSA Puno
Distribución	Servicio continuo de agua potable las 24 horas al día	Servicio menor a 24 horas diarias	Servicio de agua potable	Viviendas	Mensual	Inspección	Municipio	Notificar a EMSA Puno
	Campaña de formalización	Inicio de campaña	Formalización de conexiones clandestinas	Viviendas de usuarios	Mensual	Inspección	EMSA Puno	Comunica al Municipio
	Educación sanitaria	Campaña en marcha	Aprobación de campaña	Municipio de Desaguadero	Cada año	Verificación	Salud Ambiental del MINSa	Comunica a EMSA Puno y Municipio
	Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Tuberías obsoletas	Sustitución de tuberías obsoletas por nuevas	Red de distribución	Cada año	Inspección	Municipio	Solicitud a Gerencia General de EMSA Puno
	Implementación de matrices de distribución	Perdida de presión	Medición de la presión	Red de distribución	Cada año	Inspección	EMSA Puno	Solicitar intervención de Gerencia general
Almacenamiento intradomiciliario	Educación sanitaria	Inadecuado almacenamiento	Agua	Domicilios	Mensual	Inspección	Salud ambiental del MINSa	Notifica al municipio y EMSA Puno
	Almacenamiento adecuado	Inadecuado almacenamiento	Agua	Domicilios	Mensual	Inspección	Salud ambiental del MINSa	Notifica al municipio y EMSA Puno

Tabla 21: Resultados de la determinación de las medidas de control del SAP Desaguadero-Bolivia

Etapa	Medida de control	Limite crítico	Qué	Dónde	Cuándo	Cómo	Quién	Medida correctora
Cuenca	Recojo de residuos sólidos	Presencia	Residuos sólidos	Cuenca	Inmediato	Inspección sanitaria	Salud	Municipio local
	Gestión integrada del recurso hídrico	Falta de agua	Aprobación del sistema local de gestión del recurso hídrico	Municipio de Desaguadero	Inmediato	Resolución municipal	Regidor de Ecología y medio ambiente	Solicitud al Ministerio del Agua

Captación	Campaña de Educación sanitaria	Presencia	Pastoreo de animales	Cercanías de las fuentes de captación	Inmediato	Inspecciones sanitarias	Salud	Municipio local
	Realizar análisis permanentes	Cloruro No mayor a 250 mg/l Arsénico de 0,01 mg/l	Cloruro y arsénico	En el agua de la captación	Cada año	Toma de muestras	Salud	Reunión con el Equipo PSA
	Evaluar residuos de fertilizantes y plaguicidas	Reglamento de calidad el agua del país	Residuos de plaguicidas y fertilizantes	En el agua de la captación	Cada año	Toma de muestras	Salud	Reunión con el Equipo PSA
Almacenamiento	Desinfección adecuada del reservorio	Ausencia	Desinfección del tanque	Reservorio	Cada 3 meses	Desinfección con cloro	Comité de Agua	Solicitud al SEDES
	Desinfección adecuada del reservorio	Ausencia	Desinfección del tanque	Reservorio	Cada 3 meses	Desinfección con cloro	Comité de Agua	Solicitud al SEDES
Tratamiento	Nuevo sistema de cloración	Equipo nuevo	Equipo autónomo de cloración	En el tratamiento del agua	Mensual	Inspección Sanitaria	Salud	Notificar al Comité de Agua
	Inspección de cloración	Menor a 0.5 mg/l	Cloro residual	En cualquier punto de inspección	Diario	Inspección sanitaria con comparador de cloro residual	Salud	Notificar al Comité de Agua
	Verificar nivel de cloro en la red	Presencia de fuerte olor	Cloro excesivo	Viviendas	Denuncia	Inspección sanitaria	Salud	Notificar al Comité de Agua
Distribución	Campaña de formalización	Inicio de campaña	Formalización de conexiones clandestinas	Viviendas de usuarios	Mensual	Inspección	Comité de Agua	Comunica al Municipio
	Educación sanitaria	Campaña en marcha	Aprobación de campaña	Municipio de Desaguadero	Cada año	Verificación	Salud	Comunica al Municipio
	Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Tuberías nuevas	Sustitución de tuberías obsoletas por nuevas	Red de distribución	Cada año	Inspección	Comité de Agua	Solicitud a Municipio

IV.- IMPLEMENTACION DEL PSA BINACIONAL

**BERMEJO
BOLIVIA**

**AGUAS BLANCAS
ARGENTINA**



**FUNDACION SUMAJ HUASI
2009 – 2010**

Binacional: Bermejo-Bolivia y Aguas Blancas-Argentina.-

Modulo: Conformación del equipo.- Similar al caso anterior, dicha conformación se ha realizado en talleres de trabajo:

Tabla 22: Equipo de trabajo del PSA.

Nombre	Entidad	Cargo	Rol en el Equipo PSA	Información de contacto	
				Teléfono	Email
B O L I V I A					
Oscar Guerrero Lara	EMAAB	Director	Líder local	6963163	oscarguerrerolara@gmail.com
E. Jimena Monroy Salinas	Comité Civico Bermejo	Presidenta	Informada	6961671 73483434	Marianazareth2001@hotmail.com
Hector Salinas	EMAAB	Responsable de Control de calidad	Líder local	73685968	salinas_hector@yahoo.es
Rufino Perez	EMAAB	Jefe del Departamento Técnico	Líder local		ruperez57@hotmail.com
Victor H. Lizarraga Liu	EMAAB	Administrador financiero	Informado	73451286	
Reyna M. Cancota T.	Radio Bermejo	Periodista	Informado	72906101	
Never Jurado	EMAAB	Gerente	Líder local	76183699	
Apolinar Alfaro A.	Municipio de Bermejo	Alcalde	Informado	72998939	
Pablo Narvaez M.	Municipio Bermejo	Oficial mayor tecnico	Informado	72949334	Blopa36@yahoo.es
German Mamani	FEJUVE	Presidente	Informado	74518278	
Mirian de Machicado	Comité femenino	Presidenta	Informado	72972880	
Jose Castillo Costas	Policia Boliviana	Teniente Coronel DEAP	Informado	71897482	
Primitiva Duran	Comité Femenino	Secretaria general	Informado	77179484	
Magin Castellon V	EMAAB	Encargado de planta	Informado	6961600, 6961205 71197855	magincas@hotmail.es
Jorge Cardozo	Red de Salud Bermejo	Gerente	Informado		
Carmen Delgado	Hospital Virgen Chahuaya	Directora	Informado		
A R G E N T I N A					
Candelario Oscar Alfredo Ramirez	COSySA	Jefe distrito ORAN	Líder local	03878421369	candelarioramirez@cosaysa.com.ar
Nevani Norberto	COSySA	Gerente General	Líder local	0387323200	
Fabicio Bernal	COSySA	Responsable operativo	Informado		
Juan Barros	COSySA		Informado		
Guillermo Tolosa	COSySA	Operador Técnico Aguas Blancas	Informado		
Nicolas Axhaure	COSySA	Operador Técnico Aguas Blancas	Informado		
Carlos A. Otero	Centro de Salud Aguas Blancas	Director	Informado		
Pedro Cortada	Departamento de Epidemiología. Red de Salud Oran	Epidemiologo	Informado		

Tabla 23: Relación de participantes en el taller de validación del PSA Binacional: Bermejo–Bolivia y Aguas Blancas – Argentina.

Nombre y Apellidos	Institución	Cargo	Telefono/Email
BERMEJO – BOLIVIA			
Germán Mamani	FEJUVE	Presidente	74518278
Rufino Pérez	EMAAB	Jefe del Departamento Técnico	Ruperez_57@hotmail.com
Gimena Monroy	Comité Cívico Bermejo	Presidente	72908879 Marianayaneth2001@hotmail.com
Alfredo Romero R.	Red de Salud Bermejo	Responsable de Salud Ambiental	72946480
Dionicio Sardina E.	Comité Cívico Bermejo	Vice Presidente	6961502
Freddy Farfan	Comité de Impulsor del Agua	Delegado	76194123
Mario Ortiz	Barrio Las Palmeras	Vice Presidente	77876138
Santiago Chávez H.	Barrio Las Palmeras	Presidente	72908532
Ramiro Gutiérrez	Gobernación de Bermejo	Secretario General	76195790
Rubén Torrejón T.	Gobernación seccional Bermejo	Técnico Programa suelos	72907614
José Magín Castellón	EMAAB	Encargado de la potabilización del agua	71197855 magincas@yahoo.es
Alfredo Heredia	Gobernación Sec. Bermejo	Protocolo	mortecialol@hotmail.com
Primitiva Duran	Comité Cívico Femenino	Presidenta	74504895
Raúl Velásquez	Comité Cívico Bermejo	Director	6961671
Ana Andrade	Comité Cívico Bermejo	Secretaria	61671
Pablo Colque	Sub.Gobernación	Técnico	6961039
Germán Torres	Comité Agua	Director	
Pascualina Achata	Comité Cívico Bermejo	Secretaria general	
AGUAS BLANCAS – ARGENTINA			
Alfredo Ramírez	Aguas del Norte	Jefe de Distrito	99430293 candelario_ramirez@cosaysa.com.ar
Fabrizio Bernal	Aguas del Norte	Responsable de Operaciones	Fabrizio_bernal@aguasdelnorte.com.ar
Vilte Enrique Sebastián	Delegación Municipal Aguas Blancas	Secretario Administrativo	sebastianet45@hotmail.com
Galarza Fredi	Delegación Municipal Aguas Blancas	Delegado Municipal	03878-15565870
Beltrán Nélide Rosa	Secretaría de Gobierno Nueva Oran	Secretaria administrativa en representación de Sec. de Gobierno	03878-15544278
Pelivardo Carrazán, Bernardo de Paul	Coordinación Control Vectores	Jefe Sector	03878-421324
Sara Romero de Ruiz Rivero	Municipalidad de Oran Programa Municipios Saludables	Intendencia Referente Programa	03878-15550241 sarariveroderuiz@oran.gov.ar

Modulo: Descripción de los Sistemas de Agua Potable.-

Características de la cuenca hidrográfica.- La subcuenca del Bermejo, se encuentra en el departamento de Tarija con una superficie de 11.970 km². Sus principales ríos son el Bermejo y sus afluentes los ríos Grande y Tarija.

El río Bermejo nace en territorio boliviano para luego ingresar en territorio argentino y sirve de frontera natural entre los dos países. Nace como río Orosas, en la población de La Mamora, discurre unos 70 km por territorio boliviano hasta encontrarse con su afluente el río Condado, para formar frontera con Argentina en unos 137 km hasta la localidad de Juntas de San Antonio donde se encuentra con el río Grande Tarija, en total el río Bermejo discurre 207 kilómetros por Bolivia. Recibe como afluentes al río Grande de Tarija, río Salado y al río Emborozú.

El río Grande de Tarija toma tal denominación luego de recibir a los ríos Itaú y Tarija. También nace en Bolivia pero desemboca en el río Bermejo en las Juntas de San Antonio, con el cual delimita frontera, en forma de uve, con Argentina, para adentrarse luego en dirección sur como río Teuco. Recibe como afluentes al río San Telmo y al río Nueve. Esta subcuenca es compartida con la población de Aguas Blancas de Argentina. Respecto al uso de agua, tanto en Bermejo Bolivia como Aguas Blancas Argentina, el principal uso del agua es para consumo humano por el uso agropecuario.

Figura 27. Vista panorámica de la subcuenca Bermejo



Descripción del Sistema de Agua Potable de Bermejo Bolivia.-

Bermejo está en la segunda sección de la provincia Arce del departamento de Tarija, ubicada en el extremo Sur, entre las coordenadas geográficas 22° 35' 24" y 22° 52' 09" de Latitud Sur y 64° 26' 30" y 64° 14' 16" de Longitud Oeste, limita al Norte con la serranía de San Telmo

(río Tarija) y Colonia Ismael Montes, al Sur con el río Bermejo y la República Argentina; al Este con el río Grande de Tarija y la República Argentina, al Oeste con la comunidad de San Telmo (río Bermejo) y la República Argentina, a 208 Km. de la ciudad de Tarija.

La altura media es de 415 msnm, las temperaturas muy altas llegan a los 45° y la mínima registrada es de 10°. Tiene una precipitación anual de 1.323,1 mm. Es una zona rica en hidrocarburos (petróleo y gas natural) y su producción de azúcar. El árbol del lapacho en sus colores rosado, amarillo y blanco, constituyen la identidad vegetal de la región.

Por su ubicación geográfica, Bermejo se cataloga como ciudad de frontera, caracterizada por un dinámico crecimiento, pero también por una fuerte inestabilidad del mismo. Cuenta con un alto porcentaje de población flotante. La densidad demográfica calculada por el I.N.E. es de 87,45 hab./km El 43,2% de su población es clasificada como pobre, el 31% se encuentra en el rango de pobreza moderada, el 6% en la indigencia.

Figura 28: Municipalidad de Bermejo – Bolivia y Puente internacional



Indicadores del Servicio de Agua Potable.- En la actualidad la cobertura de agua potable es de 97,47%, conforme a la información recibida de la Empresa Municipal de Agua y Alcantarillado de Bermejo (EMAAB).

Tabla 23: Indicadores cuantitativos de servicio del SAP de Bermejo-Bolivia.

Tipo de conexiones	Conexiones	Población
Conexiones totales de agua potable	5 629	29 273
<ul style="list-style-type: none"> - Para la población atendida se toma el factor de 5,2 habitantes por vivienda - Población de Bermejo, Bolivia (EMAAB, 2010): 30 033 		
Porcentaje de la población con conexiones de agua potable	Conexiones totales de agua potable / Población = 29 273/30 033=97,47 %	

Fuente: Elaboración Equipo Consultor

Información de la calidad del agua.-

El equipo consultor para el PSA de Bermejo, tomo muestras del agua que consume actualmente la población, los cuales fueron procesados en el Centro de análisis, investigación y desarrollo (CEANID) de Tarija, cuyos resultados se presenta a continuación.

Tabla 24: Resultados de muestras de Agua del SAP Bermejo, Bolivia

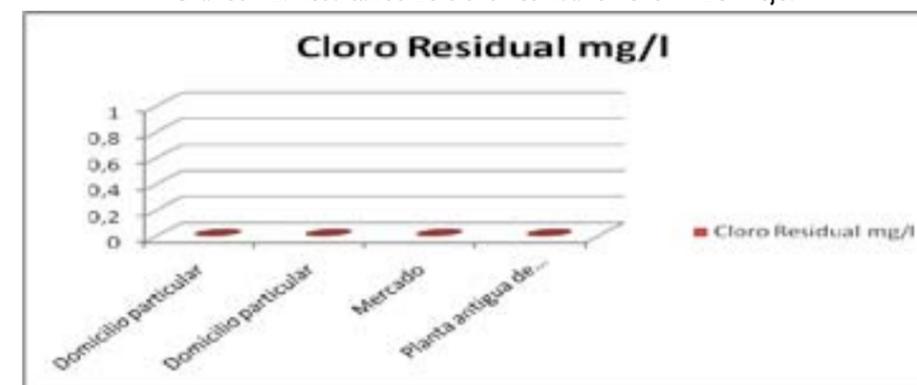
Parametros	Quebrada Nueve	Grifo Mercado San Antonio	Planta de tratamiento	Planta Antigua	Bombeo Río Bermejo	Valores Máximos aceptables NB512
Alcalinidad total. mgCaCO ₃ /l	219,27	134,55	124,58	54,82	67,28	370
Calcio disuelto. mg/l		48,25	47,92	23,24		200
Cloruros. mg/l		21,63	16,28	11,91		250
Color: UCV			< 1	24		15
Dureza total. mgCaCO ₃ /l	262,24	161,1	161,1	89,5	85,03	500
Hierro total. mg/l		0,839			4,919	0,3
Nitratos. mg/l	1,55		1,24	1,11	0,66	45
Nitritos. mg/l	< 0,01		< 0,01	< 0,01	0,13	0,1
Sulfatos. mg/l		48,9	50,52	39,26		400
Coliformes totales. ufc/100 ml	2,4	0	2,3	4,3	4,6	0
Escherichia coli. ufc/100 ml	9,3		9	1,4	9,3	0

Fuente: CEANID, Tarija, 2010.

De estos resultados podemos señalar que, en todos los puntos muestreados se encuentra la presencia de coliformes totales con excepción del Mercado San Antonio (muestra tomada de la red de distribución directa, en momentos que la red distribuía agua), lo que nos demuestra, que el tratamiento del agua al que se somete es eficiente, ya que es capaz de remover los coliformes. Respecto al resto de parámetros se encuentran dentro de los valores máximos aceptables contemplados en la norma boliviana 512, con excepción del hierro total que se encuentra elevado en el mercado y en lugar de bombeo del río Bermejo.

La vigilancia de la calidad del agua, esta a cargo del ministerio de salud, lo que en la actualidad no se realiza, sin embargo el equipo de consultores, realizo la medición de cloro residual (en horas fuera de hora de distribución habitual), cuyos resultados se muestran a continuación. Donde se aprecia que en ningún lugar muestreado, se encuentra cloro residual, lo que debe llamar la atención a la empresa prestadora del servicio de agua potable.

Grafico 12: Resultados de cloro residual en el SAP Bermejo.



FUENTE: Equipo Consultor.

Figura 29: Medición de cloro residual en el SAP de Bermejo.



Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.-

A continuación se muestra un gráfico que representa las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) presentadas durante el año 2009 (obtenidas de la red de salud Bermejo), donde se aprecia una intermitencia de casos con una subida súbita de casos en el mes de noviembre para luego disminuir. Es importante señalar que las EDAs son enfermedades asociadas a la calidad del agua, cuya presencia en Bermejo es permanente durante todo el año, razón por la que se debe tener un especial cuidado con el agua de consumo humano.

Grafico 13: Casos de EDAs, año 2009, Bermejo Bolivia.

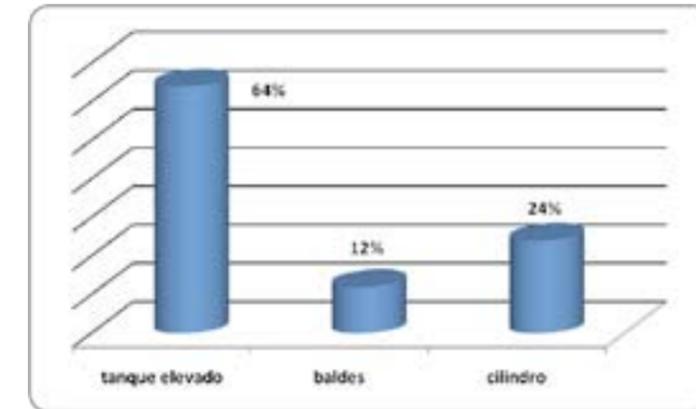


FUENTE: Red de salud Bermejo.

Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.-

Para ello se ha realizado encuestas a jefes de familia de la localidad de Bermejo, sobre distintos tópicos respecto al comportamiento en salud, cuyos principales resultados se muestra a continuación:

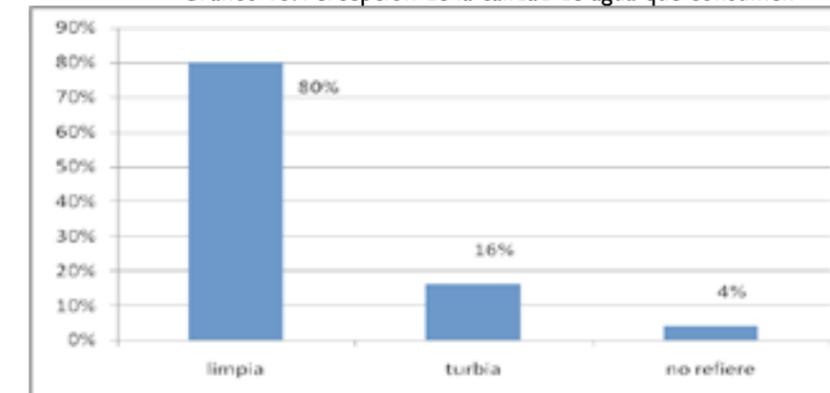
Grafico 14: Lugar de almacenamiento intradomiciliario de agua



FUENTE: Equipo Consultor.

La gran mayoría de la población almacena agua en tanques elevados, seguido de cilindros.

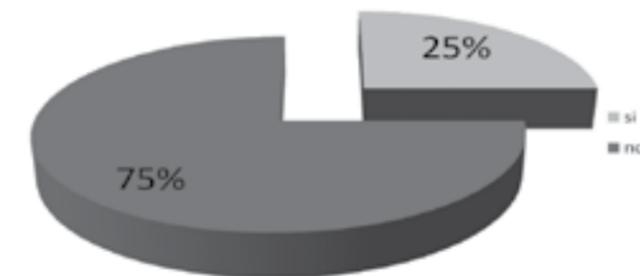
Grafico 15: Percepción de la calidad de agua que consumen



FUENTE: Equipo Consultor.

La gran mayoría de los encuestados opinan que el agua que consumen es limpia.

Grafico 16: Niños que enfermaron con diarrea



FUENTE: Equipo Consultor.

De las familias encuestadas y que tienen niños, el 25 % de los niños enfermaron con diarrea.

Descripción detallada del sistema de agua potable.-

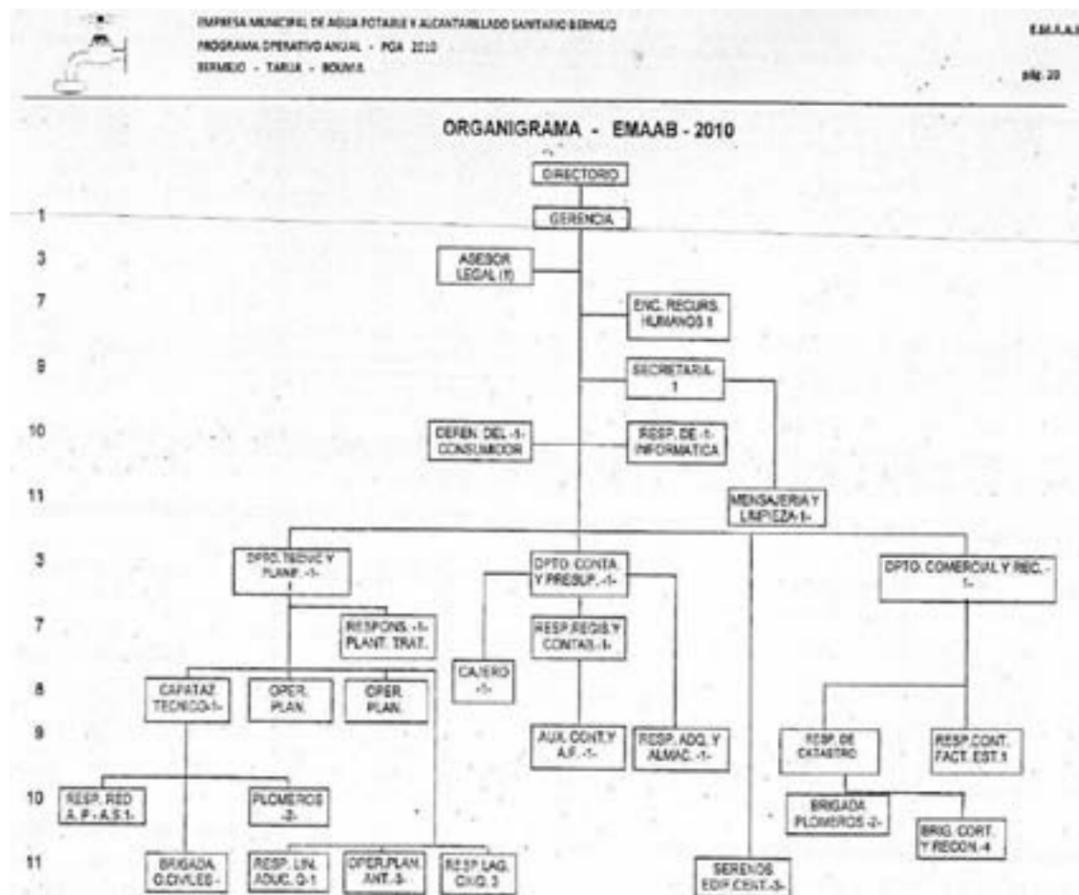
El sistema de agua potable de la Ciudad de Bermejo está a cargo de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de Bermejo (EMAAB). Es una Empresa Pública Municipal, creada bajo la Ley 2066, sobre prestación de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. Es una empresa desconcentrada del Gobierno Municipal de Bermejo.

EMAAB según su estatuto de constitución está conformado por un Directorio con la siguiente descripción:

- Presidente Honorable Alcalde Municipal de Bermejo
- Vicepresidente Oficial Mayor de Desarrollo Territorial y Medio Ambiente
- Director Corregimiento Mayor de Bermejo
- Director Comité Cívico
- Director Federación de Juntas Vecinales

Orgánicamente, está conformada por un Gerente General, tres áreas operativas, un asesor legal y varias dependencias que dependen directamente del Gerente General (Recursos Humanos, Informática, Defensa del Consumidor, Serenos), como se presenta a continuación:

Figura 30: Organigrama de EMAAB, Bermejo.



EMAAB fue establecida el 13 de noviembre de 1998 mediante Ordenanza Municipal N° 019/98 (completada luego por la O.M. N° 06/99), cuando en Asamblea General de la población de Bermejo, se definió la desaparición de la entonces Cooperativa de Agua Potable y Alcantarillado de Bermejo para dar paso a una entidad que dependa del gobierno municipal y viabilizar el financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Regional, para la construcción de su planta de potabilización, la planta de tratamiento de aguas residuales y ampliación de sus redes de agua potable y alcantarillado sanitario.

Figura 31: Local institucional de EMAAB, Bermejo Bolivia.



El sistema de agua potable de Bermejo depende de dos fuentes principales: El Río Bermejo y la Quebrada del Nueve, lo cual se puede apreciar a continuación:

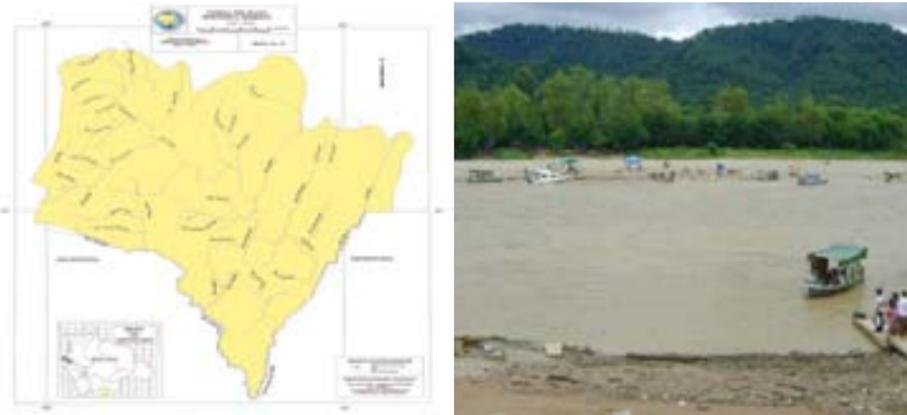
Figura 32: Localización de las fuentes de agua del SAP de Bermejo.



Río Bermejo

El río Bermejo nace en el cordón montañoso conocido como Sierras de Santa Victoria en el Departamento de Tarija a 1855 m.s.n.m. siguiendo una dirección sureste. Es afluente del Río Paraguay, por tanto, es parte de la Cuenca del Río de la Plata. Cuando el río llega a la Ciudad de Bermejo tiene una cuenca aportante de 16.048 km² (Servicio Nacional de Hidrografía Naval, mapa 15 Bolivia) y 440 m.s.n.m (véase la Imagen 2.2). Su caudal fluctúa entre los 50 m³/s y los 450 m³/s. Su turbidez varía considerablemente, siendo que en período de lluvias se puede registrar valores superiores a los 15.000 mg/l.

Figura 33: Cuenca aportante y río Bermejo.



La cuenca aportante se caracteriza por serranías de pendientes empinadas y de recorrido corto. Existe una densa vegetación caracterizada por lapachos, cedros, quinas y especies vegetales menores. En el período de lluvias la concentración del agua se produce en poco tiempo y con importante escorrentía de sólidos. Existe actividad agrícola en sus laderas aunque no de forma extensiva, también se conocen de actividades mineras extractivas que en alguna oportunidad han contaminado el río.

Quebrada del “Nueve”

Es en realidad un arroyo permanente con aguas cristalinas. Tiene una cuenca aportante de aproximadamente 481 Km², su caudal fluctúa considerablemente entre los 40 l/s y picos que superan 30 veces este valor.

Su cuenca se caracteriza por laderas empinadas (> a 45%) revestidas de una densa población vegetal de árboles y matas endémicas del lugar, como: lapacho, cedro, nogal, quina, civil y cítricos (limas, naranjas agrias, pomelos). Los suelos son principalmente de carácter aluvial, con alta presencia de arcillas y material de cobertura orgánico y existen rocas plutónicas de gran tamaño, como también clastos de dimensiones importantes. En las crecidas, la quebrada suele transportar piedras de gran tamaño. En general la cantidad de sedimentos transportados es baja.

Figura 34: Quebrada del “Nueve”



Captación.- Obras de Toma sobre el río Bermejo

Existen dos obras de captación localizadas sobre el margen izquierdo del río separadas 45 metros una de la otra. Están localizadas a una altura de 420 m.s.n.m con coordenadas UTM 2036428 E y 7486332 S.

La Obra de Toma Antigua, es una captación de succión directa con dos bombas eléctricas de eje horizontal. Este sistema comprende el bombeo directo del agua del río a la Planta de Tratamiento Antigua.

Solamente una de las bombas está en operación, mientras que la segunda se la habilita solamente en caso de emergencia.

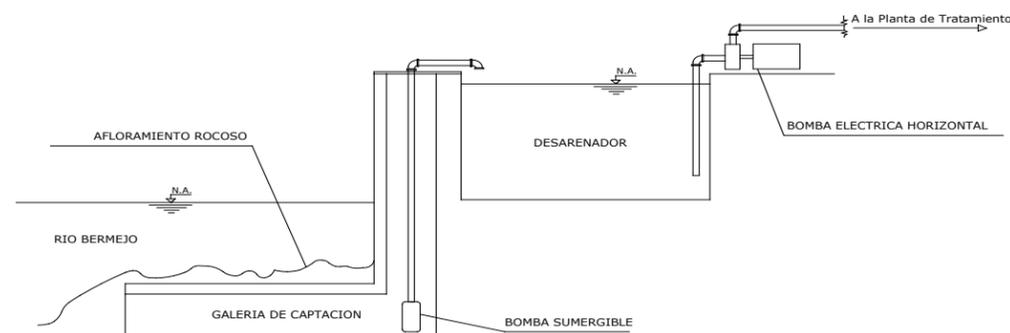
El estado general de la obra de toma es regular. Las tuberías “boca de toma” no se encuentran protegidas ni fijadas a ninguna estructura de soporte, por tanto, cuando existen riadas tienden a malograrse y debe realizarse el mantenimiento continuo. Se hallan soportadas por palos y cuerdas.

Figura 35: Fotografías de la toma sobre el río Bermejo.



La Obra de Toma “Nueva” es por bombeo en dos etapas como se ilustra en la siguiente figura.

Figura 36: Esquema de la Obra de la Toma Nueva desde el río Bermejo.



La primera etapa es la captación del agua a través de una galería transversal al curso del río, desde la cual se eleva el agua a un desarenador antes de su rebombeo. La segunda etapa de bombeo, impulsa el agua desarenada, hasta la Planta de Tratamiento Nueva, localizada en las cotas superiores de la población.

Figura 37: Fotografías de la captación y el bombeo del SAP Bermejo.



El consumo de energía eléctrica de estas bombas es el mayor gasto económico de EMAAB, con valores mensuales que sobrepasan los 60.000 bolivianos (versión oficial verbal del Gerente de EMAAB).

Obra de toma Quebrada del Nueve

Se trata de una presa derivadora implementada sobre una gran roca, localizada a 501 m.s.n.m y con coordenadas 20361711 E y 7492134 S.

Figura 38: Fotografías de la presa derivadora del SAP Bermejo.



La derivación se realiza con una obra de toma de vertedero lateral construida con H²C° y provista de una tubería perforada para evitar el ingreso de material flotante. La obra de toma se está cambiando (abril/2010) por un sistema similar y de igual capacidad, la cual se espera pueda mejorar la eficiencia de captación. Se capta un valor medio de 45 l/s durante todo el año, la calidad del agua es buena en general y su turbidez no aumenta de forma significativa.

Aduccion.-

Aducción desde el Río Bermejo

Desde el río Bermejo existen dos tuberías de aducción. La tubería de aducción de la obra de toma nueva es de fierro fundido de 10" llevando un caudal medio de 53 l/s hasta la planta de tratamiento nueva. Mientras que, la aductora desde la obra de toma antigua es de fierro fundido de 6" llevando un caudal de alrededor 20 l/s en promedio hasta la planta de tratamiento antigua. En la figura 17 se ilustran la localización de ambas aductoras.

Figura 39: Aducciones desde las obras de toma del Río Bermejo



Aducción desde la Quebrada del Nueve

La aducción desde la Quebrada Nueve hasta la Planta de Tratamiento Nueva se realiza con una tubería de PVC de 10" de diámetro, la cual fue construida en 1988 transportando un caudal de 45 l/s. En la actualidad (abril/2010) se está reemplazando los pasos de quebrada por puentes colgantes nuevos y, mejorando o protegiendo algunos puntos críticos de su recorrido.

Figura 40: Aducción desde la quebrada del Nueve.



Tratamiento.- Planta de Tratamiento Antigua

La Planta de Tratamiento Antigua está localizada a 448 m.s.n.m con coordenadas 20360995 E y 7486267 S. Fue construida en el año 1992. Tiene una capacidad de operación de 32 l/s. No se encuentra en buen estado de operación, pues la infraestructura está deteriorada.

El sistema de tratamiento consiste en:

Coagulación: aplicación de sulfato de aluminio para la coagulación, adicionándosele polielectrolito catiónico para mejorar el rendimiento. No dispone de mecanismo de mezcla.

Figura 41: Coagulación en la planta de tratamiento antiguo del SAP Bermejo.



Floculación - sedimentación

Se realiza en un sedimentador cilíndrico de doble compartimiento. En el primer compartimiento se produce la floculación, mientras que en la segunda cámara se produce la sedimentación.

Figura 42: Floculación en la planta de tratamiento antiguo del SAP Bermejo.



Filtración:

En la planta existe un filtro vertical grueso en mal estado. El cual tiene un puente de riego quebrado y el material filtrante no se ha sustituido desde hace más de 7 años. En la actualidad la infraestructura solamente permite el paso del agua sin tratarla.

Figura 43: Filtración en la planta de tratamiento antiguo del SAP Bermejo.

**Desinfección:**

No existe desinfección en los predios de la planta de tratamiento, el agua sale al tanque de almacenamiento de 600 m³.

Planta de Tratamiento Nueva

La planta ingresó en operación el año 2001. Está localizada a 465 m.s.n.m. con coordenadas 20361828 E y 7486883 S. La planta de tratamiento se ha diseñado para tratar un total de 160 l/s de las aguas provenientes de la Obra de Toma I y de la Quebrada del "Nueve". En la actualidad trata un total de 120 l/s de los cuales 40 a 45 provienen del Nueve y el restante es bombeado del río Bermejo.

Figura 44: Planta de tratamiento nueva del SAP Bermejo.

**El sistema de tratamiento consiste en las siguientes etapas:**

Corrección del pH: corrección con lechada de cal que se realiza cuando el pH del agua es ácida y debe ser neutralizada.

Figura 45: Corrección del pH planta de tratamiento nueva del SAP Bermejo.



Coagulación: Aplicación de sulfato de aluminio para la coagulación básica y olielectrolito catiónico para mejorar el rendimiento, la mezcla se realiza directamente en el canal de conducción de la planta.

Floculación: la floculación se realiza con el método de chicanas horizontales con pantallas deflectoras de madera. Existen dos floculadores.

Figura 46: Floculación en la planta de tratamiento nueva del SAP Bermejo.



Sedimentación: Se realiza mediante cuatro sedimentadores de placas o lamelas. Se evidencia formación de algas debiéndose realizar el mantenimiento con mayor frecuencia.

Figura 47: Sedimentación en la planta de tratamiento nueva en el SAP Bermejo



Filtración: Consta de 6 filtros de arena fina, con carbón activado. No se realizó el cambio del carbón desde su inauguración, aspecto que se espera realizar en la gestión 2010.

Figura 48: Sedimentación en la planta de tratamiento nueva en el SAP Bermejo



Desinfección:

La desinfección se realiza con solución de hipoclorito de sodio, el cual es introducido a la salida de la planta de tratamiento para que se produzca el contacto en el tanque de almacenamiento que se encuentra en los predios de la misma planta.

Almacenamiento.-

Para el almacenamiento del agua de Bermejo se emplean 4 tanques de almacenamiento semienterrados los cuales se muestran localizados en la figura siguiente:

Figura 49: Aducciones desde las obras de toma del Río Bermejo



Las características generales de los tanques son:

Tabla 25: Características de los tanques de almacenamiento del SAP Bermejo.

Localización	Capacidad	Coordenadas	Características
Planta de Tratamiento Nueva	600 m ³	461 msnm 20361799 E 7486883 S	H ^o C ^o con tapa de H ^o A ^o . en buen estado.
	280 m ³	460 msnm 20361804 E 7486867 S	H ^o C ^o con tapa de H ^o A ^o . en buen estado.
Predios de EMAAB exclusivos para los tanques de almacenamiento	1000m ³	442 msnm 20361168 E 7486167 S	H ^o C ^o con tapa de H ^o A ^o . en regular estado.
	300 m ³	442 msnm 20361178 E 7486137 S	H ^o C ^o con tapa de H ^o A ^o . en regular estado.

FUENTE: Equipo Consultor

Red de Distribución.-

Según el sistema de reportes de EMAAB a la ex Superintendencia de Saneamiento Básico, existen 46.122 mts de tubería que datan del año 1978 y ampliaciones posteriores, según el detalle presentado en la siguiente tabla:

Tabla 26: Tuberías del SAP Bermejo

Descripción	Diámetro (pulg.)	Longitud (m)
Tubería de PVC	2	37.348
Tubería de PVC	4	345
Tubería de AC	4	1.485
Tubería de FG	6	6.289
Tubería de FG	6	655
Total (m)		46.122

FUENTE: Equipo Consultor.

Conexiones y tarifas.-

Las conexiones domiciliarias se realizan con tuberías de PVC de Ø ½” y algunas instituciones con Ø ¾”. En total se reconocen 15 categorías de usuarios. La mayoría de las conexiones domiciliarias cuentan con medidor, sin embargo, desde el año 2006 las Instituciones Cívicas se oponen a la lectura de los mismos pues, aducen que no tienen agua de forma continua y se les cobra por el aire que circula por las tuberías. EMAAB tiene en total 5.001 usuarios activos de agua potable (Datos del Programa Operativo Anual 2010, EMAAB) distribuidos por categorías como se presenta en el cuadro siguiente y está detallado en la tabla siguiente:

Tabla 27: Tarifas aprobadas por la superintendencia de saneamiento básico para el SAP de Bermejo, por resolución administrativa regulatoria 005/2007.

Categoría	Tarifa a Pagar /mes (Bs)
Domestica I	18.89
Domestica I Desc. Ley	
Domestica II	25.06
Domestica III	34.50
Vecindad II	31.16
Vecindad III	46.90
Vecindad IV	62.32
Vecindad V	77.92
Comercial A	65.20
Comercial I	92.51
Comercial II	154.95
Comercial III	224.92
Institucional	139.40
Industrial	314.59
Transporte	66.62
Otros	81.72

Fuente: EMAAB.

Como el consumo no se encuentra medido, se pagan tarifas fijas mensuales por categoría como se detalla en la tabla anterior.

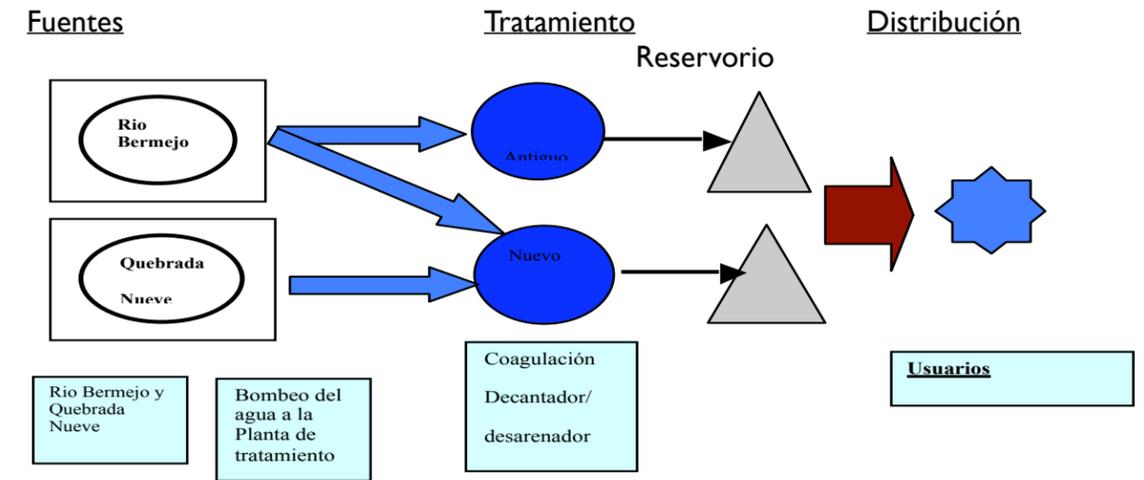
Almacenamiento intradomiciliario en Bermejo Bolivia.-

Como el servicio no es continuo, entonces la población se provee de sistemas de almacenamiento intradomiciliario de agua, obviamente esto se realiza inadecuadamente.

Figura 50: Almacenamiento intradomiciliario en Bermejo Bolivia.



Flujograma del Sistema de Agua Potable de Bermejo - Bolivia.-



Descripción del Sistema de Agua potable de Aguas Blancas-Argentina.-

Aguas Blancas es una ciudad ubicada en la provincia de Salta del departamento Orán, está al noreste de la provincia de Salta, Argentina; se ubica en las márgenes del río Bermejo, que hace de límite natural entre Argentina y Bolivia. Fundada el 23 de Abril de 1912. Localizada en las coordenadas de latitud sur 22° 43' 60" y 64° 22' 00" de latitud oeste, a una altura de 562 msnm. Posee un conglomerado de fincas de cultivos hortícolas de primicia, y fruticultura de alto valor la cual exporta: naranjo, pomelo, limón, mango, papaya, banano, pimienta verde, tomate, sandía, zapallo, melón, frutilla, batata, mandioca, café. Hace aprovechamiento dasonómico de maderas nobles: cedro, tipa, palo lanza, palo amarillo. A 34 km por camino de tierra (ruta provincial 19) se llega al límite sur del Parque Nacional Baritú. Del lado boliviano se encuentra la localidad de Bermejo en el departamento de Tarija.

Figura 51: Delegacion municipal de Aguas Blancas Argentina y paso internacional entre Bermejo y Aguas Blancas, llamada la "Chalana"



Indicadores del Servicio de Agua Potable.-

Actualmente tiene una cobertura del 90%, el resto de la población tienen sistemas privados de abastecimiento de agua basado en pozos tubulares y otros.

Tabla 28: Indicadores cuantitativos del SAP de Aguas Blancas, Argentina.

Tipo de conexiones	Conexiones	Población
Conexiones totales de agua potable	321	2 250
<ul style="list-style-type: none"> - Para la población atendida se toma el factor de 7 habitantes por vivienda aprox. - Población de Aguas Blancas Argentina (2010): 2 250 		
Porcentaje de la población con conexiones de agua potable	Conexiones totales de agua potable / Población	2250/2500=90%

Fuente: Equipo Consultor basada en la información recopilada.

Información de la calidad del agua.-

El equipo consultor para el PSA de Bermejo, tomó muestras del agua que consume actualmente la población, las cuales fueron procesadas en el Centro de análisis, investigación y desarrollo (CEANID) de Tarija, cuyos resultados se presentan a continuación.

Tabla 29: Resultados de las muestras de agua del SAP Aguas Blancas.

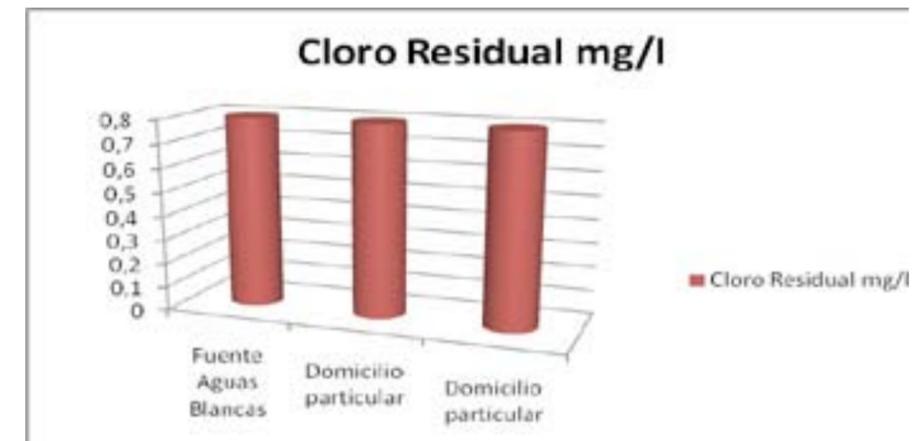
Parametros	Fuente Aguas Blancas	Domicilio particular en Aguas Blancas	Código Alimentario Argentino
Alcalinidad total. mgCaCO ₃ /l	259,13	124,58	
Dureza total. mgCaCO ₃ /l	206,75	206,75	400
Hierro total. mg/l		0,91	0,30
Nitratos. mg/l	1,33		45
Nitritos. mg/l	< 0,01		0,10
Sulfatos. mg/l		90,49	400
Coliformes totales. ufc/100 ml	9	0	Ausencia
Escherichia coli. ufc/100 ml	4	0	Ausencia

Fuente: CEANID, Tarija, Bolivia. 2010

El mayor peligro es la presencia de coliformes en la fuente de captación, correspondiente en este caso a la quebrada Las Pavas, sin embargo el proceso de tratamiento es eficiente, ya que permite remover los coliformes totales, haciendo por consiguiente apto para consumo humano. Respecto a los otros parámetros se encuentra por debajo de lo señalado por el código alimentario argentino, en su capítulo XII respecto a agua potable, con excepción del hierro total el cual se encuentra elevado.

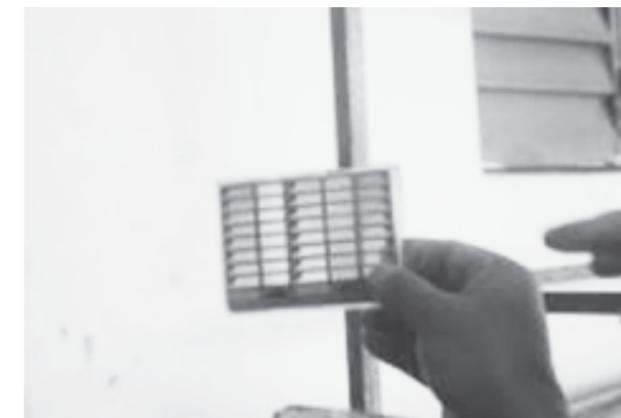
La vigilancia de la calidad del agua, esta a cargo del Ente Regulador de los Servicios Públicos (ENRESP), sin embargo el equipo de consultores, realizó la medición de cloro residual, cuyos resultados se muestran a continuación. Donde se aprecia que los niveles de cloro residual están dentro de los parámetros exigidos por la normatividad sanitaria vigente.

Grafico 17: Resultados de cloro residual en el SAP Bermejo.



FUENTE: Equipo Consultor.

Figura 52: Medición de cloro residual en el SAP de Aguas Blancas, Argentina.

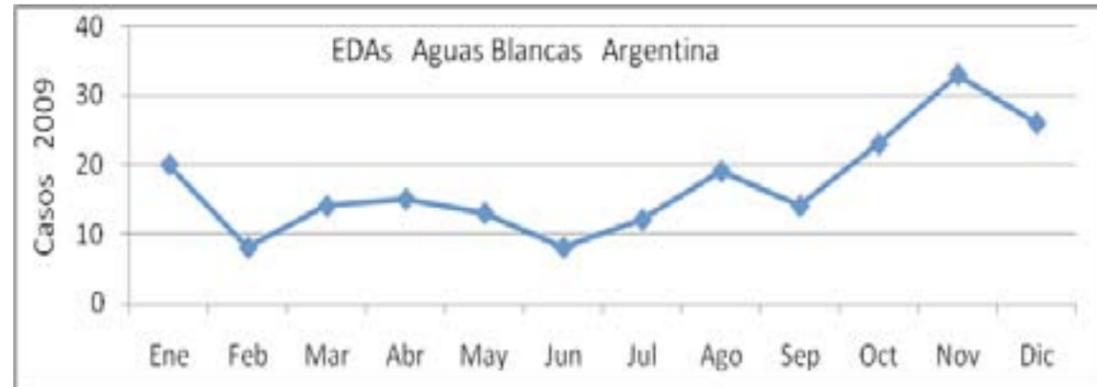


El sistema de agua potable de Aguas Blancas, Argentina, usa el método de la ortotolidina, para la determinación de cloro residual, como acción inherente para el aseguramiento de agua de buena calidad, que distribuye.

Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.-

Podemos mostrar los casos de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) en el año 2009, donde es importante señalar que la presencia de EDAs, es permanente en todo el año, con subidas y leves disminuciones, sin embargo la tendencia es de aumento, lo que debería llamar la atención a los proveedores del servicio de agua potable y la higiene alimentaria y hábitos higiénico-sanitarios de la población en general.

Grafico No 18: Casos de EDAs en el 2009, en Aguas Blancas Argentina.

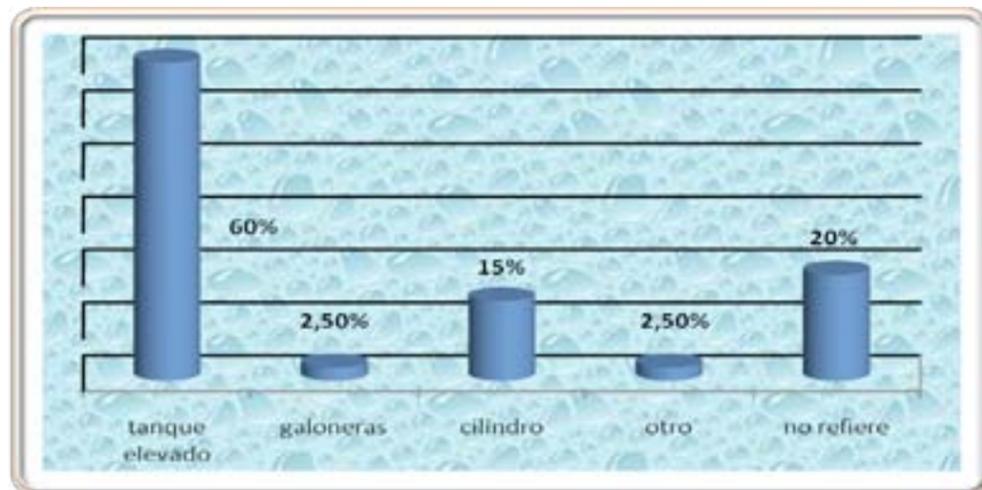


Fuente: Centro de Salud Aguas Blancas, Argentina.

Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.-

Para ello se ha realizado encuestas a jefes de familia de la localidad de Aguas Blancas, Argentina, sobre distintos tópicos respecto al comportamiento en salud, cuyos principales resultados se muestran a continuación:

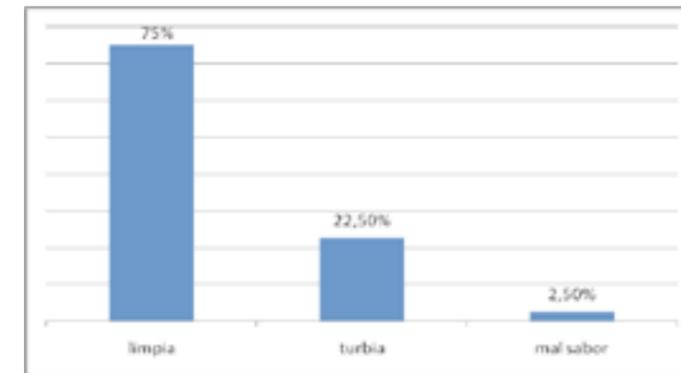
Grafico 19: Almacenamiento del agua en hogares



FUENTE: Equipo Consultor.

La mayoría de los usuarios almacenan agua en tanques elevados, a pesar de tener un servicio de 24 horas al día de agua.

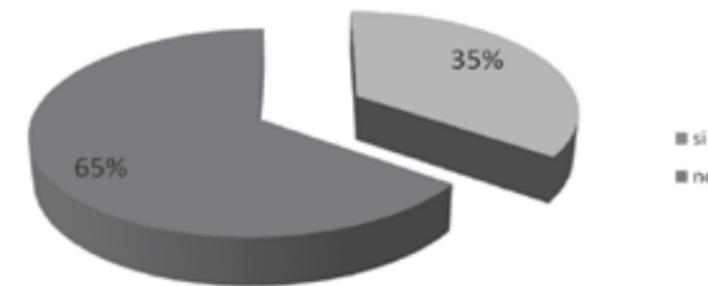
Grafico 20: Percepción de la calidad de agua que consumen



FUENTE: Equipo Consultor.

En su mayoría opinan que el agua que consumen es limpia, sin embargo un grupo considerable mencionan que el agua es turbia.

Grafico 21: Niños que enfermaron con algún tipo de diarrea



FUENTE: Equipo Consultor.

De las familias encuestadas con niños, el 35% de los niños menores a cinco años, enfermaron con diarrea.

Descripción detallada del sistema de agua potable.-

El servicio de agua potable de la población de Aguas Blancas depende de la Empresa Aguas del Norte S.A. Esta empresa es una fusión entre el gobierno como entidad estatal y los trabajadores como particulares; estos últimos con un 10% de participación.

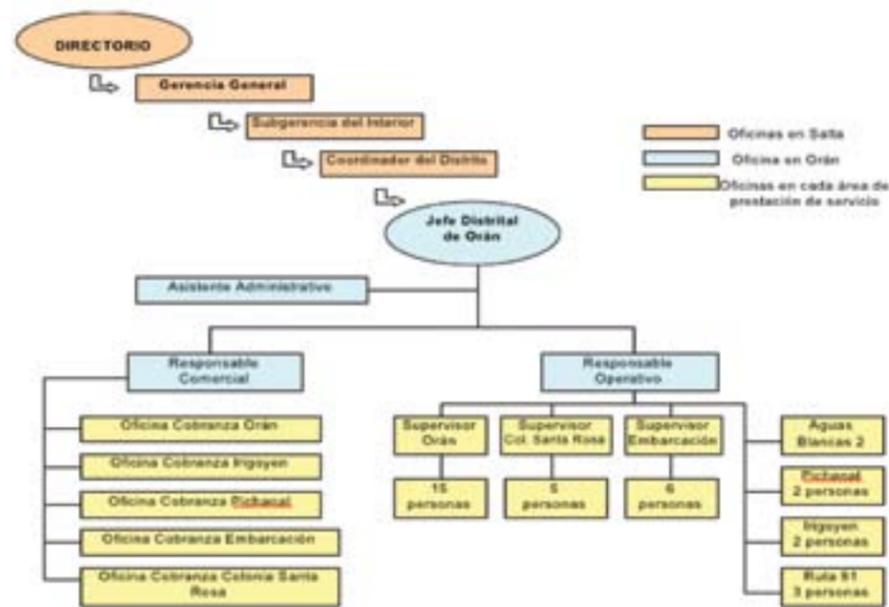
Aguas del Norte S.A. tiene como base la Ciudad de Salta donde se encuentra sus oficinas principales. En la Ciudad de Orán existe una oficina distrital responsable en total de 11 poblaciones entre pequeñas y grandes, dentro de las cuales se encuentra la localidad de Aguas Blancas. Las poblaciones a quienes atiende esta jefatura se ilustran en la siguiente figura:

Figura 53: Localización de las poblaciones atendidas por Aguas del Norte S.A. y por la Jefatura de Oran-Salta-Argentina.



El Jefe Distrital de Orán es el Ing. Candelario Ramírez bajo cuya dirección tiene en total 50 funcionarios dentro de un esquema orgánico ilustrado en la siguiente figura:

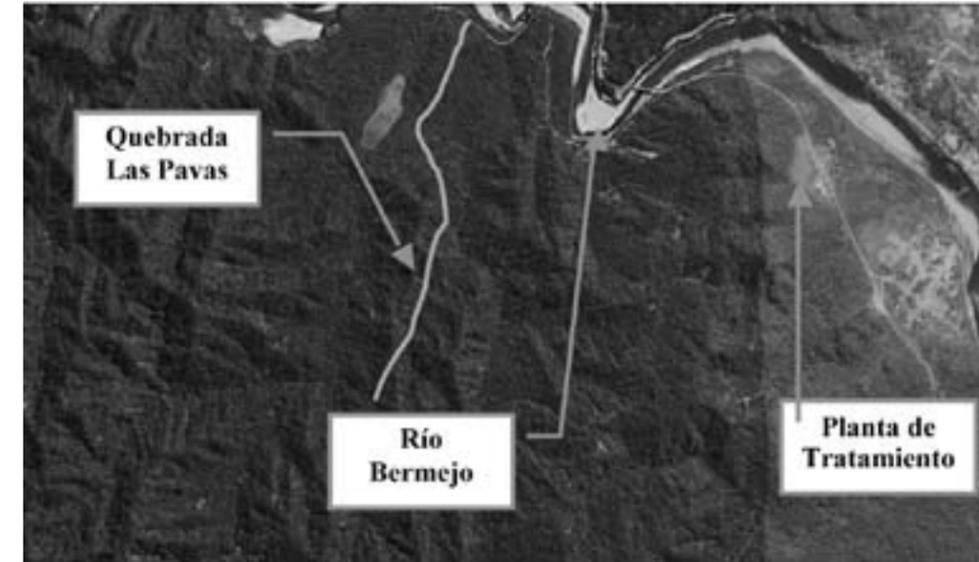
Figura 54: Organigrama representativo Jefatura distrital, Oran de Aguas del Norte.



En Aguas Blancas propiamente, trabajan 2 plomeros/operadores encargados del servicio de agua potable en diferentes turnos que dependen de forma directa del Ing. Fabricio Bernal, Jefe de Operaciones de la distrital de Orán.

El sistema de agua potable de Aguas Blancas depende de dos fuentes: El Río “Bermejo” y la Quebrada “Las Pavas” como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 55: Localización de las fuentes de agua para la población de Aguas Blancas



Quebrada Las Pavas

La Quebrada de las Pavas es un arroyo con caudal constante de agua natural de buena calidad, localizado al este de la comunidad de Aguas Blancas y fluye de oeste a sur este hasta desbordar sus aguas en el río Bermejo.

Esta serranía se caracteriza por cerros de alta pendiente y recorrido corto. La superficie esta cubierta con una densa vegetación, aunque en algunos sectores la vegetación es menor. En la cuenca de la quebrada de Las Pavas existe muy poca actividad agrícola, por sus características geomorfológicas abruptas.

Captación.-

Obra de toma en la Quebradas Las Pavas

La obra de toma en la Quebrada de Las Pavas está localizada a 5 km aproximadamente de la ciudad de Aguas Blancas. La obra fue construida con paredes de hormigón ciclópeo y dispone de una cámara desarenadora. Esta obra capta un caudal de aproximadamente 10 l/s.

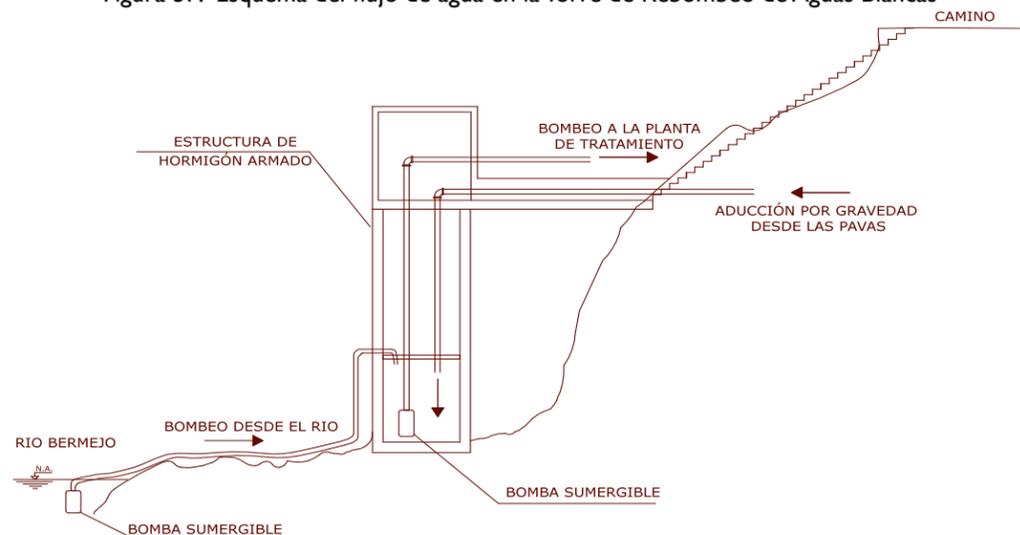
Obra de Toma sobre el río Bermejo

La obra de toma sobre el margen derecho del río Bermejo, está emplazado sobre un afloramiento rocoso. La captación consiste en el bombeo directo con una bomba sumergible a una Torre de Rebombeo. En la parte inferior de esta torre, existe un cárcamo de bombeo de donde una segunda bomba impulsa el agua hasta la planta de tratamiento. Al mismo cárcamo de bombeo llega el agua proveniente de la quebrada La Pavas. Estos aspectos se ilustran en la figura 55.

Figura 56: Toma sobre el río Bermejo



Figura 57: Esquema del flujo de agua en la Torre de Rebombeo de Aguas Blancas



La bomba sumergible primaria - la que toma el agua del río - se cuelga directamente en el río mediante una soga. Este mecanismo les permite variar la altura de la bomba cuando las variaciones de caudal son considerables y evitar que la misma sea arrastrada por empalizadas o turbiones.

La segunda bomba se encuentra dentro del cárcamo de bombeo en la base de la torre. Desde allí se realiza el rebombeo del agua de ambas fuentes (río Bermejo y Las Pavas) hasta la planta de tratamiento.

Toda la estructura de la torre de rebombeo es de hormigón armado, en su parte superior, existe un cuarto de operación que a la vez sirve de depósito para herramientas y equipos auxiliares para el mantenimiento general. El acceso al cuarto de operación se realiza por una escalinata de hormigón. La estructura es resistente a las fuertes riadas del río Bermejo, aunque en algunas ocasiones las bombas se han malogrado.

Figura 58: Bomba sumergida, colgada por medio de una soga en el SAP Aguas Blancas.



Tratamiento.-

La planta de tratamiento es de tipo convencional para alta turbidez, es decir, emplea reactivos químicos y sedimentadores. Esta diseñada para tratar 28 m³/hora. En el período de lluvias, en los meses de diciembre a abril, los valores de turbidez en el río Bermejo han alcanzado valores de 18.000 mg/l y aún así la planta ha trabajado. Un aspecto que favorece a esta planta, es que el agua del río Bermejo es mezclada con el agua de Las Pavas en la torre de rebombeo, esta última no tiene mucho material en suspensión. Entre noviembre y diciembre del año 2010, se ha realizado el cambio del manto filtrante.

La planta se halla localizada en la parte superior de la comunidad como se presenta en la siguiente figura:

Figura 59: Localización de la planta de tratamiento de SAP Aguas Blancas.



La planta de tratamiento contempla los siguientes procesos:

Coagulación: Existen dos puntos de adición de coagulantes. (i) Se adiciona sulfato de aluminio en el mismo punto de descarga del agua que proviene de la torre de bombeo. Se produce una mezcla rápida y el agua pasa directamente a un decantador longitudinal. (ii) A la salida del decantador se vuelve a añadir polielectrolito catiónico en mezcla rápida para ayudar a la coagulación.

Decantador/desarenador: Este módulo se caracteriza por su forma alargada y mayor profundidad para lograr el remanso de las aguas, trabaja para separar las arenas y los primeros flóculos del agua por efectos del peso de las partículas. Los materiales más pesados se sedimentarán en esta etapa extrayéndose como lodos primarios. A la salida de este módulo se agrega el polielectrolito catiónico como se señaló anteriormente.

Sedimentador: Se trata de un sedimentador circular de flujo ascendente. El agua ingresa por la parte inferior central para desbordar a través de una manga concéntrica que conducirá los flóculos hacia el fondo del sedimentador. El agua al ascender lentamente permite la sedimentación de los flóculos. El agua depurada rebosa por el perímetro dentado para ser recogida por un canal y conducida a la etapa de filtración.

Los lodos decantados en la parte inferior del sedimentador, son extraídos por la parte inferior periódicamente y secados al aire libre.

Filtración: La filtración se realiza con filtros de arena. El agua ingresa por la parte inferior de los filtros (2) y desborda en la parte superior a dos tuberías conductoras hacia el tanque de almacenamiento.

Desinfección: Al ingreso del tanque de almacenamiento se halla dispuesto un pequeño dosificador de hipoclorito de sodio, el cual trabaja por goteo de forma constante. La dosificación del hipoclorito es constante.

Figura 60: Distintas fases en la planta de tratamiento en el SAP Aguas Blancas, Argentina.



Almacenamiento

El almacenamiento se realiza en dos tanques circulares de hormigón armado dispuestos en los mismos predios de la planta de tratamiento. El más grande de ellos tiene una capacidad de 30 m³, mientras que el pequeño solamente 10 m³; ambos tanques abastecen específicamente a la población de Aguas Blancas.

Figura 61: Almacenamiento en el SAP de Aguas Blancas, Argentina.



Red de Distribución.-

A la salida del tanque se ha dispuesto una tubería de Fierro Fundido de 100 mm de diámetro. La misma red de distribución esta constituida por tuberías de diferentes materiales y diámetros; F°F° de Ø 50mm, Asbesto Cemento de Ø 50mm y tuberías de PVC de Ø 63mm y Ø 75mm.

Los rangos de presión fluctúan entre los 0,50 a 2,00 kg/cm2, es decir, entre 5 a 20 m.c.a. Existen en total 340 conexiones domiciliarias que atienden aproximadamente 1700 personas, aunque este valor suele variar pues Aguas Blancas en una comunidad comercial y con bastante flujo de gente. Las conexiones domiciliarias se realizan con acometidas de 1/2" sin medidor. Para efectos de cobro de las tarifas se computan el número de grifos y la superficie construida de cada vivienda, en la siguiente tabla, se presenta el Cuadro Tarifario aplicado por Aguas del Norte a partir de Febrero del 2010.

Los costos de conexiones nuevas son los siguientes:

- Conexión de agua potable y cloaca 64,95 pesos argentinos
- Conexión de agua potable 32,47 pesos argentinos
- Conexión de cloaca 48,71 pesos argentinos

Además cada usuario para los accesorios que se requieren para la instalación y la mano de obra de un plomero matriculado.

Figura 62: Cuadro tarifario del SAP de Aguas Blancas y Aguas del Norte, Argentina.

CUADRO TARIFARIO APLICADO POR AGUAS DEL NORTE A PARTIR DEL PERIODO FEBRERO DE 2010 (RES. 86/2010)

A.1. FACTURACIÓN BÁSICA RENTA FIJA - SOLO AGUA													A.2. FACTURACIÓN BÁSICA RENTA FIJA - AGUA Y CLOACA												
Zona Agua		Zona Centro		Zona Centro		Zona Centro		Zona Centro		Zona Centro		Zona Centro		Zona Centro		Zona Centro		Zona Centro		Zona Centro		Zona Centro			
Superficie Construida	Superficie Terreno	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
1 a 10 m ²	1 a 100 m ²	

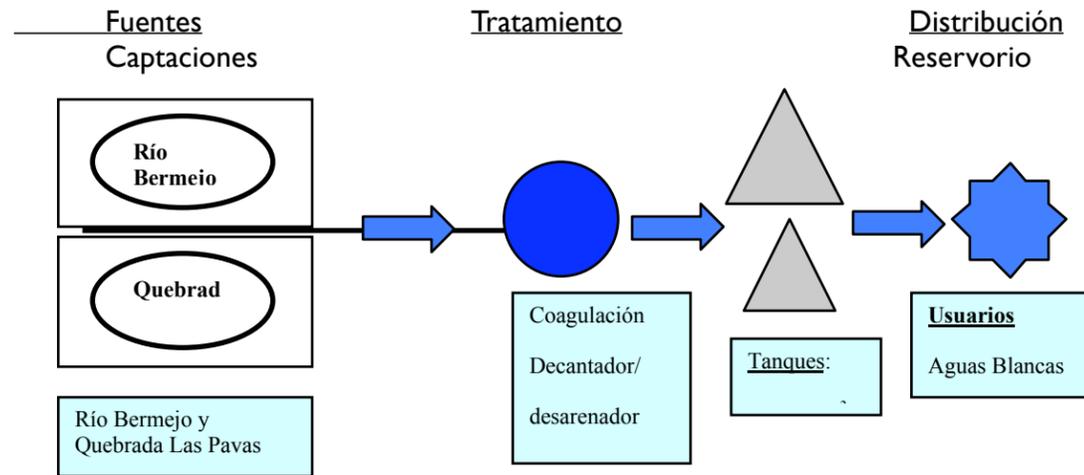
B) SERVICIO MEDIDO

Tipo de Servicio	Cargo (M ³ a 1 litro)	Cargo (M ³ a 1 litro)	Costo
...

(*) Se cobran en función del cargo (litros) consumido.
 (**) El cargo fijo incluye hasta 10 m³ de derecho de consumo.
 Aquellas inmobiliarias que no se encuentren encuadradas entre los parámetros detallados, soliciten llegar a bien consultarnos en forma gratuita al 0 800 888 4214 (3402) ó en cualquiera de nuestras oficinas comerciales.



Flujograma del Sistema de Agua Potable de Aguas Blancas - Argentina.-



Modulo:

Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos de los SAPs de Bermejo-Bolivia y Aguas Blancas-Argentina

La metodología empleada es similar al caso anterior descrito.

Modulo: Determinación y validación de las medidas de control de los SAPs de Bermejo-Bolivia y Aguas Blancas-Argentina.-

Los resultados se presentan en una sola tabla para cada sistema de agua potable.

Tabla 30: Resultados de la determinación de los peligros y evaluación de los riesgos; y resultados de la determinación y validación de las medidas de control del SAP de Bermejo-Bolivia

ETA-PA DEL PROCESO	SUCESO PELIGROSO	TIPO DE PELIGRO	PROB	GRAV	PUNT	RIESGO	MEDIDA DE CONTROL	EFICACIA DE LA MEDIDA DE CONTROL	FUNDAMENTOS
CUENCA	Presencia de metales pesados	Q	3	3	9	Medio	Evaluación de metales pesados en laboratorio acreditado una vez al año, según Ley 1333.	Disminuir riesgo de consumo de agua con metales pesados	Hace mas de 2 décadas había actividad minera en riberas del afluente del río Bermejo, en la parte de Argentina. Hay riesgo debido a la remoción de metales pesados sedimentados en el lecho del río
	Residuos de plaguicidas y fertilizantes	F, Q, B	4	2	8	Medio	Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Determinar si su concentración cumple con la norma de calidad vigente.	Practicar agrícolas en la zona aguas arriba de ambas fuentes de captación.
	Cambio climático	F	3	3	9	Medio	Gestión integrada del recurso hídrico	Promover gestión integrada	En época de lluvia las crecidas de sus fuentes traen altos contenidos de sólidos y también ocasionan derrumbes perjudiciales en la línea de aducción. En época de estiaje la sequía perjudica todo el nicho ecológico.
	Deforestación.	F, Q, B	3	4	12	Alto	Implementar los proyectos de gestión de la cuenca El Nueve y el proyecto de gestión de la cuenca de San Telmo. Gestionar a través del Gobierno Nacional, Departamental y binacional.	Continuar con la gestión del control del caudal en la planta de tratamiento del agua de la cuenca del El Nueve. Por otro lado se podría evitar escurrimientos.	En los últimos años se incrementaron los espacios deforestados para ser utilizados en cultivo sin importar que son de pendientes muy elevadas causando el deslave de tierras inmaduras a consecuencia de las lluvias.
	Residuos sólidos	F, Q, B	3	3	9	Medio	Gestión adecuada de los residuos sólidos	Evitar la contaminación por residuos sólidos	Es sobradamente sabido que los residuos sólidos causan contaminación ambiental y por ende del agua

CAP-TACION	Lluvia excesiva	F, Q, B	3	4	12	Muy alto	<p>Reforzar el tratamiento del agua, adicionándole a la planta de tratamiento un presedimentador</p> <p>Buscar medidas de protección al sistema de captación, en la toma y en los puntos críticos de la línea de aducción El Nueve</p> <p>Continuar con el proyecto de mantenimiento línea de aducción El Nueve con énfasis en los puntos críticos.</p> <p>Rediseñar el sistema del bombeo tomando como punto de referencia las aguas turbias que existen en el río Bermejo.</p>	<p>Disminuye gastos excesivos en el tratamiento y reduce la frecuencia de los cortes del suministro de agua cruda para el tratamiento.</p> <p>La lluvia excesiva aumenta la turbidez del agua por tanto ello aumenta el costo de tratamiento, como también aumenta las posibilidades de contaminación.</p>
	Presencia de contaminantes en el agua del río	F, Q, B	4	5	20	Muy alto	<p>Reforzar el monitoreo de la calidad del agua</p>	<p>Minimiza el riesgo de una enfermedad hídrica.</p> <p>Garantizar el cumplimiento del contrato de adjudicación que autoriza a EMAAB para brindar el servicio de agua potable a la ciudad de Bermejo.</p>
	Equipo de bombeo de respaldo	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	<p>Ejecutar un plan de mantenimiento y control de todo el sistema de bombeo.</p>	<p>Asegurar la captación de agua.</p> <p>El sistema de bombeo depende directamente del estado de funcionamiento de las bombas y del suministro de energía eléctrica que su deficiencia conlleva cortes en el suministro de agua para su posterior tratamiento.</p>
	Energía eléctrica de consumo en las bombas.	B	4	4	16	Muy alto	<p>Sistema de control en el funcionamiento de las bombas.</p>	<p>Cuantificar los cortes del suministro de energía eléctrica.</p> <p>Cualquier corte de energía eléctrica ocasiona la reducción drástica de la presión en toda la red de distribución. Y por tanto riesgo de contaminación microbiológica.</p>

AL-MA-CE-NA-MIEN-TO	Defecit de tanques de almacenamiento	F, Q, B	2	4	8	Medio	<p>Control de los volúmenes óptimos para garantizar el suministro de agua todo el día.</p>	<p>Garantizar el cumplimiento del contrato con la superintendencia de mantener la calidad, la cantidad y la presión del agua todo el día.</p> <p>Un mejoramiento de la calidad de vida de la población tiene su pilar fundamental en la disponibilidad de agua potable a lo largo de todo el día, las 24 horas</p>
	Tapa del tanque de almacenamiento actual no es hermética	F, Q, B	5	3	15	Muy alto	<p>Implementar un dispositivo de goma en la tapa del tanque actual</p>	<p>Permitir un cierre hermético</p> <p>Podría existir riesgo de ingreso de contaminantes</p>
	Desinfección deficiente	Q, B	5	5	25	Muy alto	<p>Desinfección adecuada del tanque de almacenamiento.</p>	<p>Se garantiza una correcta desinfección del agua potable, y evita Contaminación.</p> <p>Actualmente es inadecuado el proceso de desinfección en forma general</p>
TRA-TA-MIEN-TO	Operación de desarena-ción ineficaz.	F, Q, B	5	5	25	Muy alto	<p>Construcción de tanques de residencia que mantenga el agua el tiempo necesario para que se depositen los sólidos en porcentajes mayores del 90 %.</p>	<p>Garantiza la provisión de materia prima en buenas condiciones para su posterior tratamiento.</p> <p>El consumo de químicos para la clarificación del agua es muy elevado. Es necesario la utilización de procedimientos físicos que reduzcan el contenido de sólidos en la materia prima.</p>
	Insuficiente dosificación de cloro	B	5	4	20	Muy alto	<p>Nuevo sistema de cloración</p>	<p>Cloración efectiva</p> <p>Actual cloración manual, por tanto se prevé la aplicación de sistema de cloración a gas cloro.</p>
	Ausencia de cloración	B	5	4	20	Muy alto	<p>Inspección a la cloración</p>	<p>Cloro residual</p> <p>Referencias de pobladores</p>
	Excesiva dosificación de cloro	Q	2	2	4	Baja	<p>Verificar nivel de cloro en la red</p>	<p>Cloro residual</p> <p>Referencias de pobladores</p>
	Tapa del tanque de cloración no es hermético	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	<p>Implementar dispositivo hermético a la tapa</p>	<p>Permitir cierre hermético</p> <p>Es evidente el riesgo de ingreso de contaminantes</p>
	Medición de parámetros de operación en cada etapa del tratamiento.	F, Q, B	3	2	6	Medio	<p>Parámetros en operación de captación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección y distribución.</p>	<p>Su control garantiza la eficiencia de la producción de agua potable.</p> <p>Necesitamos la construcción de base estadística de operación.</p> <p>Actualmente se trabaja con datos obtenidos teóricamente u obtenidos por estimaciones. Una empresa sería necesaria su cuantificación.</p>
Filtración inadecuada	F, B	3	3	9	Medio	<p>Renovar el carbón activado en la planta antigua</p>	<p>Permite un mejor tratamiento del agua</p> <p>Podría generarse contaminación por una inadecuada filtración.</p>	

DIS-TRIBU-CION	Uso irracional del agua distribuida	F	5	4	20	Muy alto	Instalación de un sistema de medición instrumental del agua distribuida	Proporcionará datos para una eficiente planificación; que se obtendrá datos de volumen total, volumen por barrio y por usuario.	No es real una planificación sin los datos exactos de cuanto se gasta en la producción. Por otro lado es visible el uso irracional del agua
	Conexiones clandestinas	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Campaña de formalización Educación sanitaria	Ausencia de conexiones clandestinas Población educada	Detección de conexiones clandestinas
	Fugas en la tubería principal	F, Q, B	5	3	15	Alto	Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Control de caudal	Detección de tuberías obsoletas
ALMACENAMIENTO INTRA-DOMICILARIO	Viviendas sin depósito destinado al agua.	F, Q, B	5	5	25	Muy alto	Educación sanitaria.	La población dispone de agua todo el día aún en horas de corte.	Población no dispone de agua las 24 horas por falta de un depósito, esto por dificultad económica en la adquisición de un depósito elevado de almacenamiento de agua con un volumen mínimo de 250 litros.
	Almacenamiento en depósitos inadecuados	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Almacenamiento adecuado	Control de contaminación	

Tabla 31: Resultados de la determinación de los peligros y evaluación de los riesgos; y resultados de la determinación y validación de las medidas de control del SAP de Aguas Blancas-Argentina

ETAPA DEL PROCESO	SUCESO PELIGROSO	TIPO DE PELIGRO	P ROB	GRAV	P UN T	RIESGO	MEDIDA DE CONTROL	EFICACIA DE LA MEDIDA DE CONTROL	FUNDAMENTOS
CUENCA	Presencia de metales pesados	Q	4	3	12	Alto	Evaluación de metales pesados	Disminuir riesgo de consumo de agua con metales pesados	Hubo presencia de actividad minera a 100 Km aguas arriba del río
	Residuos de plaguicidas y fertilizantes	F, Q, B	4	2	8	Medio	Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Determinar su presencia o ausencia	Prácticas agrícolas en la zona
	Cambio climático	F	4	3	12	Alto	Gestión integrada del recurso hídrico	Promover gestión integrada	Posible disminución del recurso hídrico
	Residuos sólidos	F, Q, B	3	3	9	Medio	Educación sanitaria respecto a residuos sólidos	Protección de la cuenca	La acumulación de residuos sólidos genera lixiviados

CAPTA-CION	Perdida de bomba del río	F, Q, B	2	4	8	Medio	Adquisición urgente de bomba	Resolver la distribución normal del agua	Los usuarios podrían quedarse sin el suministro de agua
	Presencia de contaminantes en el agua del río	F, Q, B	3	5	15	Alto	Reforzar el tratamiento del agua	Disminuye gastos excesivos en el tratamiento	Contribuye a una mejor desinfección del agua
	Alta turbidez del agua en épocas	F	4	3	12	Alto	Reforzar el tratamiento del agua	Disminuye gastos innecesarios	Disminuir la turbidez contribuye a una mejor desinfección del agua
ALMACENAMIENTO	Agrietamiento en la parte superior del tanque	F, Q, B	5	3	15	Alto	Rehabilitar tapa y toda la parte superior del tanque de almacenamiento	Evitar cualquier riesgo de ingreso de contaminación	Refuerza el proceso de tratamiento y podría además existir contaminación
TRATA-MIENTO	Insuficiente dosificación de cloro	B	5	4	20	Muy alto	Revisar el sistema de cloración	Cloración efectiva	Podría existir algún desacierto involuntario
	Ausencia de cloración	B	5	4	20	Muy alto	Inspección de cloro residual	El cloro residual asegura presencia de cloro en el agua	El cloro, en el momento es el mejor método de desinfectar eficientemente el agua.
	Excesiva dosificación de cloro	Q	2	2	4	Baja	Verificar nivel de cloro en la red	Cloro residual	Malestar en la población, referida por pobladores
	Inadecuada administración de sulfato de aluminio	Q	2	4	4	Baja	Verificar dosificación de sulfato de aluminio	Controla posibles riesgos	Podría generar problemas en el proceso de tratamiento
DISTRIBUCION	Conexiones clandestinas	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Campaña de formalización Educación sanitaria	Evitar conexiones clandestinas Población educada	Las conexiones clandestinas, generan contaminación cruzada

Tabla 32: Medidas y responsabilidades de un plan de modernización o mejora de la calidad del agua del SAP Bermejo-Bolivia.

Medida	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsabilidad	Financiamiento	Fecha límite de ejecución	Estado	Verificación
Evaluación de metales pesados en laboratorio acreditado una vez al año.	Hace mas de 2 décadas había actividad minera en riberas del afluente del río Bermejo, en la parte de Argentina. Hay riesgo debido a la remoción de metales pesados sedimentados en el lecho del río. Ley 1333.	Plan de monitoreo anual en un laboratorio acreditado	EMAAB, Ministerio de salud, SEDES y Gobernación	Gobernación y Municipio	Año 2011	No iniciado	Salud
Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Practicar agrícolas en la zona aguas arriba de ambas fuentes de captación.	Elaboración de un plan de toma de muestras	EMAAB, Ministerio de salud, Gobernación y SENASAG	Gobernación y Municipio	Diciembre 2011	No iniciado	Salud
Gestión integrada del recurso hídrico	En época de lluvia las crecidas de sus fuentes traen altos contenidos de sólidos y también ocasionan derrumbes perjudiciales en la línea de aducción. En época de estiaje la sequía perjudica todo el nicho ecológico.	Implementación de un sistema local de gestión integrada del recurso hídrico	Municipio de Bermejo en coordinación con el ministerio del agua	Municipio	Año 2011	No iniciado	Ministerio del Agua
Implementar los proyectos de gestión de la cuenca El Nueve y el proyecto de gestión de la cuenca de San Telmo.	En los últimos años se incrementaron los espacios deforestados para ser utilizados en cultivo sin importar que son de pendientes muy elevadas causando el deslave de tierras inmaduras a consecuencia de las lluvias.	Implementación de los proyectos de gestión	EMAAB y Gobernación.	Gestionar al Gobierno Nacional, Departamental y Binacional	Año 2011	No iniciado	Municipio
Gestión adecuada de los residuos sólidos	Es sobradamente sabido que los residuos sólidos causan contaminación ambiental y por ende del agua	Implementación de un Plan de gestión de los residuos sólidos	Municipio de Bermejo	Municipio de Bermejo	Año 2011	No iniciado	Ministerio del Ambiente
Reforzar el tratamiento del agua adicionándole un presedimentador	Ello ayudara a mejorar el proceso de sedimentación y por ende el tratamiento del agua	Expediente técnico de construcción de un presedimentador	EMAAB	Gobierno Nacional o Departamental	Año 2011	No iniciado	Municipio

Buscar medidas de protección al sistema de captación, en la toma y en los puntos críticos de la línea de aducción El Nueve																			
Continuar con el proyecto de mantenimiento línea de aducción El Nueve con énfasis en los puntos críticos.	Un constante cuidado de las captaciones garantiza un eficiente servicio tanto en cantidad como en calidad.	Revisión y propuesta de un nuevo Plan de tratamiento del agua	EMAAB, Gobierno municipal y Departamental	Gobierno Nacional, Departamental y Municipio	Año 2011	No iniciado	Municipio												
Rediseñar el sistema del bombeo tomando como punto de referencia las aguas turbias que tenemos en el río Bermejo.																			
Reforzar el monitoreo de la calidad del agua	Garantizar el cumplimiento del contrato de adjudicación que autoriza a EMAAB para brindar el servicio de agua potable a la ciudad de Bermejo. Difundir a todos los responsables	Plan de monitoreo de la calidad del agua	EMAAB	EMAAB	Año 2011	No iniciado	Salud												
Ejecutar un plan de mantenimiento y control de todo el sistema de bombeo.	El sistema de bombeo depende directamente del estado de funcionamiento de las bombas y del suministro de energía eléctrica que su deficiencia conlleva cortes en el suministro de agua para su posterior tratamiento.	Plan de mantenimiento	EMAAB	EMAAB	Año 2011	En curso	Municipio												
Sistema de control en el funcionamiento de las bombas.	Cualquier corte de energía eléctrica ocasiona la reducción drástica de la presión en toda la red de distribución. Y por tanto riesgo de contaminación microbiológica.	Inclusión en el POI el presupuesto respectivo para el pago de energía eléctrica	EMAAB en coordinación con la entidad prestadora del servicio	Gobierno Municipal	Año 2011	No iniciado	Municipio												
Control de los volúmenes óptimos para garantizar el suministro de agua todo el día.	Un mejoramiento de la calidad de vida de la población tiene su pilar fundamental en la disponibilidad de agua potable a lo largo de todo el día, las 24 horas	Determinar los volúmenes óptimos para el suministro de agua en Bermejo	EMAAB y municipio de Bermejo		Año 2011	No iniciado													

Implementar un dispositivo de goma en la tapa del tanque actual (sujeto a verificación)	Podría existir riesgo de ingreso de contaminantes	Adquisición de goma para la adecuación de la tapa del tanque	EMAAB	EMAAB	Año 2010	En curso	Salud
Desinfección adecuada del agua potable en el tanque de almacenamiento.	Actualmente es inadecuado el proceso de desinfección.	Elaborar plan de desinfección del Tanque	EMAAB	EMAAB	Año 2010	En curso	Salud
Construcción de tanques de residencia que mantenga el agua el tiempo necesario para que se depositen los sólidos en porcentajes mayores del 90 %.	El consumo de químicos para la clarificación del agua es muy elevado. Es necesario la utilización de procedimiento físicos que reduzcan el contenido de sólidos en la materia prima.	Elaboración de expediente técnico	EMAAB y municipio de Bermejo	Municipio	Año 2011	No iniciado	Municipio
Nuevo sistema de cloración	Actual cloración manual	Plan de adquisición de equipo autónomo y moderno de cloración	EMAAB	Municipio	Agosto 2010	No iniciado	Salud
Inspección a la cloración	Referencias de pobladores						
Verificar nivel de cloro en la red	Referencias de pobladores						
Implementar dispositivo hermético a la tapa	Es evidente el riesgo de ingreso de contaminantes	Adquisición de goma para la adecuación de la tapa del tanque actual	EMAAB	EMAAB	Año 2010	En curso	Municipio
Parámetros en operación de captación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección y distribución.	Actualmente se trabaja con datos obtenidos teóricamente u obtenidos por estimaciones. Una empresa sería necesita su cuantificación.	Elaboración de base estadística para un correcto monitoreo de parámetros operacionales para cada etapa del tratamiento	EMAAB	EMAAB	Año 2011	No iniciado	Municipio
Renovar el carbón activado en la planta antigua	Podría generarse contaminación por una inadecuada filtración.	Estrategia para renovar el carbón activado en la planta de tratamiento	EMAAB	EMAAB	Inmediato	No iniciado	Salud
Instalación de un sistema de medición instrumental del agua distribuida	No es real una planificación sin los datos exactos de cuanto se gasta en la producción	Plan de implementación de medición instrumental, readecuándose a la tarifa, a través de de un estudio tarifario.	EMAAB	Municipio	Año 2011	Consultar con usuarios	Ministerio del agua
Campaña de formalización	Detección de conexiones clandestinas	Implementar campaña de formalización y educación sanitaria sobre conexiones clandestinas	EMAAB y municipio de Bermejo	Gobierno Municipal y Departamental	Año 2011	No iniciado	Municipio
Educación sanitaria							
Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Detección de tuberías obsoletas	Implementación de Plan de sustitución de tuberías obsoletas	EMAAB	EMAAB	Año 2011	No iniciado	Municipio

Educación sanitaria.	Población no dispone de agua las 24 horas por falta de un depósito, esto por dificultad económica en la adquisición de un depósito elevado de almacenamiento de agua con un volumen mínimo de 250 litros.	Implementar campaña de educación sanitaria respecto al adecuado almacenamiento de agua en domicilios	EMAAB y Red de salud	Gobierno municipal y Salud	Año 2010	En curso	Salud
Almacenamiento adecuado							

Tabla 33: Medidas y responsabilidades de un plan de modernización o mejora de la calidad del agua del SAP Aguas Blancas-Argentina

Medida	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsabilidad	Financiamiento	Fecha límite de ejecución	Estado	Verificación
Evaluación de metales pesados	Hubo presencia de actividad minera a 100 Km aguas arriba del río	Monitoreo mensual en un laboratorio especializado	Aguas del Norte y ministerio de salud local	Aguas del Norte	Año 2010	No iniciado	Salud
Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Prácticas agrícolas en la zona	Plan de toma de muestras	Aguas del Norte y ministerio de salud local	Aguas del Norte	Año 2010	No iniciado	Salud
Gestión integrada del recurso hídrico	Posible disminución del recurso hídrico	Implementación de un sistema local de gestión integrada del recurso hídrico	Delegación municipal y el gobierno provincial	Delegación municipal	Año 2011	No iniciado	Gobierno provincial
Educación sanitaria respecto a residuos sólidos	La acumulación de residuos sólidos genera lixiviados	Plan de educación sanitaria sobre residuos sólidos	Delegación Municipal	Salud	Año 2010	Iniciado	Delegación municipal
Adquisición urgente de bomba	Los usuarios podrían quedarse sin el suministro de agua	Plan de compra de bomba, para sucesos en el futuro	Aguas del Norte	Aguas del Norte	Año 2011	Iniciado	Salud
Reforzar el tratamiento del agua	Contribuye a una mejor desinfección del agua Disminuir la turbidez contribuye a una mejor desinfección del agua	Cumplir adecuadamente los procesos de tratamiento establecidos	Operador responsable de Aguas del Norte	Aguas del Norte	Año 2010	Finalizado	ENRESA
Rehabilitar tapa toda la parte superior del tanque de almacenamiento	Refuerza el proceso de tratamiento	Iniciar trabajos de rehabilitación	Aguas del Norte	Aguas del Norte	Año 2010	Finalizado	ENRESA
Revisar el sistema de cloración	Pudiera existir algún desacierto involuntario						
Inspección de cloro residual	El cloro, en el momento es el mejor método de desinfectar eficientemente el agua.	Cumplimiento estricto de los procesos de desinfección	Operador del SAP de Aguas Blancas, Aguas del Norte	Aguas del Norte	Año 2010	En curso	ENRESA
Verificar nivel de cloro en la red	Malestar en la población, referida por pobladores						
Verificar dosificación de sulfato de aluminio	Podría generar problemas en el proceso de tratamiento	Cumplimiento estricto en la dosificación de sulfato de aluminio	Operador del SAP de Aguas Blancas, Aguas del Norte	Aguas del Norte	Año 2010	En curso	Salud
Campaña de formalización	Las conexiones clandestinas, generan contaminación cruzada	Plan de formalización	Aguas del Norte	Aguas del Norte	Año 2010	No iniciado	Delegación municipal
Educación sanitaria		Plan de educación sanitaria	Ministerio de salud local	Salud	Año 2010	No iniciado	Delegación municipal

Tabla 34: Resultados de la definición del monitoreo de las medidas de control del SAP Bermejo-Bolivia

Etapa	Medida de control	Límite crítico	Qué	Dónde	Cuándo	Cómo	Quién	Medida correctora
Cuenca	Evaluación de metales pesados en laboratorio acreditado una vez al año.	Parámetros por encima de lo permitido por la norma	Metales pesados	En el agua de la cuenca	Anual	Toma de muestras	EMAAB Gobierno departamental Gobierno Nacional EMAAB	Coordina con ministerio de salud
	Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Parámetros por encima de lo permitido por la norma	Residuos de plaguicidas y fertilizantes	En el agua de la cuenca	Semestral	Toma de muestras	Gobierno Municipal SENASAG	Coordina con el ministerio del agua y salud
	Gestión integrada del recurso hídrico	Falta de agua	Aprobación del sistema local de gestión del recurso hídrico	Municipio de Bermejo	Inmediato	Resolución municipal	Regidor de medio ambiente	Solicitud al Gobierno Departamental y ministerio del ambiente
	Implementar los proyectos de gestión de la cuenca El Nueve y el proyecto de gestión de la cuenca de San Telmo.	No existe gestión	Proyectos de El Nueve y de San Telmo	En la cuenca	Inmediato	Coordinación con el Gobierno Nacional, Departamental y Regional	Municipio de Bermejo y EMAAB	Monitoreo de agua enmarcado en el PSA
	Gestión adecuada de los residuos sólidos	Presencia	Residuos sólidos	Riberas del río y cuenca	Inmediato	Inspección sanitaria	Municipio	Salud
	Reforzar el tratamiento del agua.	Agua con tratamiento deficiente	Agua de consumo humano	En la captación	Permanente	Inspecciones sanitarias	Ministerio de Salud y EMAAB	Ministerio del agua
Captación	Buscar medidas de protección al sistema de captación, en la toma y en los puntos críticos de la línea de aducción El Nueve	Ausencia	Protección	Captación	Permanente	Inspecciones sanitarias	Ministerio de salud	Ministerio del agua
	Continuar con el proyecto de mantenimiento línea de aducción El Nueve con énfasis en los puntos críticos.	Ausencia	Mantenimiento	Línea de aducción	Permanente	Supervisión	Municipio de Bermejo	Ministerio del agua en marcado en el PSA
	Rediseñar el sistema del bombeo tomando como punto de referencia las aguas turbias que existen en el río Bermejo.	Ausencia	Rediseño	Sistema de bombeo	En 6 meses	Inversión	EMAAB	Ministerio del agua enmarcado en el PSA
	Reforzar y retomar el monitoreo de la calidad del agua	Ausencia	Monitoreo	Calidad del agua	Diario y Mensual	En laboratorio propio y laboratorio externo	EMAAB	Ministerio de Salud y AAPS
	Ejecutar un plan de mantenimiento y control de todo el sistema de bombeo.	Inexistencia	Plan	Mantenimiento del sistema de bombeo	Cada año	Actualizar el Plan	EMAAB	AAPS
	Sistema de control en el funcionamiento de las bombas.	Ausencia	Sistema de control	En las bombas	Permanente	Supervisiones	EMAAB	AAPS

Almacenamiento (previa verificación)	Control de los volúmenes óptimos para garantizar el suministro de agua todo el día.	Ausencia	Control de volúmenes	Suministro de agua	Semestral	Verificación	Responsable de control de calidad EMAAB	Gerencia General EMAAB
	Implementar un dispositivo de goma en la tapa del tanque actual	Ausencia	Dispositivo de goma	Tapa del tanque de almacenamiento	Permanente	Inspección	Responsable de control de calidad EMAAB	Gerencia General EMAAB
	Desinfección adecuada del tanque de almacenamiento.	Deficiente y/o ausencia	Desinfección	Tanque de almacenamiento	Semestral	Inspección	Responsable de control de calidad EMAAB	Gerencia General EMAAB
Tratamiento (previa verificación)	Construcción de tanques de residencia que mantenga el agua el tiempo necesario para que se depositen los sólidos en porcentajes mayores del 90 %.	Inexistencia	Expediente técnico para construcción	Tanques de residencia en el tratamiento del agua	Permanente	Supervisión	Equipo PSA	Notificar a EMAAB
	Nuevo sistema de cloración	Equipo nuevo	Equipo autónomo de cloración	En el tratamiento del agua	Permanente	Inspección sanitaria	Equipo PSA	Notificar a EMAAB
	Inspección a la cloración	Menor a 0.5 mg/l	Cloro residual	En cualquier punto de inspección	Diario	Inspección sanitaria con comparador de cloro residual	Ministerio de salud	Notificar a EMAAB
	Verificar nivel de cloro en la red	Presencia de fuerte olor	Cloro excesivo	Viviendas	Denuncia	Inspección Sanitaria	Ministerio de salud	Notificar a EMAAB
	Implementar dispositivo hermético a la tapa	Presencia de dispositivo	Tapa hermética	En el tanque de cloración	Permanente	Inspección	EMAAB	Equipo PSA
	Parámetros en operación de captación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección y distribución.	Existencia	Base estadística	Sistema operacional	Permanente	Registro de parámetros	Responsable de control de calidad EMAAB a crear	EMAAB Comité de agua AAPS
	Renovar el carbón activado	Podría generarse contaminación por una inadecuada filtración.	Inadecuada	Filtración en la planta de tratamiento	Quincenal	Inspecciones sanitarias	Responsable de control de calidad de EMAAB a crear	Gerencia y municipio de Bermejo
	Instalación de un sistema de medición instrumental del agua distribuida	Existencia	Mecanismo de medición	Barrios y usuarios	Permanente	Inspección	EMAAB	Municipio
	Campaña de formalización	Inicio de campaña	Formalización de conexiones clandestinas	Viviendas de usuarios	Mensual	Inspección	EMAAB	Comunica al Municipio
	Educación sanitaria	Campaña en marcha	Aprobación de campaña	Municipio de Desaguadero	Cada año	Verificación	EMAAB	Comunica al municipio
Almacenamiento intradomiciliario	Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Tuberías obsoletas	Sustitución de tuberías obsoletas por nuevas	Red de distribución	Cada año	Inspección	Municipio	Solicitud de EMAAB
	Educación sanitaria	Inadecuado almacenamiento	Agua	Domicilios	Trimestral	Inspección	EMAAB	Notifica al municipio y Salud
	Almacenamiento adecuado	Inadecuado almacenamiento	Agua	Domicilios	Trimestral	Inspección	EMAAB	Notifica al municipio y Salud

Tabla 35: Resultados de la definición del monitoreo de las medidas de control del SAP Aguas Blancas-Argentina

Etapa	Medida de control	Limite crítico	Qué	Dónde	Cuándo	Cómo	Quién	Medida correctora
Cuenca	Evaluación de metales pesados	Parámetros por encima de lo permitido por la norma	Metales pesados	Agua de la cuenca	Mensual	Toma de muestras	Aguas del Norte	Ministerio de salud del nivel provincial
	Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Parámetros por encima de lo permitido por la norma	Residuos de plaguicidas y fertilizantes	Agua de la cuenca	Añual	Toma de muestras	Aguas del Norte	Ministerio de salud del nivel provincial
	Gestión integrada del recurso hídrico	Déficit	Recurso hídrico	Cuenca	Añual	Verificación de caudales	Aguas del Norte	Gobierno provincial
	Educación sanitaria respecto a residuos sólidos	Presencia	Residuos sólidos	Cuenca	Añual	Inspecciones sanitarias	Ministerio de salud local	Gobierno provincial
Captación	Adquisición urgente de bomba	Ausencia	Bomba de reposición	Planta	Permanente	Inspección	Aguas del Norte	Gobierno provincial
	Reforzar el tratamiento del agua	Tratamiento deficiente	Agua de consumo humano	Planta de tratamiento	Permanente	Inspección sanitaria	Ministerio de salud local y Aguas del Norte	Gobierno provincial
	Reforzar el tratamiento del agua							
Almacenamiento	Rehabilitar tapa toda la parte superior del tanque de almacenamiento	Presencia	Grietas	Parte superior del tanque	Semestral	Inspección	Aguas del Norte	ENRESA
Tratamiento	Revisar el sistema de cloración	Menor a 0,5 mg/l	Cloro residual	Cualquier punto de inspección	Diario	Medición de cloro residual	Ministerio de salud local	Gobierno provincial
	Inspección de cloro residual	Ausencia	Cloro residual	Cualquier punto de inspección	Diario	Medición de cloro residual	Ministerio de salud local	Gobierno provincial
	Verificar nivel de cloro en la red	Presencia de fuerte olor	Excesivo cloro	Viviendas	Diario	Percepción sensorial	Autoridades locales	Ministerio de salud local
	Verificar dosificación de sulfato de aluminio	Inspección	Dosificación de sulfato de aluminio	En la planta de tratamiento	Diario	Sistema de dosificación	Aguas del Norte	ENRESA
Distribución	Campaña de formalización	Presencia	Conexiones clandestinas	Sistema de agua potable	Semestral	Inspección sanitaria	Aguas del Norte	Autoridades locales
	Educación sanitaria	Inadecuado	Almacenamiento de agua	Domicilios de los usuarios	Mensual	Inspección	Ministerio de salud local	Delegación Municipal

V. IMPLEMENTACION DEL PSA TRINACIONAL



**BOLPEBRA
BOLIVIA**



**IÑAPARI
PERU**



**ASSIS
BRASIL**

**FUNDACION SUMAJ HUASI
2009 – 2010**

Modulo: Conformación del equipo.-

Similar a los casos anteriores.

Tabla 36: Equipo de trabajo del PSA.

Nombre	Entidad	Cargo	Rol en el Equipo PSA	Información de contacto	
				Teléfono	Email
PERU					
Alfonso B. Cardozo Mouzully	Municipalidad de Iñapari – Tahuamanu	Alcalde	Líder local		mptahuamanu@hotmail.com
Jorge Barra Gonzales	Municipalidad de Iñapari – Tahuamanu	Regidor	Líder local	082-982617450	mptahuamanu@hotmail.com
Juana Justina Ramos Quispe	Municipalidad de Iñapari - Tahuamanu	Imagen Institucional y Protocolo	Informado		
Raul Vargas	Municipalidad de Iñapari - Tahuamanu	Asistente Imagen Institucional y Protocolo	Informado		
Edgar Diomedes Paniagua Trujillo	Municipalidad de Iñapari - Tahuamanu	Operador del Sistema de Agua Potable	Informado		
Mirian Romero Mamani	Municipalidad de Iñapari - Tahuamanu	Secretaria General	Informado		tautuilo@hotmail.com
Miguel Angel Vasquez Rodriguez	Poder Judicial	Juez de Paz	Informado		Vasquez-rodriguez@hotmail.com
Flavia Bejarano de O.	Asociación Comité Villa Primavera	Secretaria	Informado		
Sabina Arias S.	Bte C. Agre		Informado		
Sonia Jara Garcia	UPIS Virgen del Rosario	Secretaria	Informado	982-980307	
Francisco Huaynacho	I.E. Elena Berta	Administrativo	Informado	082-604037	
Leida Aguirre Baca	Barrio La Colonia	Presidenta	Informado	982-609881	
Cosme Gonzalo Rodriguez	Barrio La Colonia	Vecino	Informado	082-69654	
Yesenia Hermoza	Barrio La Colonia	Vecina	Informado	082-982-708463	
Jeidy Sanchez Cotrine	Barrio la Colonia	Vecina	Informado	082-798425	
Plinio Rojas Gomez	Barrio La Colonia	Vecino	Informado	982-775997	
Lucy Maribel Ramirez Encinas	Ministerio de Agricultura. Ex INRENA	Ingeniero Forestal	Informado	082-982-772398	Lucita_77@hotmail.com
Eddy Torres Ramirez	Sociedad Z Franfurt. SZF	Administrador	Informado		eddy@szfperu.org
Willy Lucas Neyra	SZF	Guardaparque	Informado		
Ernesto Payaba Cachique	SZF	Guardaparque	Informado		
Milagros Silva Bullon	WWF. OPP	Especialista en Conservacion	Informado		Milagros.silva@wwfceah.org
Yovana Minaya Callaza	APECO	Coordinadora de Proyectos	Informado		yvanaloqz@yahoo.es
Silvia Sanchez	APECO	Biologa	Informado		silvia@apeco.org.pe
Leonor	Comité de Gestion	Presidente	Informado		leoncita@hotmail.com comcgb_madera@hotmail.com

BRASIL					
Antonio Jorge Da Cunla	Departamento Estadual de Aguas y Saneamiento (DEAS) de Assis	Gerente	Líder local	99655222	
Ana Maria Cunha N. Figueredo	Ministerio de Salud Brasil Secretaria de Salud de Assis	Secretaria de Salud	Líder local	3548-1414	Anacunha31@hotmail.com
Maria Elita	Departamento Estadual de Aguas y Saneamiento (DEAS) de Assis	Asistente	Informado		elitinhaig@hotmail.com
Raimundo N.S. Da Silva	Secretaria de Saude	Agente de Zoonosis	Informado	99789407	
Joao Ferreira Da Silva	Secretaria de Saude	Agente Administrativo	Informado	99972125	
Slanoel Ferreira da Silva	Secretaria de Saude Vigilancia sanitaria	Fiscal sanitario	Informado	99840041	
Elenildo Barreto	Secretaria de Saude	Fiscal sanitario	Informado		elenildobs@hotmail.com
Juani Maria Dos Santos	T.B.S.	ACS	Informado		
Maria Aparecida N. Dos Santos	Secretaria de Saude	Fiscal Sanitario	Informado	35481414	
Ibelia Maria Dos Santos	Secretaria de Saude	A.C.S.	Informado		
Leila C. S. Gadelha	Secretaria de Salud	Coordinadora PSF	Informado		leilagadelha@hotmail.com
Maria de Nazai F.F	Secretaria de Salud	A.C.S	Informado		
Maria Alice M. Farias	Escuela Iris Celia	Profesora	Informado	99672146	
Manoel Lisboa	Fundación Nacional de Salud. FUNASA Ministerio de Salud Brasil	Ingeniero	Informado		Coreac.sapro@funasa.gov.br
Sueli C. Takada	FUNASA-ACRE	Farmacéutica-Bioquímica	Informado		Seulitakada@funasa.gov.br
Vilma Ramos Feitosa	FUNASA-BRASILIA	Gerente de Calidad de Agua	Informado	61-3314-6453	Vilma.feitosa@funasa.gov.br
Paulo Espindola Da Silva	FUNASA-ACRE	Químico	Informado	68-8117-2888	Paulo.e.silva@funasa.gov.br y pauloespindola@bol.com.br
Ricardo Verde Selva	Estado de Acre Departamento Estadual de Agua y Saneamiento. DEAS	Director Técnico y Operacional	Informado	68-3223-3435	Ricardo.selva@ac.gov.br
BOLIVIA					
Ceferino Santos	Organización Territorial de Base. OTB	Presidente	Líder local		
Abel Zabala Cruz	Organización Territorial de Base. OTB	Vicepresidente	Líder local		
Jair Rodriguez	OTB	Comunario	Informado		
Basilio Zabala	OTB	Comunario	Informado		
Vicenta Cruz	Club de Madres	Presidenta	Líder local		
Delia Cortez	Escuela de Bolpebra	Directora	Líder local		

Litse Plata	Escuela de Bolpebra	Profesora ciclo básico	Informada		
Chistian Montaña	Escuela de Bolpebra	Profesor ciclo intermedio	Informado		
Santusa Castillo	Establecimiento de Salud de Bolpebra	Enfermera - Jefe	Líder local		

Tabla 37: Equipo de trabajo del PSA. Relación de participantes en el taller de validación del PSA Trinacional: Iñapari – Perú, Assis – Brasil y Bolpebra – Bolivia.

Nombre y Apellidos	Institución	Cargo	Telefono/Email
IÑAPARI - PERU			
Felix Humberto Baca	Municipalidad provincial de Tahuamanu	Subgerente de Gestion Ambiental	982983003 Fbi_forestysig@yahoo.es
Roger Huilcahuaman	Municipalidad provincial de Tahuamanu	Regidor	959919428
Celso Curi Paucarmaita	Municipalidad provincial de Tahuamanu	Alcalde	982723281
Oscar Huaman Espirilla	Comité de Desarrollo	Vicepresidente	Oscarteo777@hotmail.com
Miguel Jose Asa Sotelo	CLAS Tres fronteras Iñapari	Gerente	982-783997
Sergio Rudaz Cabrera	Comité de Desarrollo	Presidente	982752284
Hernan Carrera J	Sociedad civil	Ciudadano	
ASSIS – BRASIL			
Manoel Ferreira da Silva	Vigilancia Sanitaria de la Secretaria de salud de Assis	Coordinador	99430293 Manoelferreira28@hotmail.com
Elenildo Barreto de Souza	Vigilancia Sanitaria de la Secretaria de salud de Assis	Fiscal	elenildobs@hotmail.com
Maria Aparecido N. Dos santos	Vigilancia Sanitaria de la Secretaria de salud de Assis	Fiscal	99895351 Apa.cido@hotmail.com
Paulo Espindola da silva	FUNASA	Químico	55-68-8117-2888 Paulo.e.silva@funasa.gov
Quizia Menezes Ferreiro	Sec. Medio ambiente	Tec. Ambiental	99816955 Quiziomenezes2009@hotmail.com
Ana Maria Cunha N. Figueredo	Secretaria de salud de Assis	Secretaría de salud	anacunha@hotmail.com
Shirlene Malmira Azevedo	FUNASA Servicio de Salud ambiental	Jefe	99895211 Shirlene.melo@funasa.gov.br
Duili Etsuko Takada	FUNASA	Superintendente	Sueli.takada@funasa.gov.br
Cezario Carto de Ari	FUNASA SADUC	Educador	(68) 99947808
Mauricio Prado Vetaze	DEPASA	Gerente	(68) 99114206

BOLPEBRA - BOLIVIA			
Ronald Ali Gutierrez	SEDES - PANDO	Responsable Programa Saneamiento Ambiental	71262418 aliupss@hotmail.com
Irineo Ayllon Martinez	OTB Bolpebra	Presidente	72924746
Luis Ojapi	Prefectura Pando	Técnico	72237412

Modulo: Descripción de los Sistemas de Agua Potable.-

Características de la cuenca hidrográfica.- La cuenca hidrográfica que comprende Iñapari (Perú), Assis (Brasil) y Bolpebra (Bolivia) corresponde a la cuenca del río Acre y el río Yeverija, considerando que el río Acre tiene su cauce casi en la línea de frontera entre el Perú, Brasil y Bolivia. El río Acre nace en territorio peruano. Es un río internacional de curso continuo y desde la población Bolpebra (hito tripartito entre Bolivia, Perú y Brasil) a lo largo de 125 Km marca la frontera de Bolivia con Brasil, hasta recibir la afluencia del arroyo Bahía en las proximidades de la ciudad de Cobija de donde sigue hacia el norte en territorio brasileño, y desembocar al río Purus y de éste hacia el Amazonas. Tanto en Iñapari, Assis y Bolpebra, el principal uso del agua es para consumo poblacional, seguido por el uso agropecuario.

Figura 63: Cuenca hidrográfica



Descripción del Sistema de Agua Potable de Iñapari Perú.-

Iñapari, es un distrito y su vez capital de la provincia de Tahuamanu de la Región Madre de Dios, del Perú. Es frontera de Bolivia (Bolpebra) y Brasil (Assis), separados por el Río Acre. Se ubica en el margen izquierdo de los ríos Acre y Yaverija, a una altitud de 237 m.s.n.m. y enmarcado entre las coordenadas geográficas 10° 57' 48" latitud sur y 69° 35' 30" longitud oeste; su clima es cálido y húmedo, característica de la zona de selva baja tropical húmeda, con temperaturas variables, desde mínimas que superan los 10°C en época de friaje y temperaturas máximas que llegan hasta 36°C, teniendo una temperatura promedio de 26°C.

El suelo presenta su mayor capacidad para uso forestal (60%) siguiéndole en importancia el uso agropecuario (24%) y los 16% restantes como bosque de protección. La actividad de mayor importancia económica es la extracción de la goma. Los registros de la temperatura máxima absoluta dan valores de 41°C en Iberia (provincia contigua a Tahuamanu) y 39°C en Iñapari. Asimismo, la temperatura mínima absoluta dan valores de hasta 6°C en Iberia; y 6.4° C en Iñapari respectivamente. La red hidrográfica del área está representada por los ríos Acre, Tahuamanu y Yaco, presentan caudales apreciables principalmente en la época de lluvia, lo que permite la navegación con motores fuera de borda. Este medio de transporte es utilizado con frecuencia por los pobladores ribereños. La principal vinculación terrestre es la carretera nacional e internacional Matarani-Arequipa-Juliaca-Urcos-Pto.Maldonado-Iñapari, es considerada en América del Sur como la Carretera Interoceánica,

Figura 64: Municipalidad distrital de Iñapari – Perú, e ingreso desde Brasil.



Indicadores del Servicio de Agua Potable.-

La cobertura del servicio de agua potable es de 82%, los pobladores restantes disponen pozos de agua tubulares.

Tabla 37: Indicadores cuantitativos del Sistema de Agua Potable de Iñapari-Perú.

Tipo de conexiones	Conexiones	Población
Conexiones totales de agua potable	1 067	1 288
- Población de Iñapari, Perú (Censo, 2007): 1 288		
Porcentaje de la población con conexiones de agua potable	Conexiones totales de agua potable / Población	1067/1288=82%

Fuente: Elaboración por Equipo Consultor

Información de la calidad del agua.-

El agua distribuida para el consumo humano en Iñapari, fue sometida a la determinación de cloro residual, en viviendas cercanas y alejadas a la planta de tratamiento y en el

lugar intermedio en la plaza principal. Solo se encontró la presencia de cloro residual por encima de lo establecido por la norma nacional, en las viviendas cercanas a la planta de tratamiento, como se aprecia en el grafico y figura siguientes, donde se muestra en primer lugar cloro residual conforme a las normas legales vigentes, en viviendas muy cercanas a la planta de tratamiento en contraposición donde no se aprecia presencia de cloro residual en viviendas alejadas a la planta.

Grafico 22: Medición de cloro residual en el SAP de Ñapari-Perú.



FUENTE: Equipo Consultor.

Figura 65: Determinación de cloro residual en el SAP de Ñapari.



El ministerio de salud a través de la Unidad de Salud Ambiental del Centro de Salud de Ñapari, es la encargada de vigilar la calidad del agua para consumo humano, acción que se realiza periódicamente, bajo el programa nacional de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano supervisado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) Lima. Dicha actividad se limita a la observación de cloro residual en el agua distribuida.

Grafico 23: Cloro residual, por mes en el año 2009, en el SAP Ñapari.



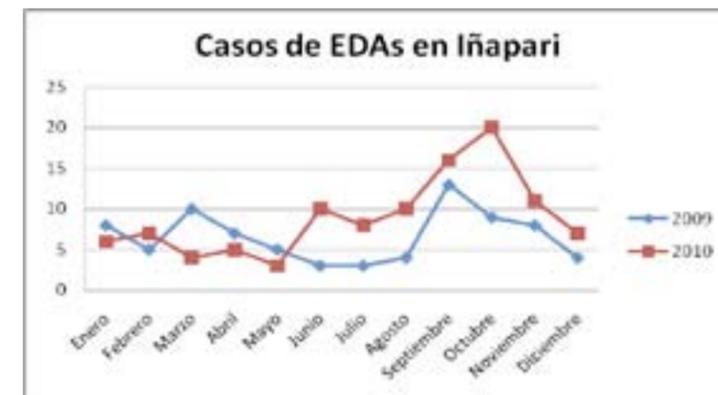
FUENTE: Equipo Consultor.

En función a este grafico podemos señalar que el cloro residual encontrado en el SAP de Ñapari, Perú, se encuentra dentro de los parámetros establecidos por Ley.

Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.-

Se obtuvo información de las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) del año 2009 y 2010 del centro de salud de Ñapari, en el cual se aprecia intermitencia en su presentación, observándose que en los dos últimos meses del año se reduce notablemente las EDAs, además tiene casi una presentación estacional observándose además que el año 2010 respecto al 2009, se ha incrementado considerablemente en los últimos meses del año; pudiéndose atribuir ello al consumo de agua, considerando que las EDAs están relacionadas a la calidad del agua que se consume y relacionada además con la temperatura ambiental.

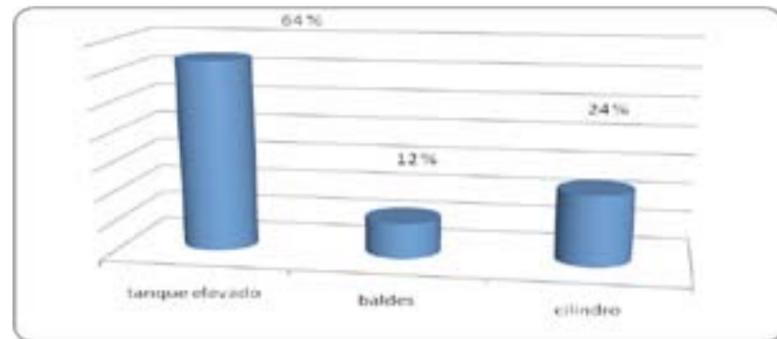
Grafico 24: Enfermedades diarreicas agudas, en el año 2009 y 2010 Ñapari.



Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.-

El equipo consultor vio por conveniente realizar una encuesta a los pobladores usuarios del SAP en cada localidad de trabajo con la finalidad de obtener información relevante; esta encuestas fue realizada por personal de los establecimiento de salud locales y/o de los municipios quienes previamente fueron capacitados.

Grafico 25: Lugar de almacenamiento del agua en los hogares

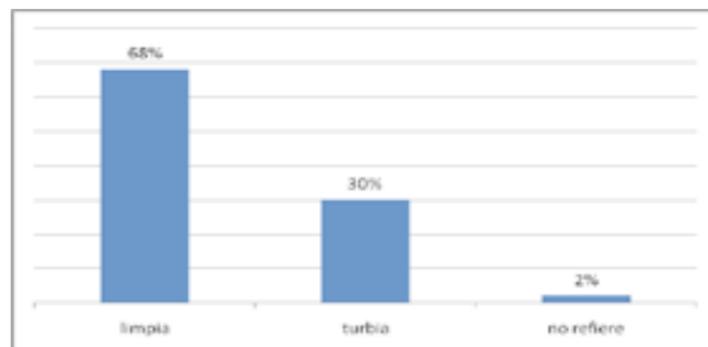


FUENTE: Equipo Consultor.

La gran mayoría de la población encuestada almacena agua en tanques elevados, seguido de cilindros y baldes.

Respecto a la calidad de agua que consumen consideran en su mayoría, que el agua que consumen es limpia.

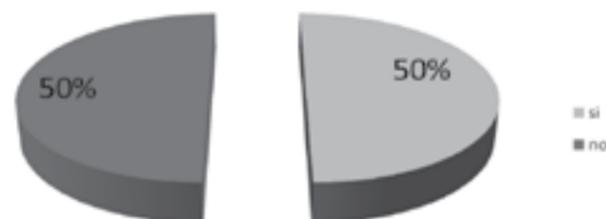
Grafico 26: Percepción de la calidad de agua que consumen



FUENTE: Equipo Consultor.

De las familias encuestadas con niños, la mitad señalaron que sus hijos menores a cinco años enfermaron con diarrea.

Grafico 27: Niños que enfermaron con diarrea



FUENTE: Equipo Consultor.

Descripción detallada del sistema de agua potable.-

El sistema de agua es administrado por la propia municipalidad, recayendo en la gerencia de mantenimiento y operaciones dicha responsabilidad, sin embargo es únicamente una persona la responsable de realizar la operación y manejo del sistema de agua potable de Ñapari, siendo muy básico su organización y su operación.

Captación: El sistema de abastecimiento de agua de la localidad de Ñapari, tiene su principal fuente de captación de aguas superficiales, dicha captación se ubica aproximadamente a 4 km de la localidad de Ñapari, a una altitud de 266 msnm, cuyas coordenadas absolutas son 10 58 32 52 S y 6933 35 94 O. Tiene un caudal de 2.05 l/seg actualmente.

Figura 66: Captación de agua en el SAP de Ñapari-Perú.



Conducción de agua cruda: Esta se realiza por bombeo a través de una línea de impulsión, por medio de tuberías de tipo PVC clase 7,5 de un diámetro nominal de 110 mm y una longitud de 402,10 metros lineales. El agua es almacenada temporalmente en una cámara de reunión donde se ubica la estación de bombeo.

Figura 67: Estación de bombeo del SAP Ñapari.



Almacenamiento: El almacenamiento se realiza en un reservorio circular de 100 m³, de capacidad, el cual cuenta con una caseta de válvulas, ya muy deterioradas los cuales en un futuro muy próximo serán rehabilitadas y renovadas.

Figura 68: Foto del Reservorio del SAP de Iñapari-Perú



Tratamiento: El único proceso de tratamiento de aguas, es por medio de la aplicación de cloro (hipoclorito de calcio) de forma manual, actividad que se realiza en el mismo reservorio, y todos los días por la persona encargada, quien realiza la dilución manual del hipoclorito de calcio (600 gr al día) en un balde de 5 litros, el cual luego es vertido en el tanque de almacenamiento y posterior distribución. No existe en el lugar un mecanismo de determinación de la concentración de cloro.

Figura 69: Cloración manual en el SAP de Iñapari.



Red de distribución: La red de distribución está conformada por tuberías de clase 7.5 de diámetro nominal 110 mm en una longitud de 782 metros lineales para clase de 10 de diámetro nominal de 110 mm en una longitud de 270 metros lineales en redes principales y tuberías de clase 7.5 de diámetro nominal de 75 mm en una longitud de 1,985 metros lineales, para la clase de 10 y 75 mm de diámetro una longitud de 146 metros lineales y de 63 mm de diámetro nominal clase 7.5 en una longitud de 1,324 metros lineales en redes secundarias.

Figura 70: Mapa de distribución del Agua Potable en Iñapari-Perú



FUENTE: Municipio Iñapari.

Conexiones y tarifas.-

Las conexiones domiciliarias se realizan en tuberías de PVC de Ø ½" mayormente y algunas instituciones como el propio municipio y otros con Ø de ¾". Debido a la situación precaria

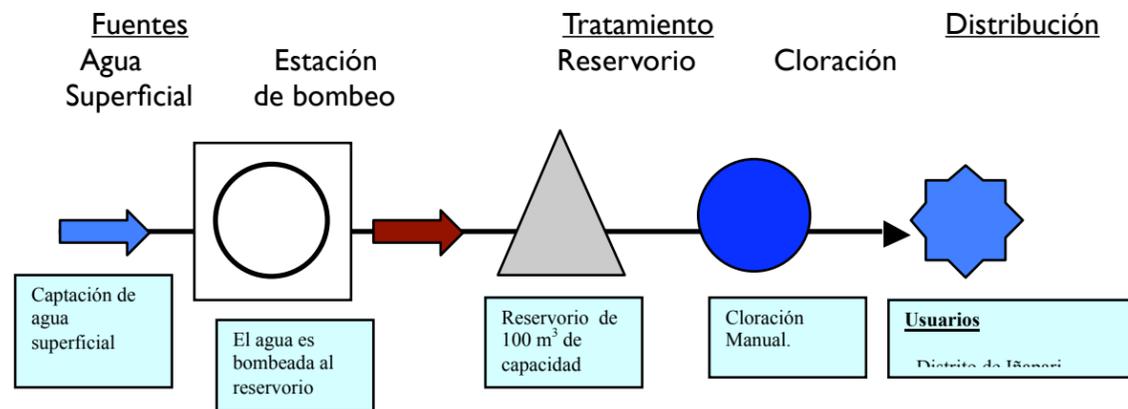
del manejo del SAP, solo existe una sola categoría de usuarios, por tanto existe una sola tarifa, de apenas S/. 4.00 nuevos soles, que en realidad es una tarifa simbólica y que no cubre ninguna operación de mantenimiento del SAP, ello es cubierto por la municipalidad.

Almacenamiento intradomiciliario en Iñapari - Perú: Al no existir una continuidad de 24 horas de servicio (la que en realidad es aproximadamente solo de 1 ½ a 2 horas diarias) la población se ve obligada a almacenar el agua a nivel domiciliario, la que se realiza en tanques de PVC, muy pocas veces aéreos, ya que en su mayoría están al nivel del piso.

Figura 71: Fotografías del almacenamiento intradomiciliario en Iñapari Perú.



Flujograma del Sistema de Agua Potable de Iñapari - Perú.-



Descripción del Sistema de Agua Potable de Assis Brasil.-

Assis, es un municipio Brasileño del estado de Acre. Fue fundado por Vicente Bessa el 1 de marzo de 1963 y se independizó del municipio de Brasiléia el 14 de mayo de 1976. Debe su nombre al embajador Joaquim Francisco de Assis Brasil que tuvo un papel destacado junto al Barón del Río Branco y José Plácido de Castro en la Cuestión de Acre, que terminó con la firma del Petrópolis, que aseguró a Brasil la posesión del actual estado de Acre y su explotación. Limita al norte con el municipio de Sena Madureira, al sur con Perú y Bolivia, al este con el municipio de Brasiléia y al oeste con Perú. –Se encuentra en 69° 53'33" de longitud y -10° 91'67" de latitud, su altitud media es de 269 msnm. El clima de la región es

tropical cálido, estacional húmedo, caracterizado por presentar precipitaciones abundantes y una corta estación seca, la temperatura media anual del área de estudio fluctúa entre 22° C a 26° C, con muy poca variación durante el año. La precipitación media en el área es de 1.800 mm anuales aproximadamente. La red hidrográfica del área del proyecto está representada por tres ríos principales: Tahuamanu, Acre y Yaco, que discurren de oeste a este y reciben un gran número de cauces menores, y presentan caudales apreciables principalmente en la época de lluvias, lo que permite con las ligeras restricciones, la navegación. La vegetación esta constituida por bosques densos perennifolios propios de los trópicos. Existen áreas de reproducción de diferentes especies, favorecidos por la presencia de aguajales, cochas, pantanos, lagos y lagunas marginales, como criaderos naturales. Cuenta con la carretera asfaltada que comunica con Brasileia con una longitud de 109 kms, transitable todo el año

Figura 72: Gobierno Municipal de Assis – Brasil y puente internacional de integración entre Brasil y Perú.



Indicadores del Servicio de Agua Potable.-

Actualmente tiene una cobertura del 79%, el servicio de agua potable, existiendo en el momento un 11% de la población, atendida por el sistema de agua potable antiguo, y un 10% de la población que posee agua de pozos tubulares privados.

Tabla 38: Indicadores cuantitativos del SAP de Assis-Brasil.

Tipo de conexiones	Conexiones	Población
Conexiones totales de agua potable	830	4 482
- Para la población atendida se toma el factor de 5.4 habitantes por vivienda		
- Población de Assis Brasil (IBGE, 2009): 5 662		
Porcentaje de la población con conexiones de agua potable	Conexiones totales de agua potable / Población	4482/5662=79%

Fuente: Elaboración propia en base a la información recibida por el DEAS Assis. - Brasil.

Información de la calidad del agua.-

Como en el resto de países de América latina, la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano esta a cargo del ministerio de salud del Brasil, que en este caso corresponde a la secretaria de salud de Assis, a quienes realizan un informe mensual del control de calidad

realizado por personal del Departamento de Pavimentación, Saneamiento y Agua (DEPASA) del Estado de Acre, al cual el equipo consultor tuvo acceso sobre todo respecto a cloro residual (media de análisis mensual); a continuación se muestra el promedio de la medición de cloro residual del año 2009 en el sistema de distribución, el cual se mide en 8 puntos del sistema de distribución, cuyos resultados se encuentran por encima del límite mínimo requerido por la norma sanitaria vigente. Ya que la legislación brasileña (Portuaria Nro 518/2004), recomienda en su artículo 13, que el agua debe contener 0,5 mg/l de cloro residual siendo obligatorio un mínimo de 0,2 mg/l en cualquier punto de la red de distribución, igualmente en el artículo 16, acápite 2do señala que el nivel máximo de cloro residual libre, en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, debe ser de 2,0 mg/l.

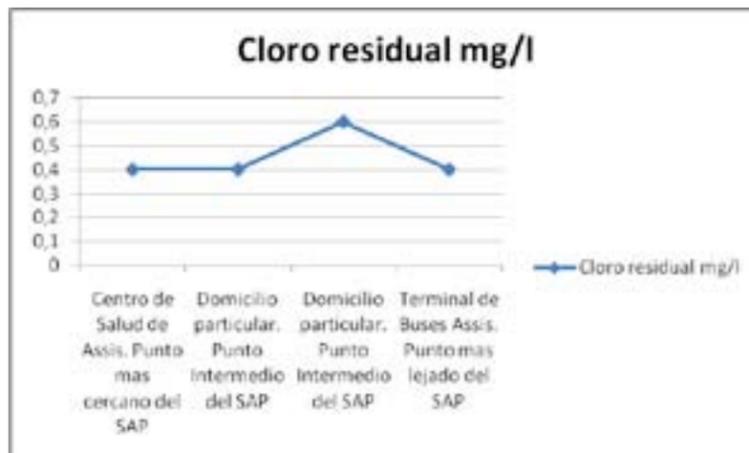
Grafico 28: Datos de cloro residual del SAP de Assis.



Fuente: DEAS Assis.

Del mismo modo el equipo consultor realizo la medición puntual de cloro residual en distintos puntos de Assis, encontrándose que el cloro residual se encuentra dentro del parámetro recomendado por la OMS y la norma nacional de referencia del Brasil.

Grafico 29: Medición de cloro residual en Assis-Brasil.

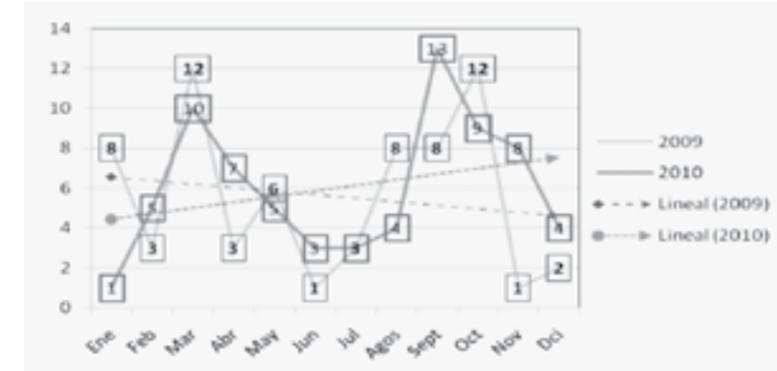


FUENTE: Equipo Consultor.

Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.-

A continuación se muestran datos de las enfermedades diarreicas agudas (EDAs), presentadas en el año 2009, las que fueron elaboradas en base a la información de la secretaria de salud de Assis; en el cual se observa una disminución de las diarreas en los últimos tres meses del año, periodo que coincide con la época de lluvias a nivel local.

Grafico No 30: Casos de EDAs, 2009 y 2010 en Assis Brasil. Con Líneas de Tendencia Lineal para ambos años



FUENTE: Equipo Consultor, basado en información facilitada por la Secretaria de Salud Assis.

Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.-

A fin de conocer la percepción de los pobladores respecto al servicio de agua potable, se ha realizado una encuesta a usuarios del sistema de agua potable de la localidad de Assis-Brasil, cuyos principales resultados se muestran a continuación.

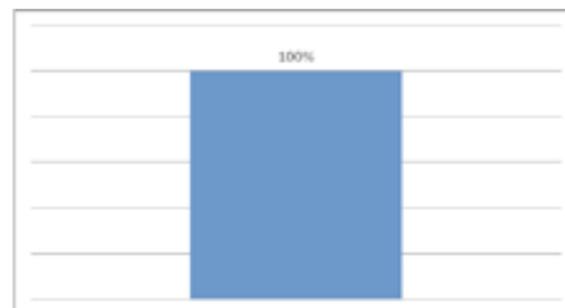
Grafico 31: Lugar de almacenamiento intradomiciliario de agua



FUENTE: Equipo Consultor.

Todos los encuestados refieren almacenar el agua en tanques elevados, a pesar que la continuidad del servicio de agua potable es de 24 horas al día, mas por un tema de precaución, ya que en años anteriores el servicio de agua potable no era continuo.

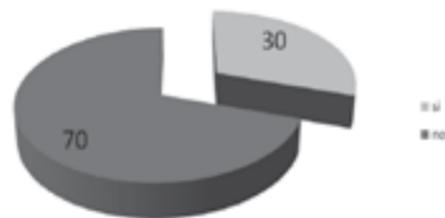
Grafico 32: Respecto del agua que consumen



FUENTE: Equipo Consultor.

Todos los encuestados consideran que el agua que consumen es de aspecto limpio

Grafico 33: EDAs en niños menores a 5 años



FUENTE: Equipo Consultor.

De las familias encuestadas con niños, el 30% señalaron que sus hijos menores de 5 años presentaron eventos de diarrea.

Descripción detallada del sistema de agua potable.-

El sistema de abastecimiento de agua es administrado por el Departamento de Pavimentación, Saneamiento y Agua (DEPASA) de Assis. Tiene una cobertura de servicio del 79%, un 11% de la población es atendida con el antiguo sistema de agua potable (agua que no es tratada) y un 10% de la población poseen pozos tubulares privados (información recibida por el DEPASA)

Captación.-

La captación del agua se realiza desde un afloramiento de aguas subterráneas, que forma una laguna o curuchi con una profundidad de 4 metros. La captación se realiza por medio de una plataforma flotante, en el cual se ha instalado una bomba eléctrica de eje horizontal. Se bombea un caudal real de 60 lt/seg, sin embargo al reservorio solo ingresa 30 lt/seg. De la captación el agua es bombeada hasta la planta de tratamiento. Es importante señalar que el lugar no cuenta con un cerco de seguridad no existiendo barrera alguna para animales silvestres.

Figura 73: Captación del SAP de Assis-Brasil.



Conducción de agua cruda: El agua bombeada de la captación es transportada a través de una línea de impulsión, hasta la planta de tratamiento, resaltando que la tubería es muy antigua.

Figura 74: Equipo de bombeo del SAP Assis, Brasil.



Almacenamiento y tratamiento: El tratamiento del agua se realiza mediante un sistema cerrado en dos tanques metálicos de acero con revestimiento epóxico. El tratamiento es de tipo convencional con el empleo de sulfato de aluminio, filtración en lecho de arena y desinfección mediante cloro.

Figura 75: Sistema de Tratamiento del SAP de Assis.



El sulfato de aluminio es preparado en cubetas especiales en las cuales se añade el químico de forma granular y se disuelve en agua con ayuda de agitadores eléctricos.

Figura 76: Agitadores eléctricos en el SAP de Assis.



El sulfato es inyectado al ingreso del agua al sistema de tratamiento mediante una bomba peristáltica continua.

En el primer tanque se produce la floculación y sedimentación de los materiales en suspensión, siendo que los mismos son purgados periódicamente para su limpieza.

El agua decantada pasa por gravedad al segundo tanque, el mismo consiste en un filtro de arena fina seleccionada que permite la retención de cualquier floculo muy pequeño que no sedimenta en el procesamiento.

Figura 77: Inyección de cloro en la tubería de salida en el SAP Assis.



El almacenamiento se realiza en un tanque de hormigón armado, a partir del cual se realiza la distribución del agua a la red.

Figura 78, Tanque de almacenamiento de hormigón armado en el SAP Assis Brasil.



El tratamiento principal es la coagulación, aplicando para ello sulfato de aluminio 40 kg al día, dependiendo de la turbidez del agua bruta; cuya mezcla se realiza en el canal de conducción de la planta. La desinfección del agua se realiza con solución de Dicloro, cuya cantidad diaria es de 6 kg, el cual es introducido a la salida de la planta de tratamiento.

En la tubería de salida del filtro se inyecta el cloro preparado mediante bombeo.

Figura 79: Productos químicos usados en el tratamiento del agua en el SAP de Assis.



Red de distribución: La red de distribución en términos generales se comporta adecuadamente, sin embargo hay que señalar que es muy antigua, por lo que existen algunas fugas.

La distribución del agua se realiza mediante instalaciones domiciliarias con la modalidad de pago mensual por el servicio

Conexiones y tarifas: Las conexiones domiciliarias en su mayoría son de PVC de Ø ½” seguidas de tuberías de Ø de ¾”. La modalidad de pago por servicio es mensual, sin embargo hay que resaltar que la morosidad de los usuarios afecta el normal funcionamiento del sistema de agua potable. Existen las siguientes tarifas comerciales:

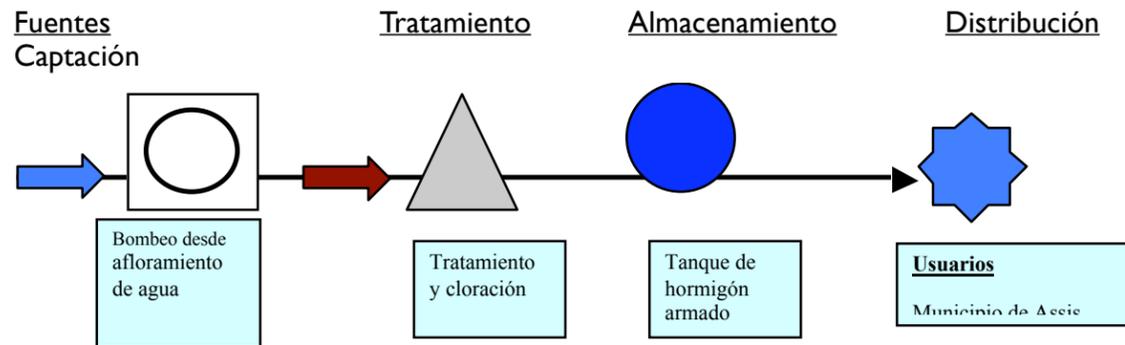
Doméstico	10,76 reales
Comercial	19,76 reales
Industrial	22,76 reales
Publico	Asumido por DEPASA

Almacenamiento intradomiciliario en Assis Brasil: A pesar de contar con un servicio continuo de 24 horas al día, la población almacena agua en tanques elevados de PVC y ferrocemento.

Figura 80, Almacenamiento intradomiciliario en Assis, Brasil



Flujograma del Sistema de Agua Potable de Assis - Brasil



GOVERNO DO ESTADO DO ACRE						
Secretaria de Estado de Infra-Estrutura						
Departamento Estadual de Pavimentação e Saneamento						
Diretoria de Saneamento - DISAN						
Divisão de Controle Sanitário e Gestão Ambiental						
Título: Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas nos anos de 2009 e 2010						
Localidade: Assis (Brasil) Data: ago/11						
ANO	MÊS	RESULTADOS DAS ANÁLISES				
		MÉDIA MENSAL			Coliformes Totais (Reservatório e Rede)	Escherichia Coli (Reservatório e Rede)
Turbidez (Reservatório)	Cor (Reservatório)	Cloro Residual Livre (Rede)				
2009	Janeiro	NC	NC	NC	NC	NC
	Fevereiro	13,6	32,5	0,50	NC	NC
	Março	17,4	37,5	1,00	NC	NC
	Abril	13,7	35,0	1,25	NC	NC
	Maió	3,6	25,0	1,25	NC	NC
	Junho	2,5	27,5	2,00	NC	NC
	Julho	2,3	22,5	2,00	NC	NC
	Agosto	0,4	5,5	2,00	Ausência	Ausência
	Setembro	1,0	12,5	2,25	Ausência	Ausência
	Outubro	1,0	10,0	1,75	Ausência	Ausência
	Novembro	8,7	15,0	2,75	Ausência	Ausência
	Dezembro	38,4	45,0	2,00	Ausência	Ausência
2010	Janeiro	0,9	NC	1,50	Ausência	Ausência
	Fevereiro	0,5	NC	2,00	Ausência	Ausência
	Março	1,1	NC	2,50	Ausência	Ausência
	Abril	1,3	5,0	2,00	Ausência	Ausência
	Maió	3,8	5,0	1,65	Ausência	Ausência
	Junho	1,7	NC	2,50	Ausência	Ausência
	Julho	1,9	NC	2,10	Ausência	Ausência
	Agosto	1,7	5,0	2,00	Ausência	Ausência
	Setembro	0,6	7,5	2,30	Presença (1)	Ausência
	Outubro	18,1	27,5	2,10	Ausência	Ausência
	Novembro	9,3	17,5	2,30	Ausência	Ausência
	Dezembro	3,0	5,0	2,50	Ausência	Ausência

Observações:

Em janeiro/2009 não foram realizadas coletas de amostras de água por não haver funcionário disponível para tal atividade.

Nos meses de fevereiro a julho de 2009 não foram realizadas análises bacteriológicas por falta de insumos.

Nos meses de janeiro a março, junho e julho de 2010 não foram realizadas análises de COR por falta de aparelho.

Legenda:

NC: Nada consta.

Ausência: Não foi detectada presença da referida bactéria em nenhuma amostra coletada no mês.

Presença (1): Em apenas 01 (uma) das amostras coletadas no mês foi detectada a presença da referida bactéria.

Filogenio Cassiano Ribeiro
 CH. Sec. Tra. Cont. de Qual. da Água

Descripción del Sistema de Agua Potable de Bolpebra Bolivia: Bolpebra es una pequeña localidad boliviana ubicada al extremo noroeste del país, en el departamento de Pando a orillas del río Acre en el punto tripartito entre Bolivia, Brasil y Perú, recibe este nombre de la conjugación de las primeras letras de los nombres de los tres países BOLIVIA, PERUY BRASIL. Tiene una superficie de 12 hectáreas y una población que ronda aproximadamente 180 habitantes.

Figura 81: Plaza principal de Bolpebra y vista parcial del punto tripartito



Indicadores del Servicio de Agua Potable.- Actualmente tiene una cobertura del 80%, el Comité de Agua Potable (CAP) a iniciativa propia ha realizado mejoras en la extensión de redes aumentando la longitud y la cobertura.

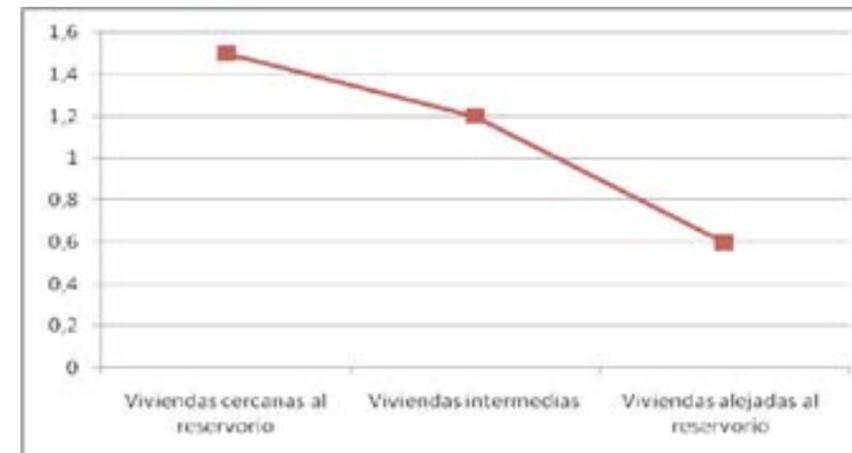
Tabla 39: Indicadores cuantitativos del SAP de Bolpebra-Bolivia.

Tipo de conexiones	Conexiones	Población
Conexiones totales de agua potable	36	180
- Para la población atendida se toma el factor de 5 habitantes por vivienda - Población de Bolpebra, Bolivia (2009): 225		
Porcentaje de la población con conexiones de agua potable	Conexiones totales de agua potable / Población	180/225=80%

Fuente: Elaboración propia en base a la información recibida por la OTB.

El equipo consultor, realizo la determinación de cloro residual, posterior a la instalación del equipo clorador, en viviendas alejadas, cercanas e intermedias al reservorio (5 muestras en cada una haciendo un total de 15 muestras), cuyos promedios de cloro residual disminuyen conforme las viviendas se alejan del reservorio, pero aun así se mantienen dentro de los límites exigidos por la norma nacional.

Grafico 34: Determinación de cloro residual en el SAP Bolpebra.



FUENTE: Equipo Consultor.

Igual que en el resto de países de América latina, la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano será realizada por el establecimiento de salud local.

Situación epidemiológica y su relación a la calidad del agua.-

El equipo consultor, obtuvo información de las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) del establecimiento de salud local en Bolpebra presentadas en desde mayo del 2009 hasta febrero del 2010, en el cual se observa una presentación sostenida de casos, con tendencia a disminuir, debido fundamentalmente a que el establecimiento de salud distribuye pastillas de cloro para la desinfección en domicilio. Esta endemicidad de las EDAs esperamos mejore, ahora que la población cuenta con el sistema de agua potable rehabilitado y con un sistema de cloración permanente del agua.

Grafico No 35: Casos de EDAs, de mayo 2009 a febrero 2010 en Bolpebra.

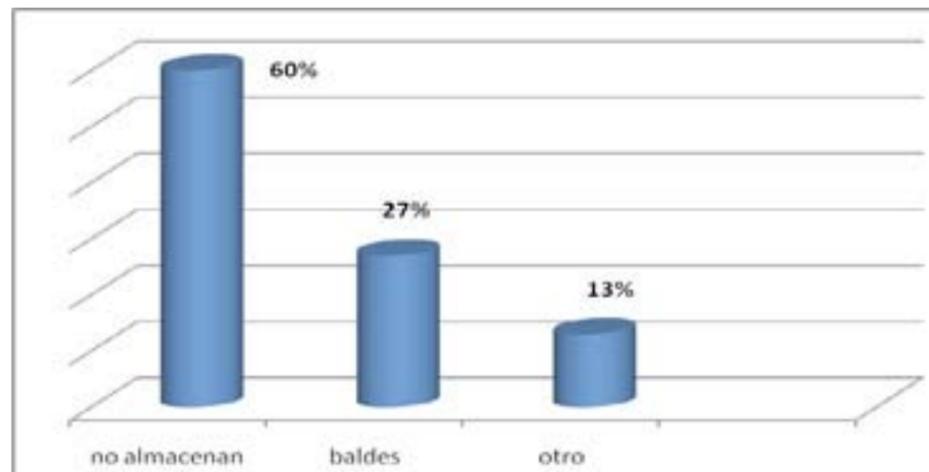


FUENTE: Equipo Consultor, basado en la información del establecimiento de salud de Bolpebra

Percepción de la población respecto a su salud y al servicio de agua potable.-

A fin de conocer la percepción de los pobladores respecto al agua potable de consumo humano, se ha realizado una encuesta en la localidad de Bolpebra-Bolivia, cuyos principales resultados se muestran a continuación.

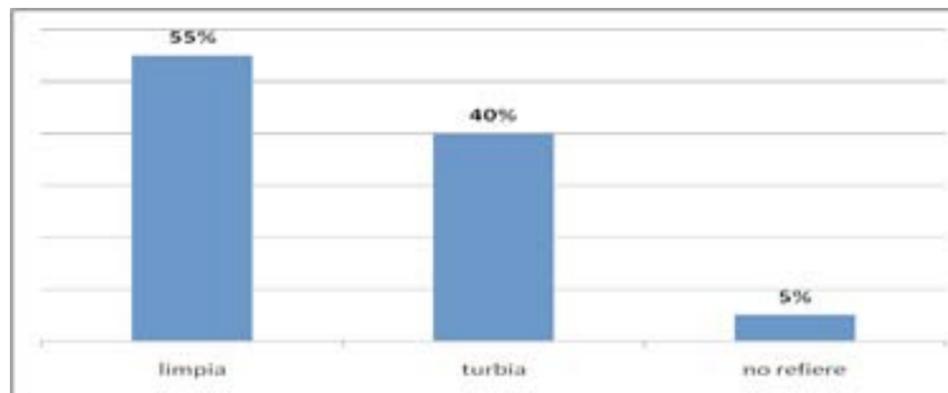
Grafico 35: Lugar de almacenamiento intradomiciliario de agua.



FUENTE: Equipo Consultor.

En su mayoría no almacenan el agua, ya que cuenta con un servicio de agua las 24 horas al día, sin embargo un 20% de los encuestados almacenan aun en baldes de plástico.

Grafico 36: Percepción de la calidad de agua que consumen



FUENTE: Equipo Consultor.

La mayoría de los encuestados consideran que el agua es limpia, sin embargo alguna familias consideran que el agua es turbia.

Grafico 37: Niños que enfermaron con algún tipo de diarrea



FUENTE: Equipo Consultor.

De las familias con niños, el 60 % refieren que sus niños menores de cinco años presentaron eventos de diarrea.

Descripción detallada del sistema de agua potable.-

El sistema de abastecimiento de agua esta operado por un comité conformado por pobladores de la comunidad, conocidos como "Comité de Aguas Potables".

Consiste en un sistema de agua que funciona por gravedad desde la fuente hasta un cárcamos de bombeo (almacenamiento) subterráneo y por bombeo desde el cárcamo hasta un tanque elevado de hormigón armado ubicado en la misma población, para su posterior distribución por una red de agua a nivel domiciliario por gravedad.

Figura: 82 Esquema del sistema de agua.

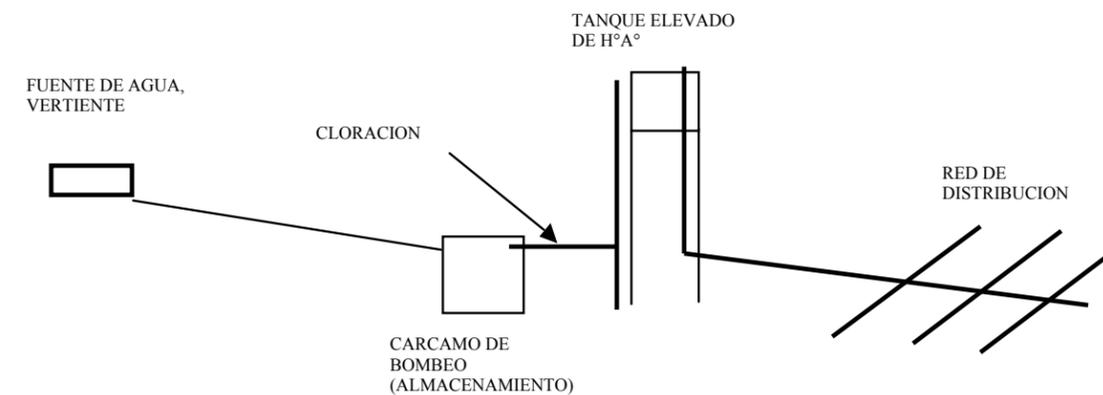


Figura 83: Sistema de agua potable de Bolpebra-Bolivia.



La ubicación por coordenadas de las unidades del sistema se detalla a continuación:

Tabla 40: Ubicación de puntos de referencia - Bolpebra

27/02/2010		COORDENADAS ZONA 19		ALTURA (msnm)	OBSERVACIONES
PUNTO	DISTANCIA	x	Y		
FUENTE ANTENA		10°57'06,10"	69°33'30,00"	248	OJO DE AGUA
ANTENA		10°57'06,40"	69°33'28,10"	252	ANTENA ENTEL
TANQUE		10°56'58,70"	69°33'49,16"	248	
PLAZA		10°56'56,00"	69°33'49,00"	230	
UNIDAD EDUCATIVA		10°56'50,00"	69°33'52,60"	231	ESCUELA BOLPEBRA
CENTRO DE SALUD		10°56'57,00"	69°33'39,60"	231	

FUENTE: Equipo Consultor.

Captación.-

La captación del agua es de una vertiente ubicada en una quebrada cerca de la antena de telecomunicaciones ENTEL de la población. La infraestructura corresponde a una obra de toma de "vertiente de ladera" con dimensiones de 1,50 m x 2,50 m x 0,60 m de profundidad con materiales en paredes de ladrillo y tapas de hormigón armado.

En el arranque o inicio de la obra de toma hacia la aducción tiene instalada tuberías de PVC de 4" aproximadamente 12 m.

Figura 84: Captación del SAP de Bolpebra-Bolivia.



Caudal en la fuente

Tabla 41: Calculo de caudales en fuentes de agua de Bolpebra

COMUNIDAD	DETALLE	UNIDAD
BOLPEBRA		
FUENTE I	VERTIENTE PAURO ENTEL	
CALCULO DEL CAUDAL		
CAUDAL FEBRERO/2010	0,061	LTS/SEG
EN LA FUENTE Y TUBERIA	0,122	LTS/SEG
CAUDAL FEBRERO/2010	10555,440	LTS/DIA
CAUDAL EN ESTIAJE	0,061	LTS/SEG
TIEMPO	36,000	SEG
VOLUMEN (FRASCO)	2,199	LTS
FORMA DE LA FUENTE	CAMARA DE HORMIGON SIN TAPA	
DIENSIONES	1,50 M X 2,50 M	
PROFUNDIDAD	0,6 M	

FUENTE: Equipo Consultor.

Aducción.-

Consiste en la conducción de agua por tuberías de PVC de 2" una distancia aproximada de 200 m y 320 m. con tubería de PVC de 1 1/2" hasta un cárcamo de bombeo ubicado al pie del tanque elevado ubicado cerca de la plaza principal de la población.

Cárcamo de bombeo (almacenamiento).-

Es un tanque (subterráneo) enterrado, ubicado cerca del tanque de almacenamiento elevado y esta construido con ladrillo y tapas de hormigón armado con una capacidad de 10 000 Lts. Esta unidad, cuenta con sus respectivos accesorios como ventilación y rebalse.

El rebalse es una tubería de PVC 2", orientada hacia la parte baja donde el agua fluye en forma permanente una vez lleno el tanque o cárcamo de bombeo.

Figura 85: Cárcamo de bombeo del SAP Bolpebra.



Bombeo.-

El bombeo se realiza con una bomba sumergible de 1 HP alimentado con energía eléctrica de un generador a gasolina de 8 HP.

Figura 86: Generador eléctrico del SAP Bolpebra.



Tratamiento.-

Se realiza la desinfección como tratamiento para mejorar la calidad microbiológica del agua, mediante una bomba dosificadora eléctrica ACQUATRON instalada para la inyección en la tubería de impulsión al tanque. La solución utilizada es hipoclorito de sodio comercial al 5% de concentración, adquirido en el comercio de Iñapari. Perú

El funcionamiento del dosificador esta sujeto al de la bomba de agua, conectado al mismo generador eléctrico.

Figura 87: Fotografía del dosificador de cloro del SAP Bolpebra



El generador para el bombeo y dosificador de cloro están instalados en una caseta para su protección.

Figura 88: Caseta para generador y dosificador de cloro.



Almacenamiento.-

Como almacenamiento existe un tanque elevado de hormigón armado de 10 000 Lts., la que cuenta con casetas de válvulas, las cuales requieren mantenimiento y mejor si es renovación.



Figura 89: Almacenamiento del SAP de Bolpebra.

Red de distribución.-

En la población existe una red principal con tubería de PVC 2" desde el tanque de almacenamiento hasta la calle donde se ubica la escuela, los ramales son de tubería PVC de 1½".

En las viviendas existen piletas domiciliarias en su mayoría ubicadas en su patio.

Figura 90: Red principal de Bolpebra - Bolivia



Conexiones y tarifas.-

Las conexiones domiciliarias en su mayoría son de PVC de Ø ½". La modalidad de pago por servicio es mensual, sin embargo existe morosidad de los usuarios que afecta el normal funcionamiento del sistema, porque se depende de combustible para el generador.

Flujograma del Sistema de Agua Potable de Bolpebra Bolivia.-

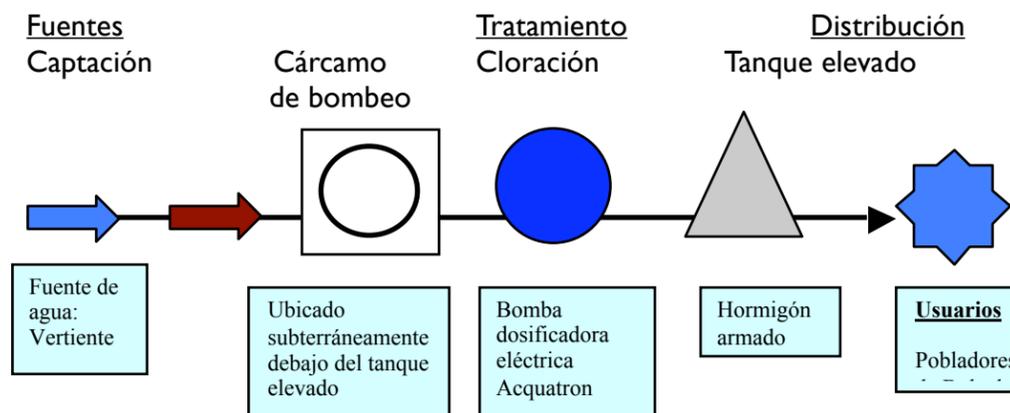


Tabla 42: Resultados de la determinación de los peligros y evaluación de los riesgos; y resultados de la determinación y validación de las medidas de control del SAP de Ñapari-Perú

ETA-PA DEL PROCESO	SUCESO PELIGROSO	TIPO DE PELIGRO	P ROB	GRAV	P UNT	RIESGO	MEDIDA DE CONTROL	EFICACIA DE LA MEDIDA DE CONTROL	FUNDAMENTOS
CUENCA	Residuos de Plaguicidas y fertilizantes	F, Q,	3	3	9	Medio	Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Determina la presencia o ausencia	Referencia de pobladores
	Cambio climático	F	2	5	10	Alto	Gestión integrada del recurso hídrico	Promover gestión integrada	Detección de la disminución del recurso hídrico
	Deforestación	F, Q,	4	2	8	Medio	Reforestación	Protege el medio ambiente y por ende el recurso agua	Evita las posibilidades de contaminación
	Presencia de industria maderera	F, Q	5	3	15	Alto	Ordenamiento territorial	Ordenar la industria maderera y zonificar	Evitar la posibilidad de contaminación
CAPTACION	Ausencia de cerco de seguridad y guardia en la captación principal	F, Q, B	3	5	15	Alto	Construcción de cerco de seguridad	Evitar sabotajes	Observación en terreno y referencia de pobladores
	Botadero de residuos sólidos	F, Q, B	2	4	8	Medio	Conversión a Relleno sanitario	Tratamiento adecuado de los residuos sólidos	Los residuos sólidos generan fuentes de contaminación hídrica
	Potrereros de animales domésticos	F, Q, B	4	3	12	Alto	Tratamiento del agua	Control de los agentes patógenos	Posible enfermedad causada por agentes patógenos de los animales
	Bajo caudal	F, Q, B	5	2	10	Alto	Búsqueda de otras fuentes de captación	Mayor cantidad de agua para su distribución	El bajo caudal, causado por la deforestación e incremento de la población, lo que aumenta la demanda, generando por tanto que el servicio solo sea por horas.
	Deforestación alrededor de la captación	F, Q, B	3	3	9	Medio	Reforestación	Control de contaminantes	Observación en terreno
	Presencia de charcos de agua	F, B	3	3	9	Medio	Derivación del agua estancada	Control de contaminantes	La acumulación de aguas genera contaminación.

ALMA CENAMIEN- TO	No existe cerco de seguridad	F, Q, B	5	3	15	Alto	Construir cerco de seguridad	Evitar sabotajes	Observación en terreno
	No existe desinfección	F, Q, B	2	5	10	Alto	Desinfección del reservorio	Evitar contaminación	No se realiza desinfección actual
	Tapa del tanque de almacenamiento no posee goma de seguridad	F, B	5	3	15	Alto	Implementar tapa con goma	Asegurar un correcto cerrado	Posible ingreso de contaminantes
	Presencia de murciélagos	B	5	3	15	Alto	Colocación de vidrios y rehabilitación de la caseta de almacenamiento	No permite el ingreso de murciélagos	Se evita riesgo de contaminación microbológica
TRATA- MIENTO	Insuficiente dosificación de cloro	B	5	4	20	Muy alto	Nuevo sistema de cloración	Cloración efectiva	Actual cloración manual
	Ausencia de cloración	B	5	4	20	Muy alto	Inspección a la cloración	Cloro residual	Referencias de pobladores
	Excesiva dosificación de cloro	Q	2	2	4	Baja	Verificar nivel de cloro en la red	Cloro residual	Referencias de pobladores
DISTRIBU- CION	Reingreso de contaminantes biológicos	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Servicio continuo de agua las 24 horas al día	Reducir la posibilidad de reingreso de contaminantes	Actual incapacidad de brindar un servicio continuo de agua, que actualmente es solo de 2 horas diarias
	Redes de distribución muy antiguas	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Sustitución de tuberías antiguas	Reducción de presencia de contaminantes	Redes muy antiguas podría producir contaminación cruzada
	Fugas en la tuberías	F, Q, B	3	3	9	Medio	Reparación de tuberías	Reducción de presencia de contaminantes	Riesgo de contaminación cruzada
	No existe micromedición	B, F	5	4	20	Muy alto	Instalación de un sistema de medición instrumental del agua distribuida	Uso racional del agua distribuida	Permitiría la distribución de mas horas al días el servicio de agua
	No existe presupuesto para gastos de operación y mantenimiento	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Sinceramiento de las tarifas de agua	Se contara con presupuesto para cubrir los gastos de operación y mantenimiento	El no realizar adecuadamente las actividades de operación y mantenimiento se pone en riesgo todo el sistema de agua

ALMACENAMIE- TO INTRADOMI- CILIARIO	Almacenamiento en depósitos inadecuados	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Educación sanitaria	Población informada	Detección de almacenamiento inadecuado
							Almacenamiento adecuado	Control de contaminación	

Tabla 43: Resultados de la determinación de los peligros y evaluación de los riesgos; y resultados de la determinación y validación de las medidas de control del SAP de Assis-Brasil

ETAPA DEL PROCESO	SUCESO PELIGROSO	TIPO DE PELIGRO	P ROB	GRAV	P UN T	RIESGO	MEDIDA DE CONTROL	EFICACIA DE LA MEDIDA DE CONTROL	FUNDAMENTOS
CUENCA	Residuos de Plaguicidas y fertilizantes	F, Q, B	3	3	9	Moderada	Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Determinar su presencia o ausencia	Referencia de pobladores
	Cambio climático	F	4	4	16	Alta	Gestión integrada del recurso hídrico	Promover gestión integrada	Detección de la disminución del recurso hídrico
	Ingreso de inmigrantes	B	4	2	8	Medio	Reforzar el tratamiento del agua	Control de los posibles contaminantes	Los inmigrantes de otros países, pueden generar epidemias.
	Matadero	Q, B	4	2	8	Medio	Reforzar el tratamiento del agua	Control de los posibles contaminantes	El matadero podría generar algún tipo de contaminante químico y biológico.
	Residuos sólidos	F, Q, B	3	2	6	Medio	Educación sanitaria	Protección de La cuenca	La acumulación de residuos sólidos generan líquidos lixiviados que podrían contaminar el recurso hídrico.
	Deforestación	F, Q	4	2	8	Medio	Reforestación	Protege el medio ambiente y por ende el recurso agua	Evita las posibilidades de contaminación
	Excesivo caudal de agua, actualmente.	F	5	3	15	Alto	Adecuar el proceso de filtración al caudal actual de 60 L/seg	Mejorar la vida útil de la planta de tratamiento	La capacidad de filtración de La planta es de solo 30L/seg, siendo el actual el doble
CAPTA- CION	Presencia de charcos de agua alrededor de la captación	F, Q, B	5	4	20	Muy alta	Campaña de Educación sanitaria	Población cambia de actitudes	Posible riesgo de contaminación
	Potreros de animales domésticos	F, Q, B	4	3	12	Alto	Tratamiento del agua	Control de los agentes patógenos	Posible enfermedad causada por agentes patógenos de los animales
	Falta bomba de respaldo	F, Q, B	3	3	9	Medio	Adquisición de una bomba de respaldo	Asegurar el servicio de agua	La actual bomba trabaja 17 h/día

ALMACENAMIENTO	Derivación directa de agua del tanque de almacenamiento, para uso poblacional	F, Q, B	5	2	8	Medio	Implementar distribución adecuada del agua para pobladores con actual servicio en la planta	No debe existir derivaciones del agua	Evitar posible contaminación cruzada
	Rebalse de agua del tanque de almacenamiento	F, B	4	2	8	Medio	Dispositivo de control del rebalse	Uso racional del agua	Evitar el derroche de agua
TRATAMIENTO	Insuficiente dosificación de cloro	B	5	4	20	Muy alto	Verificación diaria de dosis de cloro	Cloración efectiva	Actual cloración manual
	Ausencia de cloración	B	5	4	20	Muy alto	Inspección de cloración	Cloro residual	Referencias de pobladores
	Excesiva dosificación de cloro	Q	2	2	4	Baja	Verificar nivel de cloro en la red	Cloro residual	Referencias de pobladores
DISTRIBUCION	Inadecuada administración de Sulfato de aluminio	Q	3	3	9	Medio	Verificación diaria de dosis de sulfato de aluminio	Control de posible contaminante	El sulfato de aluminio podría generar problemas en la población
	Conexiones clandestinas	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Campaña de formalización Educación sanitaria	No conexiones clandestinas Población educada	Detección de conexiones clandestinas
ALMACENAMIENTO INTRA-DOMICILIARIO	Fugas en la tubería principal	F, Q, B	5	3	15	Alto	Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Control de caudal	Detección de tuberías obsoletas
	Almacenamiento inadecuado	F, Q, B	5	3	15	Alto	Educación sanitaria	Población informada	Se ha detectado almacenamiento inadecuado
	Desperdicio irracional del agua	F, Q, B	4	3	12	Alto	Micromedición	Uso racional del agua	El agua es un recurso valioso

Tabla 44: Resultados de la determinación de los peligros y evaluación de los riesgos; y resultados de la determinación y validación de las medidas de control del SAP de Bolpebra-Bolivia

Tabla 45: Medidas y responsabilidades de un plan de modernización o mejora de la calidad del agua del SAP Iñapari-Perú.

Medida	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsabilidad	Financiamiento	Fecha límite de ejecución	Estado	Verificación
Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Referencia de pobladores	Elaboración de un plan de toma de muestras para verificar el nivel de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Municipio en coordinación con la agencia local del ministerio de agricultura y salud ambiental del MINSA	Salud y Agricultura	Año 2011	No iniciado	Municipio
Gestión integrada del recurso hídrico	Detección de la disminución del recurso hídrico	Implementación de un sistema local de gestión integrada del recurso hídrico	Municipio en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua y la Gerencia Regional de Recursos Naturales y medio ambiente del Gobierno Regional de Madre de Dios	Gerencia Regional de Recursos Naturales del Gobierno Regional	Junio 2011	No iniciado	Municipio
Reforestación	Evita las posibilidades de contaminación	Plan de reforestación a nivel de cuenca hidrográfica	Agencia Agraria de Iñapari	Agencia Agraria	Año 2011	No iniciado	Municipio
Ordenamiento territorial	Evitar la posibilidad de contaminación	Zonificación Ecológica y Económica	Gerencia Regional de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional de Madres de Dios	Gobierno Regional de Madres de Dios	Año 2010	En ejecución	Municipio
Construcción de cerco de seguridad	Observación en terreno y referencia de pobladores	Expediente técnico de construcción de cerco de seguridad en la captación principal	Municipio de Iñapari	Municipio de Iñapari	Año 2011	No iniciado	Salud
Conversión a Relleno sanitario	Los residuos sólidos generan fuentes de contaminación hídrica	Expediente técnico de reconversión del botadero de residuos sólidos a relleno sanitario	Municipio en coordinación con salud ambiental del MINSA	Municipio	Año 2010	No iniciado	Salud

Tratamiento del agua	Posible enfermedad causada por agentes patógenos de los animales	Fortalecer el sistema actual de tratamiento del agua	Municipio en coordinación con salud ambiental del MINSA	Municipio	Año 2010	En curso	Salud
Búsqueda de otras fuentes de captación	El bajo caudal, genera un servicio solo por horas, por tanto, los usuarios almacenan el agua en sus domicilios	Encontrar nuevas fuentes de captación o mejorar el actual	Municipio en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua	Municipio	Año 2010	En curso	Autoridad del agua local
Reforestación	Observación en terreno	Campaña de reforestación alrededor de la captación	Municipio en coordinación con la agencia local de agricultura	Agencia Agraria	Año 2011	No iniciado	Municipio
Derivación del agua estancada	La acumulación de aguas genera contaminación.	Plan de desviación de aguas estancadas e implementación de dispositivo para evitar estancamiento de agua	Municipio de Ña-pari	Municipio	Año 2010	En curso	Salud
Construir cerco de seguridad	Observación en terreno	Expediente técnico de construcción de cerco perimétrico de seguridad del tanque de almacenamiento	Municipio de Ña-pari	Municipio	Año 2011	No iniciado	Equipo PSA
Desinfección del reservorio	No se realiza desinfección actual	Elaboración de Plan de Desinfección del reservorio	Municipio de Ña-pari en coordinación salud ambiental del MINSA	Municipio	Junio 2010	No iniciado	Salud
Implementar tapa con goma	Posible ingreso de contaminantes	Implementar un mecanismo de seguridad en base a goma a la tapa	Municipio de Ña-pari	Municipio	Año 2010	No iniciado	Salud
Colocación de vidrios y rehabilitación de la caseta de almacenamiento	Se evita riesgo de contaminación microbiológica	Rehabilitación de la caseta de almacenamiento	Municipio de Ña-pari.	Municipio	Año 2010	En ejecución	Equipo PSA
Nuevo sistema de cloración	Actual cloración manual	Plan de adquisición de equipo autónomo de cloración	Municipio de Ña-pari	Municipio	Año 2010	No iniciado	Salud
Inspección a la cloración	Referencias de pobladores						
Verificar nivel de cloro en la red	Referencias de pobladores						

Servicio continuo de agua las 24 horas al día	Actual incapacidad de brindar un servicio continuo de agua, que actualmente es solo de 2 horas diarias	Proyecto de ampliación del SAP	Municipio de Ña-pari	Gobierno Regional o Nacional	Año 2011	No iniciado	Equipo PSA
Sustitución de tuberías antiguas	Redes muy antiguas podría producir contaminación cruzada	Expediente técnico de sustitución de tuberías antiguas	Municipio de Ña-pari	Municipio	Año 2010	No iniciado	Equipo PSA
Reparación de tuberías	Riesgo de contaminación cruzada	Plan de reparación de tuberías	Municipio de Ña-pari		Año 2010	No iniciado	
Instalación de un sistema de medición instrumental del agua distribuida	Permitiría la distribución de mas horas al días el servicio de agua	Plan de implementación de medición instrumental	Municipio de Ña-pari	Municipio	Año 2011	No iniciado	Equipo PSA
Sinceramiento de las tarifas de agua	El no realizar adecuadamente las actividades de operación y mantenimiento se pone en riesgo todo el sistema de agua	Realizar un estudio tarifario	Municipio de Ña-pari	Municipio	Año 2011	No iniciado	Equipo PSA
Almacenamiento adecuado	Detección de almacenamiento inadecuado	Implementar campaña de educación sanitaria respecto al adecuado uso de depósitos para el almacenamiento de agua en los domicilios	Municipio de Ña-pari y salud ambiental del MINSA		Año 2010	No iniciado	

Tabla 46: Medidas y responsabilidades de un plan de modernización o mejora de la calidad del agua del SAP Assis-Brasil

Medida	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsabilidad	Financiamiento	Fecha límite de ejecución	Estado	Verificación
Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Referencia de pobladores	Elaboración de un plan de toma de muestras para verificar el nivel de residuos de plaguicidas y fertilizantes	DEPASA en coordinación con la agencia local del ministerio de agricultura	DEPASA	Año 2011	No iniciado	Prefectura
Gestión integrada del recurso hídrico	Detección de la disminución del recurso hídrico	Implementar un sistema local de gestión del recurso hídrico	DEPASA y Prefectura	Prefectura	Año 2010	No iniciado	DEPASA
Reforzar el tratamiento del agua	El matadero podría generar algún tipo de contaminante químico y biológico.	Plan de reforzamiento del tratamiento del agua	DEPASA	DEPASA	Año 2010	En curso	Salud
Educación sanitaria	La acumulación de residuos sólidos generan líquidos lixiviados que podrían contaminar el recurso hídrico	Plan de educación sanitaria sobre residuos sólidos	Secretaría de Salud y municipio de Assis	Salud	Año 2011	No iniciado	Prefectura
Reforestación	Evita las posibilidades de contaminación	Plan de reforestación a nivel de cuenca hidrográfica	Agencia Agraria de Assis	Agencia agraria Assis	Año 2011	No iniciado	DEAS
Adecuar el proceso de filtración al caudal actual de 60 L/seg	La capacidad de filtración de la planta es de solo 30L/seg, siendo el actual el doble.	Plan de adecuación del proceso de filtrado a un caudal de 60 l/seg, considerando que fue establecido solo para un caudal de 30l/seg.	DEPASA	DEPASA	Año 2011	No iniciado	Salud
Tratamiento del agua	Posible enfermedad causada por agentes patógenos de los animales	Fortalecer el sistema de tratamiento del agua	DEPASA	DEPASA	Año 2010	En curso	Salud
Adquisición de una bomba de respaldo	La actual bomba trabaja 17 h/día	Plan de adquisición de bomba de respaldo	DEPASA	DEPASA	Año 2011	No iniciado	Prefectura

Implementar distribución adecuada del agua para pobladores con actual servicio en la Planta	Evitar posible contaminación cruzada	Expediente técnico de sistema de distribución de agua para pobladores ubicados en cercanías a la planta de tratamiento	DEPASA	DEPASA	Año 2010	No iniciado	Prefectura
Dispositivo de control del rebalse	Evitar el derroche de agua	Adquisición de dispositivo de seguridad para evitar el rebalse	DEPASA	DEPASA	Año 2010	En curso	Salud
Verificación diaria de dosis de cloro	Actual cloración manual	Reforzar la vigilancia diaria de la cloración y mantener los niveles adecuados a fin de evitar malestares a los usuarios	DEPASA	DEPASA	Mayo 2010	En curso	Salud
Inspección de cloración	Referencias de pobladores						
Verificar nivel de cloro en la red	Referencias de pobladores						
Verificación diaria de dosis de sulfato de aluminio	El sulfato de aluminio podría generar problemas en la población	Reforzar la vigilancia diaria de la dosificación adecuada	DEPASA	DEPASA	Mayo 2010	En curso	Salud
Campaña de formalización	Detección de conexiones clandestinas	Implementar campaña de formalización y educación respecto a los riesgos de las conexiones clandestinas	DEPASA y Prefectura	DEPASA	Junio 2010	No iniciado	Prefectura
Educación sanitaria	Detección de conexiones clandestinas						
Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías	Detección de tuberías obsoletas	Implementación de un plan de sustitución de tuberías obsoletas y reparación de fugas	DEPASA	DEPASA	Año 2010	No iniciado	Salud y Prefectura
Educación sanitaria	Se ha detectado almacenamiento inadecuado	Implementar campaña de educación sanitaria para el adecuado almacenamiento de agua intradomiciliario	DEPASA y Secretaría de Salud	Salud	Junio 2010	No iniciado	Prefectura
Educación sanitaria	Se ha detectado almacenamiento inadecuado						
Micromedicion	El agua es un recurso valioso	Plan de instalación de medidores	DEPASA y Prefectura	DEPASA	Año 2011	No iniciado	Prefectura

Tabla 47: Medidas y responsabilidades de un plan de modernización o mejora de la calidad del agua del SAP Bolpebra-Bolivia

Medida	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsabilidad	Financiamiento	Fecha límite de ejecución	Estado	Verificación
Recojo de Residuos	Presencia de residuos	Plan de Gestión integrada de los residuos sólidos	Ministerio de salud local	Municipio de Bolpebra	Año 2011	No iniciado	SEDES Cobija
Gestión integrada del recurso hídrico	Detección de la disminución del recurso hídrico	Implementación de sistema local de gestión del recurso hídrico	Municipio	Ministerio del Agua	Año 2011	No iniciado	SEDES Cobija
Construcción de cerco de seguridad	Observación in situ	Expediente técnico de construcción de cerco de seguridad	Municipio	Municipio Bolpebra	Año 2011	No iniciado	Ministerio de salud local
Tratamiento del agua	Posible presencia de enfermedades	Plan de reforzamiento del tratamiento del agua	Comité de Aguas	Comité de Aguas	Segundo semestre 2010	En curso	Ministerio de salud local
Revestimiento del cárcamo de bombeo y tanque elevado de almacenamiento	Posibilidad de ingreso de contaminantes	Expediente técnico de revestimiento y/o renovación	Comité de Aguas	Municipio Bolpebra	Año 2011	No iniciado	Ministerio de salud local
Existencia de combustible	Presencia de agua en tanque elevado para posterior distribución a todos los usuarios	Dotación permanente de combustible	Comité de Aguas	Comité de Aguas	Segundo semestre 2010	En curso	Municipio Bolpebra
Adquisición de generador de emergencia	El servicio de agua potable las 24 horas al día, evita posibilidad de recontaminación del agua	Plan de adquisición de un generador eléctrico	Comité de Aguas	Municipio Bolpebra	Año 2011	No iniciado	Ministerio de salud local
Renovación de casetas de válvulas	Posible presencia de enfermedades	Plan de renovación de casetas de válvulas	Comité de Aguas	Municipio Bolpebra	Año 2011	No iniciado	Ministerio de salud local
Capacitación permanente sobre mantenimiento y operación del equipo	Evitar posibles episodios de contaminación microbiana	Plan de Capacitación permanente	Ministerio de salud local	Municipio Bolpebra	Año 2011	No iniciado	SEDES Cobija

Campaña de sensibilización para el pago puntual	Se pone en riesgo la operación y mantenimiento del sistema de agua	Ejecución de campaña de sensibilización	Comité de Aguas	Comité de Aguas	Segundo semestre 2010	En curso	Municipio Bolpebra
-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------	-----------------	-----------------------	----------	--------------------

Tabla 48: Resultados de la definición del monitoreo de las medidas de control del SAP Iñapari-Perú

Etapa	Medida de control	Límite crítico	Qué	Dónde	Cuándo	Cómo	Quién	Medida correctora
Cuenca	Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Presencia de residuos de plaguicidas y fertilizantes por encima de lo permitido	Residuos de plaguicidas y fertilizantes	En la cuenca hidrográfica	Cada año	Toma de muestras en punto a identificar	Salud ambiental del MINSA en coordinación con la Autoridad nacional del Agua	Reunión del Equipo PSA
	Gestión integrada del recurso hídrico	Falta de agua	Aprobación del sistema local de gestión del recurso hídrico	Municipio de Iñapari	Inmediato	Resolución municipal	Autoridad Nacional del Agua/ Municipio provincial/ Proyecto Especial Madre de Dios. PEMD	Resolución Jefatural
	Reforestación	Ausencia	Vegetación	Cuenca hidrográfica	Cada año	Con especies nativas	Agencia local de Agricultura	Equipo PSA
	Ordenamiento territorial	Zonificación	Ecológica y Económica	Cuenca hidrográfica	Cada 3 años	Plan de Zonificación	Agencia local de Agricultura	Gobierno Regional

Captación	Construcción de cerco de seguridad	Ausencia de cerco	Cerco perimétrico de seguridad	En la captación principal de agua	Inmediato	Inspección	Municipio de Ñapari	Equipo PSA
	Conversión a Relleno sanitario	Permanencia del botadero	Botadero de Residuos sólidos	En la cercanía de la captación principal	Cada año	Inspecciones sanitarias	Salud ambiental del MINSA	MINSA comunica al Municipio
	Tratamiento del agua	Presencia de patógenos en el agua	Análisis microbiológico	Agua de la captación	Mensual	Observar patógenos de origen fecal humano y animal	Salud ambiental del MINSA	MINSA comunica al municipio
	Búsqueda de otras fuentes de captación	Bajo caudal	Agua	Captación	Mensual	Medir el caudal	Municipio de Ñapari	Equipo PSA
	Reforestación	Deforestación	Alrededores	Captación principal del agua	Cada año	Con especies nativas	Agencia local de agricultura	Reunión con el Equipo PSA
	Derivación del agua estancada	Presencia	Charcos de aguas	Captación	Cada 15 días	Derivar con motobomba o manualmente	Municipio	Salud ambiental del MINSA
Almacenamiento	Construir cerco de seguridad	Ausencia	Cerco perimétrico de seguridad	Alrededor del tanque de almacenamiento	Inmediato	Inspección	Municipio de Ñapari	Equipo PSA
	Desinfección del reservorio	Ausencia	Desinfección del tanque	Reservorio	Cada 3 meses	Desinfección con cloro	Municipio en coordinación con salud ambiental del MINSA	DIRESA Madre de Dios verifica
	Implementar tapa con goma	Persiste tapa sin goma	Goma de seguridad	Tapa en el tanque de almacenamiento	Mensual	Inspección	Salud ambiental del MINSA	Notificar al Municipio
	Colocación de vidrios y rehabilitación de la caseta de almacenamiento	Presencia	Murciélagos	En la caseta de almacenamiento	Cada año	Inspección	Operario	Notificar al Municipio

Tratamiento	Nuevo sistema de cloración	Equipo nuevo	Equipo autónomo de cloración	En el tratamiento del agua	Mensual	Inspección Sanitaria	Salud Ambiental del MINSA	Notificar al municipio
	Inspección a la cloración	Menor a 0.5 mg/l	Cloro residual	En cualquier punto de inspección	Diario	Inspección sanitaria con comparador de cloro residual	Salud Ambiental del MINSA	Notificar al municipio
Distribución	Verificar nivel de cloro en la red	Presencia de fuerte olor	Cloro excesivo	Viviendas	Denuncia	Inspección sanitaria	Salud Ambiental del MINSA	Notificar al municipio
	Servicio continuo de agua las 24 horas al día	Servicio menor a 24 horas	Servicio de agua potable	Viviendas	Mensual	Inspección	Municipio	Equipo PSA
	Sustitución de tuberías antiguas	Presencia de fugas	Fugas	Tubería	Bimestral	Inspección	Municipio	Equipo PSA
	Reparación de tuberías	Campaña en marcha	Aprobación de campaña	Municipio	Cada año	Verificación	Salud Ambiental del MINSA	Comunica al municipio
	Instalación de un sistema de medición instrumental del agua distribuida	Ausencia	Sistema de medición instrumental	Conexiones de agua potable	Mensual	Lectura de medición del agua distribuida	Municipio de Ñapari	SUNASS
	Sincronización de las tarifas de agua	Ausencia	Tarifas actualizadas	Conexiones de agua potable	Mensual	Inspección sanitaria	Municipio de Ñapari	SUNASS
Almacenamiento intradomiciliario	Educación sanitaria	Inadecuado almacenamiento	Agua	Domesticos	Mensual	Inspección	Salud ambiental del MINSA	Notifica al municipio
	Almacenamiento adecuado	Inadecuado almacenamiento	Agua	Domesticos	Mensual	Inspección	Salud ambiental del MINSA	Notifica al municipio

Tabla 49: Resultados de la definición del monitoreo de las medidas de control del SAP Assis-Brasil

Etapa	Medida de control	Limite critico	Qué	Dónde	Cuán-do	Cómo	Quién	Medida co-rrectora
Cuenca	Evaluación de residuos de plaguicidas y fertilizantes	Presencia de residuos de plaguicidas y fertilizantes por encima de lo permitido	Residuos de plaguicidas y fertilizantes	En la cuenca hidrográ-fica	Cada año	Toma de muestras en puntos a identificar	DEPASA y salud	Notificar al Gobierno federal
	Gestión integrada del recurso hí-drico	Déficit de agua	Realizar gestión integrada del recurso hídrico	Municipio de Assis	Inme-diato	Resolución municipal	DEPASA	Solicitud al Gobierno Federal
	Reforzar el trata-miento del agua	Presencia	Microorganismos de origen fecal	En el agua	Cada mes	Medición de cloro residual	DEPASA y Salud	Prefectura
	Educación sani-taria	Presencia	Residuos sólidos	Cuenca hidrográ-fica	Cada año	Inspección	Salud	Prefectura
	Reforestación	Ausencia	Vegetación	Cuenca hidrográ-fica	Cada año	Con especies nativas	Agencia local de Agricultura	Equipo PSA
	Adecuar el proceso de filtración al caudal actual de 60 L/seg	Caudal mayor a 30 l/seg	Caudal	Del agua de ingreso a la planta	Sema-nal	Medir el caudal del agua	DEPASA	Equipo PSA
	Capta-ción	Campaña de Edu-cación sanitaria	Presencia de animales domésticos	Charlas educa-tivas	Cercanías de las fuentes de captación	Inme-diato	Inspecciones sanitarias	DEPASA y Salud
Tratamiento del agua		Presencia de patógenos en el agua	Análisis micro-biológico	Agua de la captación	Men-sual	Observar patógenos de origen fecal humano y animal	Salud ambiental del MINSA	MINSA co-munica al municipio
Adquisición de una bomba de respaldo		Ausencia	Bomba de respaldo	En la cap-tación	Inme-diato	Observación	Munici-pio Assis	Notifica al DEAS
Alma-cenamiento	Implementar distribución adecuada del agua para pobladores con actual servicio en la planta	Ausencia	Distribución adecuada	Alrededor de la planta de trata-miento	Inme-diato	Implementar una red de distribución	DEPASA	Supervisa Municipio de Assis
	Dispositivo de control del re-balse	Ausencia	Dispositivo	Tanque de Agua de la planta de tratamiento	Inme-diato	Adquirir el dispositivo de seguridad	DEPASA	Municipio de Assis verifica

Etapa	Medida de control	Limite critico	Qué	Dónde	Cuán-do	Cómo	Quién	Medida co-rrectora
Trata-miento	Verificación diaria de dosis de cloro							Secretaria de salud super-visa
	Inspección de cloración	Menor a 0.5 mg/l	Cloro residual	En cual-quier punto de inspección	Diario	Inspección sanitaria con comparador de cloro residual	Salud	Notificar al DEAS
	Verificar nivel de cloro en la red	Presencia de fuerte olor	Cloro excesivo	Viviendas	De-nuncia	Inspección sanitaria	Salud	Notificar al DEAS
	Verificación diaria de dosis de sulfato de aluminio							
Distri-bución	Campaña de formalización	Inicio de campaña	Formalización de conexiones clandestinas	Viviendas de usuarios	Men-sual	Inspección	DEPASA	Comunica al Municipio de Assis
	Educación sani-taria							
	Reparación de fugas e instalación de nuevas tuberías							
Alma-cenamiento intrado-micilia-rio	Educación sani-taria	Inadecuada	Almacenamien-to de agua	Domicilios de los usuarios	Men-sual	Inspección	DEPASA y Salud	Equipo del PSA
	Micromedición	Ausencia	Medidores	Domicilios	Inme-diato	Instalación de medidores	DEPASA	Prefectura

Tabla 50: Resultados de la definición del monitoreo de las medidas de control del SAP Bolpebra-Bolivia

Etapa	Medida de control	Limite critico	Qué	Dónde	Cuán-do	Cómo	Quién	Medida co-rrectora
Cuenca	Recojo de Residuos	Presencia	Residuos sólidos	Cuenca hidro-grá-fica	Semes-tral	Inspecciones sanitarias	Ministe-rio de salud	SEDES Cobija
	Gestión inte-grada del recurso hídrico	Falta de agua	Aproba-ción del sistema local de gestión del recurso hídrico	Municipio Bol-pebra	Annual	Reso-lución munici-pal	Munici-pio Bol-pebra	Ministerio del Agua

Capta- ción	Construcción de cerco de seguridad	Ausencia	Cerco de seguridad	En la captación del agua	Anual	Inspección	Municipio de Bopebra	Ministerio de Salud
	Tratamiento del agua	Presencia	Patógenos	Agua de la captación	Semestral	Análisis microbiológico	Ministerio de Salud	SEDES Cobija
Almacena- miento	Revestimiento del cárcamo de bombeo y tanque elevado de almacenamiento	Presencia	Grietas	Cárcamo de bombeo y tanque elevado	Anual	Inspecciones sanitarias	Ministerio de Salud	Municipio Bolpebra
	Existencia de combustible	Ausencia	Combustible	Caseta del generador	Semanal	Inspección	Comité de Aguas	Municipio Bolpebra
	Adquisición de generador de emergencia	Ausencia	Generador de emergencia	Caseta del Generador	Anual	Inspección	Ministerio de Salud	SEDES Cobija
	Renovación de casetas de válvulas	Ausencia	Renovación	Casetas de válvulas	Anual	Inspección	Ministerio de Salud	Municipio Bolpebra
Trata- miento	Capacitación permanente sobre mantenimiento y operación del equipo	Ausencia	Capacitación	Usuarios del SAP Bolpebra	Mensual	Verificación de plan de capacitación	Ministerio de salud y Comité de Aguas	Municipio de Bolpebra
Distribu- ción	Campaña de sensibilización para el pago puntual	Presencia	Morosidad en el pago	Sistema de agua potable de Bolpebra	Mensual	Verificación de pagos mensuales	Comité de Aguas	Municipio Bolpebra

VI.- CONCLUSIONES

El trabajo realizado en el marco de la implementación de Planes de Seguridad del Agua (PSA) en zonas fronterizas, como proyectos piloto para validar la metodología de PSA, es un buen inicio en el proceso de implementación de un PSA, debiéndose completar todo el proceso, bajo la responsabilidad y liderazgo de las administraciones locales de agua potable

Existen diferencias sustanciales entre los sistemas de agua potable fronterizos, a pesar de compartir una misma cuenca hidrográfica, marcada obviamente por el tipo de organización de cada país.

La cobertura de agua potable del Sistema de Agua Potable (SAP) Desaguadero-Bolivia es mucho mejor que su equivalente peruano, siendo de un 100%.

El Plan de Seguridad del Agua (PSA), se constituye en un instrumento de gestión de los sistemas de agua potable fronterizos, permitiendo contribuir al consumo de agua segura.

La cobertura del servicio de agua potable en Aguas Blancas, Argentina es del 90%, mientras que en Bermejo Bolivia, es solo de 97.47%; ambos sistemas, sufren de sucesos temporales de alta turbidez.

No existió, nunca, algún nivel de coordinación entre los sistemas de agua potable fronterizos, a pesar que solo los separa un río y comparten además la misma cuenca hidrográfica.

El mayor peligro encontrado en los sistemas de agua potable, es el alto nivel de contaminación por microorganismos de origen fecal en las fuentes de captación del agua, lo que gracias al proceso de tratamiento de los sistemas de agua potable, se resuelve satisfactoriamente.

Existe predisposición en las administraciones de los sistemas de agua potable, para realizar visitas de intercambio, trabajos de coordinación, capacitación en servicio, pasantías, etc., a fin de mejorar el servicio de agua potable en sus jurisdicciones.

La deforestación es un peligro que afecta a las localidades fronterizas, ningún país se libra de ello, al igual que el cambio climático

En algunas ocasiones, los diagnósticos realizados fueron empleados como arma política por las fuerzas sociales y políticas de las ciudades.

En todos los casos, las administraciones de los SAPs tienen carencias económicas importantes que no posibilitan completar los PSA.

Es necesaria mayor capacitación de los técnicos responsables de la calidad del agua.

Las normas de calidad del agua y de frecuencias de control de calidad del agua no son supervisados regularmente por la entidades a cargo de ella, sin embargo los SAPs, realizan esfuerzos para su autocontrol, como es el caso de Aguas Blancas Argentina.

No existen laboratorios propios o de referencia completos, con excepción del caso argentino, donde Aguas del Norte dispone de 2 laboratorios.

Muchas soluciones están al alcance de los técnicos de los SAPs pero no tienen apoyo o simplemente su idiosincrasia les inhibe tomar acción para la solución.

Los usuarios deben ser educados sobre qué es la prestación del servicio y su participación.

Los pobladores y autoridades de las zonas fronterizas están más preocupados por el interés comercial, esto motiva a que muchos ven la comunidad como un lugar de paso temporal.

CONCLUSIONES DE BERMEJO

A pesar que existe algún nivel de coordinación entre los sistemas de agua potable de las ciudades fronterizas, no existe coordinación más efectiva para el beneficio de los sistemas de agua potable fronterizos

VII.- RECOMENDACIONES

Es necesario reforzar el proceso de tratamiento en los SAPs, dado que es inminente la presencia de contaminantes en las fuentes de captación de agua de los sistemas de agua potable.

La participación más comprometida de los ejecutivos de los Sistemas de Agua Potable determinará el éxito de los PSA, para lo cual fueron capacitados.

Realizar visitas de intercambio entre las instituciones de agua potable fronterizas.

Personal de ambas instituciones deberían realizar pasantías recíprocas, a fin de poder intercambiar y compartir procesos de aprendizaje-enseñanza; y así prestar un mejor servicio, todo ello en beneficio de sus usuarios.

Los Planes de Seguridad del Agua (PSA), deberían ser integrados en la normatividad legal vigente de ambos países, a fin de dar obligatoriedad como instrumento de gestión más.

En los países involucrados, debe reforzarse la difusión y capacitación sobre la implementación de Planes de Seguridad del Agua.

Las tres localidades fronterizas deberían entablar iniciativas para la gestión integrada de recursos hídrico, dado que comparten una sola cuenca hidrográfica.

VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CAIRNCROSS, S and VALDMANIS V. 2006. Chapter 41: Water Supply, Sanitation, and Hygiene Promotion. In: Jamison, DT, editor. Disease Control Priorities in Developing Countries. 2nd ed. New York: Oxford University Press and The World Bank; p. 771- 791.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. CDC. Safe Water Systems for the Developing World: A Handbook for Implementing Household-Based Water Treatment and Safe Storage Projects. Atlanta: US Department of Health and Human Services; 2000.

COSAALT. 2007. Plan de Seguridad de Agua para Tarija. Documento Final. Bolivia.

CONSORCIOTAHUAMANU. 2009. Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado e instalación del sistema de la planta de tratamiento de aguas. Iñapari, Perú.

DAVISON, Annette y col. 2006. Water Safety Plan Manual.

GODFREY, Sam y Col. Water Safety Plans for Utilities in Developing Countries. A case study from Kampala, Uganda.

MESQUITA JUNIOR GERALDO. 2009. Senador. Assis Brasil. Enciclopedias municipios acreanos. Volumen 8, Tomo I. Brasilia.

MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ. Dirección General de Salud Ambiental. 2008. Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano.

MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ. Dirección General de Salud Ambiental. 2006. Informe de Ensayo complementario No 1202. Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

MINISTERIO DE SERVICIOS Y OBRAS PUBLICAS DE BOLIVIA. Viceministerio de servicios básicos. 2005. Norma Boliviana 512. Reglamento Nacional para el control de la calidad del agua para consumo humano.

ORGANISMO ANDINO DE SALUD. CONVENIO HIPÓLITO UNUANE. ORAS-CONHU. 2006. Perfil del Proyecto "Agua Segura" para fronteras del área andina.

PLAN INTERNACIONAL ALTIPLANO. 2005. Ampliación sistema de agua potable y diagnostico de la situación existente de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

ROJAS, RICARDO. 2008. Manual de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. S

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. SOPAC. 2006. Water Safety Plan. Water Supply Description Assessment. Vanuatu.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. 2004. Guidelines for Drinking-water Quality: First Addendum to Third Edition. Volume 1; Recommendations. 3rd ed. Geneva: World Health Organization.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. 2005. Water Safety Plans. Managing drinking-water quality from catchment to consumer. Water, Sanitation and Health. Protection and the human environment. World Health Organization. Geneva.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. IWA. 2008. DRAFT. Water Safety Plan Manual. Special pre-publication release for the Lisboa Portugal. Conference Water Safety Plans: Global experiences and future trends.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. 1997. Guidelines for Drinking-water Quality: Volume 3; Surveillance and control of community supplies. 2nd ed. Geneva: World Health Organization.