Documento del Banco Interamericano de Desarrollo

**Bolivia**

**Programa de Agua y Saneamiento para Ciudades Intermedias   
y Menores**

**(BO-L1184)**

**Análisis Técnico**

Este documento fue preparado por María Eugenia de la Peña (INE/WSA) con aportes de Alfred Grunwaldt (CSD/CCS).

El presente documento se divulga al público de forma simultánea a su distribución al Directorio Ejecutivo del Banco. El Directorio Ejecutivo podrá aprobar o no el documento o aprobarlo con modificaciones. Si posteriormente fuera objeto de actualizaciones, el documento actualizado se pondrá a disposición del público de acuerdo con la Política de Acceso a Información del Banco.

1. **Antecedentes del programa**
   1. Situación de los servicios de agua potable y saneamiento en Bolivia

Según el Censo 2012, para ese año en todo el país se habían alcanzado coberturas de Agua Potable (AP) y Saneamiento (SA) del 80,8% y 52,7%, respectivamente. Con financiamiento del BID, se elaboró el Plan Sectorial de Desarrollo en Saneamiento Básico 2016-2020 (PSDSB), según el cual, considerando las inversiones realizadas en los últimos años en el sector, los porcentajes de cobertura en 2015 se habían elevado al 84,7% y 57,1% respectivamente. En cuanto a la distribución entre áreas geográficas, la cobertura de AP es del 90,28% en poblaciones con más de 20.000 habitantes, y del 89% en pequeñas localidades, frente al 60,91% en comunidades rurales (más de 20 puntos por debajo del promedio nacional). En SA las coberturas son 62,86%, 32,14% y 40,06% respectivamente, donde se aprecia la brecha de 20 y 12 puntos respecto al promedio nacional en lo que se refiere al SA en pequeñas localidades y comunidades rurales. Adicionalmente, la cobertura de tratamiento de aguas residuales (TAR) alcanza el 31%, por lo que continúa siendo baja. Estas cifras ponen de manifiesto que, si bien Bolivia ha realizado muchos esfuerzos en el sector rural y en pequeñas localidades, aún persisten importantes brechas de cobertura, con aproximadamente 1,34 millones de habitantes en comunidades rurales y pequeñas localidades sin acceso a agua potable y 2,56 millones sin acceso a saneamiento. El déficit de cobertura de agua y saneamiento de aproximadamente la mitad de la población es un indicador de exposición de riesgo sanitario que se agrava cuando se observa que coincide con las zonas de mayor pobreza e indigencia.

* 1. Marco Institucional del sector

La Constitución Política del Estado establece como derecho humano el acceso universal y equitativo a los servicios básicos de AyS, y que es responsabilidad del Estado, la provisión de los servicios a través de entidades públicas, mixtas, cooperativas o comunitarias, bajo criterios de universalidad, responsabilidad, accesibilidad, continuidad, calidad, eficiencia, eficacia, tarifas equitativas, con participación y control social, y que no son objeto de concesión ni privatización. La Ley Marco de Autonomías y Descentralización establece que es responsabilidad del nivel central del Estado formular y aprobar el régimen y las políticas, planes y programas de servicios básicos del país. A los Gobiernos Autónomos Municipales (GAM) se les asigna la responsabilidad de proveer los servicios de AyS y aprobar las tasas de los mismos, cuando estos presten el servicio de forma directa. La Ley 2066 de Servicios de AyS, ha definido organizaciones distintas y separadas para el cumplimiento de las funciones de planificación, regulación y prestación de los servicios. La rectoría del sector se asignó al Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), a través del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB), el cual establece las políticas, planifica inversiones y gestiona financiamiento internacional. La regulación se asignó a la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS), la cual tiene los atributos de proteger al consumidor y aprobar tarifas a los operadores de los servicios. La prestación de los servicios y el desarrollo de planes y programas de expansión es responsabilidad de los GAM, ya sea directamente o a través de Entidades Prestadores de Servicios de Agua y Saneamiento (EPSAs), en coordinación con los Gobiernos Autónomos Departamentales (GAD). Las EPSAs presentan diversas formas de organización como entidades estatales, municipales, empresas público-sociales, cooperativas, mancomunidades y comités de agua potable y saneamiento.

* 1. Justificación e intervenciones propuestas

Con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y del BID, el MMAyA está desarrollando la “Estrategia Nacional en Agua y Saneamiento para el Enfoque Sectorial (ESA) Rural y Pequeñas Localidades”, cuyo objetivo es precisar el marco estratégico operativo de intervención, concordante con el PSDSB 2016-2020, para contribuir al cumplimiento de las metas establecidas, bajo el cual debe desarrollarse la ejecución de todos los programas en el segmento poblacional rural en el MMAyA. Asimismo, se han sistematizado las lecciones aprendidas, los resultados de experiencias desarrolladas en el país por diferentes ejecutores, evaluaciones realizadas en los diferentes programas y proyectos en el área rural y pequeñas localidades, para determinar las acciones estratégicas y lineamientos a ser aplicados en la gestión de financiamiento.

Bajo este marco conceptual, la presente operación financiará intervenciones para incrementar la cobertura de los servicios de AyS, tendiendo asimismo a mejorar su calidad a través de una mayor eficiencia y gestión operativa de los prestadores, apoyando el fortalecimiento institucional de las entidades del sector (nivel central, regulador, entidades ejecutoras, gobiernos sub-nacionales departamentales y municipales). Se han definido dos segmentos poblacionales de intervención: (i) comunidades menores a 2.000 habitantes, y (ii) pequeñas localidades entre 2.000 y 20.000 habitantes. Esta definición se ha efectuado con base a un análisis de la metodología de intervención y alternativas tecnológicas existentes en el país para ambos contextos, de manera que las modalidades de contratación, implementación de planes de sostenibilidad, estrategias de FI a operadores y municipios puedan ser agrupadas de manera más eficiente en cada uno de los segmentos indicados.

* 1. Criterios técnicos para el diseño de sistemas de agua potable y saneamiento

Los criterios para el diseño de proyectos de agua y saneamiento en Bolivia se regulan bajo el Reglamento Básico de Preinversión de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento Básico (para mayor a 2,000 y menor a 2,000 habitantes) y la normativa sectorial vigente, entre la que se encuentra:

* Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial NB 688
* Instalaciones de agua- Diseño para Sistemas de Agua Potable (mayores y menores a 2000 hab.) NB 689
* Reglamentos Técnicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable NB 689

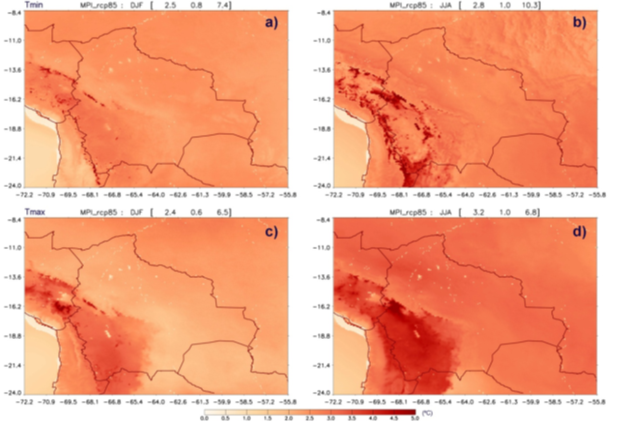
Para el diseño de baños ecológicos secos se utiliza el documento “Baño Ecológico Seco en Comunidades Rurales Dispersas – BES RUDIS (agosto 2015) que, aunque no es un documento oficial ni obligatorio, es un documento ocupado comúnmente como referencia para el diseño de este tipo de infraestructura.

La viabilidad técnica de los proyectos la otorga el área de pre-inversión del MMAyA con base en los criterios contenidos en el Reglamento correspondiente. En el caso de los proyectos de Agua Potable se llevó a cabo una evaluación de disponibilidad del recurso en las fuentes teniendo en cuenta los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad del recurso en los próximos 20 a 40 años.

1. **Contexto de vulnerabilidad, zonas rurales**

El Estado Plurinacional de Bolivia es uno de los países más vulnerables en América Latina a los impactos del cambio climático. A pesar de ser un país muy rico en recursos hídricos, estos se encuentran distribuidos de forma heterogénea en el territorio nacional y expuestos a contaminantes químicos y biológicos lo que los coloca en una alta condición de vulnerabilidad al aumento antrópico de la temperatura en la troposfera.

En estas líneas, se espera que la temperatura a futuro en la zona tropical Andina se incremente en una magnitud similar al Ártico con un calentamiento máximo proyectado de unos 7.5 grados centígrados al 2080. (Magrin et al, 2007), lo que ha sido igualmente confirmado por varios modelos acoplados globales de alta resolución a nivel local para Bolivia (ver figura 1). Pero esta tendencia proyectada de calentamiento incremental para las próximas décadas no es solo para Bolivia y la zona tropical sino también para todos los Andes Suramericanos y representa una clara amenaza para los medios de vida de las comunidades en estas zonas (Bradley et al, 2006; IPCC 2007a; Painter, 2007; Vuille et al, 2008). Esto traerá consigo cambios en la evapotranspiración afectando así los cuerpos de agua y los patrones de precipitación, desestabilizando en últimas los balances hidrológicos de las cuencas. Algunas investigaciones señalan incluso que cambio climático tendrá también efectos marcados en la distribución ambiental y toxicidad de contaminantes químicos. Específicamente, el sobre-enriquecimiento de nutrientes de las aguas debido a actividades agrícolas, urbanas e industriales ha promovido el crecimiento de cianobacterias, un tipo peligroso de algas, las que se desarrollan mejor en ambientes más calientes. Es así como, mayores temperaturas ofrecen a este tipo de organismos una ventaja comparativa con respecto a otras especies acuáticas (Paerl, et al, 2008).

**FIG 1.** Cambios de temperatura mínima (panel superior) y máxima (panel inferior) entre el periodo base (2006-2020) y el futuro (2056-2080) en base a modelo del Instituto Max Planck. El cambio medio de temperatura y los valores mínimo y máximo se representa entre corchetes. Las figuras a la izquierda muestran los cambios proyectados para verano (diciembre-enero-febrero) y las de la izquierda para invierno (junio-julio-agosto).

En adición, el acelerado retroceso de los glaciares tropicales, producto del aumento de temperatura, tendrá una afectación directa sobre la disponibilidad y calidad del agua en una tercera parte del territorio nacional. De hecho, el país ha perdido un gran número de glaciares intertropicales en los últimos 50 años, los que representan una importante fuente de agua para las poblaciones rurales y urbanas. Para poner un ejemplo (Soruco, 2012) estima que las cuatro cuencas que abastecen al sistema de agua potable de la ciudad de la Paz reciben un 12% de contribución glaciar durante la estación húmeda y un 27% durante la estación seca. Es decir que a futuro y suponiendo que las precipitaciones se mantengan constantes, estas cuencas producirían un 12% menos de los caudales anuales. El estudio analizó 376 glaciares en todo el territorio boliviano a lo largo del periodo 1963-2006 llegando a la conclusión que estos han perdido un 48% de su masa glaciar o el equivalente a 0.9 kilómetros cúbicos de agua. Esto representa una gran amenaza para todos los habitantes que viven en condiciones de pobreza e inequidad en las zonas rurales y se vuelve aún más crítico para las áreas áridas y semi-áridas del territorio nacional.

Por consiguiente, es de esperarse que durante las próximas décadas se acentúe la migración ya existente de las zonas rurales a las urbanas de continuar las tendencias hidro-climáticas observadas. Esto incluye eventos El Niño más extensos y frecuentes trayendo consigo sequias prolongadas en gran parte de la macro cuenca del Katari y el Lago Menor (abarca los municipios de La Paz, Oruro, Potosí, entre otros). Por esta razón se hace necesario, como estrategia de adaptación, invertir en mejorar las condiciones de acceso y almacenamiento de agua potable de las comunidades rurales más pobres y tratar las aguas residuales para ayudar a conservar los cuerpos de agua y ecosistemas asociados. En este sentido, el programa propuesto, a través de sus inversiones en agua potable y tratamiento de aguas residuales en zonas secas, contribuyen a reducir la vulnerabilidad de las comunidades y ecosistemas en las cuencas áridas y semiáridas al cambio climático.

1. **Objetivos y justificación**

El programa tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida en términos ambientales y de salud de la población rural y de pequeñas localidades en Bolivia por medio del incremento de la cobertura de agua potable y saneamiento. Para el logro del objetivo, el programa se estructura en el siguiente componente:

Componente 1: Inversiones en Agua Potable, Saneamiento y Apoyo a la Gestión, que contempla las siguientes áreas de trabajo:

1. Preinversión: Estudios de factibilidad y diseño final requeridos para sustentar las obras propuestas;
2. Obras de Agua Potable y Saneamiento: Construcción, rehabilitación y ampliación de sistemas de agua potable, redes de alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas residuales y soluciones individuales de saneamiento;
3. Supervisión de obras;
4. Desarrollo Comunitario y Gestión de Servicios;
5. Elaboración de planes de fortalecimiento institucional a operadores y municipios, creación y fortalecimiento de las EPSA, los GAM y GAD a través de las Unidades Técnicas Internas Municipales (UTIM);
6. Medidas de Rápido Impacto (MRI): Intervenciones menores de rehabilitación o reposición de infraestructuras y/o equipos, programas específicos de gestión comercial u otras que se identifiquen;
7. Apoyo a la implementación del SIASAR (levantamiento e interpretación de información en los proyectos para la sostenibilidad de los servicios rurales).
8. **Descripción de las obras y acciones propuestas**

3.1 Muestra de proyectos

Como se observa en la tabla 1, la muestra de proyectos se conformó por 20 proyectos ubicados en 14 localidades, de los cuales algunos eran de agua potable (3), otros de saneamiento (5) y en algunas localidades hubo proyectos tanto de agua potable como de saneamiento (6).

**Tabla 1. Muestra de proyectos**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ID | Departamento | Provincia | Municipio | Localidades | PE | AP | AS | PTAR | SI | Base año | Personas | viviendas habitadas |
| 1 | Oruro | Pantaleón Dalence | Huanuni | Huanuni | E4 |  | X | X |  | 2017 | 27,021 | 6755 |
| 2 | La Paz | Pedro Domingo Murillo | Achocalla | Marquirivi, Cañuma, Suruzaya | E2 | X |  |  |  | 2017 | 4,491 | 1,391 |
| 3 | Santa Cruz | Chiquitos | Pailón | Pailón | E4 | X |  |  |  | 2017 | 10,213 | 2102 |
| 4 | Santa Cruz | Chiquitos | Pailón | Pailón | E4 |  | X | X |  | 2017 | 10,213 | 2102 |
| 5 | La Paz | Aroma | Colquencha | Colquencha | E3 |  | X | X |  | 2017 | 3,389 | 830 |
| 6 | Potosí | Chayanta | Colquechaca | Tomaycuri | E2 | X |  |  |  | 2017 | 1,076 | 280 |
| 7 | La Paz | Ingavi | Tiahuanacu | Huacullani | E2 |  | X | X |  | 2017 | 1,600 | 400 |
| 8 | Chuquisaca | Belisario Boeto | Villa Serrano | Villa serrano | E3 | X |  |  |  | 2017 | 6,104 | 1,336 |
| 9 | Chuquisaca | Belisario Boeto | Villa Serrano | Villa serrano | E3 |  | X | X |  | 2017 | 6,104 | 1,336 |
| 10 | Oruro | Pantaleón Dalence | Machacamarca | Cebada mayu | E1 | X |  |  |  | 2017 | 233 | 61 |
| 11 | Oruro | Pantaleón Dalence | Machacamarca | Cebada mayu | E1 |  |  |  | X | 2017 | 233 | 61 |
| 12 | Potosí | Sur Chichas | Tupiza | Torre chica- chocaya | E1 | X |  |  |  | 2017 | 261 | 104 |
| 13 | Potosí | Sur Chichas | Tupiza | Torre chica- chocaya | E1 |  |  |  | X | 2017 | 261 | 104 |
| 14 | Potosí | Sur Chichas | Tupiza | Oploca | E1 | X |  |  |  | 2017 | 695 | 172 |
| 15 | Potosí | Sur Chichas | Tupiza | Oploca | E1 |  |  |  | X | 2017 | 745 | 172 |
| 16 | Potosí | Charcas | S. P. de Buena Vista | Quinamara | E1 | X |  |  |  | 2017 | 575 | 130 |
| 17 | Potosí | Charcas | S. P. de Buena Vista | Quinamara | E1 |  |  |  | X | 2017 | 575 | 130 |
| 18 | La Paz | Los Andes | Laja | Laja | E4 |  | X |  |  | 2017 | 12,845 | 2,569 |
| 19 | La Paz | Omasuyos | Achacachi | Achacachi | E2 |  | X | X |  | 2017 | 14,214 | 3,989 |
| 20 | La Paz | Murillo | Mecapaca | Mecapaca | E4 | X |  |  |  | 2017 | 15,780 | 2,876 |

3.2 Caracterización de la muestra

Los proyectos de la muestra corresponden a localidades ubicadas en cinco de los nueve departamentos de la República Plurinominal de Bolivia (La Paz, Potosí, Santa Cruz, Oruro y Chuquisaca, donde las condiciones climáticas, topográficas, económicas, culturales, permitieron contar con una muestra muy variada.

El tamaño de población de las localidades beneficiadas fue desde las 233 personas (61 viviendas) hasta 27,021 personas (6755 viviendas), que a su vez pertenecen a los cuatro diferentes pisos ecológicos definidos por el gobierno boliviano (E1, E2, E3, E4).

* 1. Tipo de proyectos

La solución técnica seleccionada varía dependiendo del tamaño de localidad, la topografía del terreno y la disponibilidad de agua. En cuanto a las zonas geográficas seleccionadas para las inversiones, se les ha dado prioridad a las zonas secas dada su alta vulnerabilidad ante los impactos de cambio climático sobre la disponibilidad y calidad del agua.

* + 1. Proyectos de agua potable

Los proyectos de agua potable de los nueve proyectos analizados corresponden a obras de toma en fuentes superficiales tales como galerías filtrantes o vertientes superficiales con conducciones por gravedad salvo en algunos casos en los que por la topografía del sitio se incorporó algún bombeo. En los casos en los que la calidad de las fuentes de agua superficial no fue adecuada, se optó por fuentes subterráneas como pozos someros o profundos con sistemas de bombeo. En el caso de Cebada Mayu parte del sistema consiste en una toma directa a una tubería de riego y en el caso de Achocalla, la aducción se conectó directamente al sistema de agua potable de la EPSA del Alto.

Prácticamente en todos los casos se contemplan sistemas de regulación/almacenamiento con tanques desde los 5 hasta los 500 m3, lo que permite asegurar la continuidad del servicio de agua potable. Los sistemas de aducción y conducción consisten generalmente en tuberías de HDPE y las tuberías de los sistemas de distribución de tuberías de PVC. Se contemplan sistemas de desinfección por cloro principalmente y la instalación de tomas domiciliarias, casi en todos los casos con micro-medición.

En algunas de las pequeñas localidades donde las fuentes de agua superficial no tenían la calidad adecuada y las fuentes subterráneas no ofrecen caudal suficiente para abastecer a toda la población, se optó por proveer a las viviendas dispersas con sistemas de captación de agua de lluvia diseñados conforme a los sistemas promovidos por el gobierno boliviano (techos de calamina, tanques de almacenamiento de 10 m3). Dichas soluciones se complementaron con piletas públicas para el abastecimiento durante temporada de estiaje.

Los sistemas fueron diseñados para consumos que van desde los 50 hasta los 160 l/hab/dia, siendo Pailón (10,213 habitantes), donde se estimó un nivel de consumo mayor.

En algunos casos se proponen la rehabilitación de redes y la interconexión de fuentes y solo en un caso (Pailón), se proponen acciones de optimización de la red de distribución de agua potable mediante la sectorización de la red de agua potable y la instalación de sistemas de medición y control.

**Tabla 2. Proyectos de agua potable analizados**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Municipio | Localidades | Personas | Conexiones de AP | Longitud de red de AP (m) | Aducción/ Conducciones (m) | Tanques (vol m3) |
| 1 | Achocalla | Marquirivi, Cañuma, Suruzaya | 4,491 | 1,029 | 33,354 | 37,000 | 300 |
| 2 | Pailón | Pailón | 10,213 | 2,102 | 9,500 |  |  |
| 3 | Colquechaca | Tomaycuri | 1,076 | 280 | 5,949 | 372 | 30 |
| 4 | Villa Serrano | Villa Serrano | 6,104 | 1,336 |  |  | 500 |
| 5 | Machacamarca | Cebada mayu | 233 | 61 | 7,509 | 3,680 | 5 |
| 6 | Tupiza | Torre chica- chocaya | 261 | 104 | 9,131 | 10,301 | 15 |
| 7 | Tupiza | Oploca | 695 | 172 | 9,778 | 700 | 30 |
| 8 | S. P. de Buena Vista | Quinamara | 575 | 130 | 11,067 | 2,564 | 30 |
| 9 | Mecapaca | Mecapaca | 15,780 | 2,876 |  | 18,110 | 500 |

3.3.2 Proyectos de saneamiento

Las soluciones de saneamiento varían dependiendo del tamaño de la localidad, así como de las condiciones del servicio actual. En todas localidades ubicadas en los pisos ecológicos E4 y E3, se optaron por soluciones centralizadas de alcantarillado sanitario con planta de tratamiento de aguas residuales. En las localidades ubicadas en los estratos E1 y E2 se seleccionaron soluciones individuales de saneamiento, salvo en el caso de Huacullani (E2-1,600 habitantes) donde también se optó por una solución centralizada.

Los sistemas de alcantarillado sanitario consisten en sistemas de colectores principales y secundarios que conducen las aguas residuales por gravedad a las plantas de tratamiento de aguas residuales. Solo en el caso de Pailón se tuvo que utilizar sistemas de rebombeo.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales consisten en sistemas lagunares, lombrifiltros o lagunas combinadas con humedales artificiales. Solo en Laja de conectó el sistema de alcantarillado con una red ya existente y en el caso de Villa Serrano se rehabilitó una planta ya existente.

**Tabla 3. Proyectos de alcantarillado sanitario y PTARs analizados**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ID | Municipio | Localidades | AS | PTAR | Personas | viviendas habitadas | Conexiones ALC | Longitud colectores | PTAR (m3/dia) |
| 1 | Huanuni | Huanuni | X | X | 22,469 | 6755 | 563 | 9,606 | 5,150 |
| 2 | Pailón | Pailón | X | X | 10,213 | 2102 | 2,102 | 21,340 | 1,600 |
| 3 | Colquencha | Colquencha | X | X | 3,389 | 830 | 830 | 25,246 | 1,289 |
| 4 | Tiahuanacu | Huacullani | X | X | 1,600 | 400 | 400 | 4,790 | 470 |
| 5 | Villa Serrano | Villa Serrano | X | X | 6,104 | 1,336 | 1,336 | 23,378 | 1,540 |
| 6 | Laja | Laja | X |  | 12,845 | 2,569 | 2,569 |  |  |
| 7 | Achacachi | Achacachi | X | X | 13,983 | 3,989 | 4,126 | 2,294 | 2,230 |

Las soluciones individuales de saneamiento utilizadas consisten en baños secos con separación de orina y cámaras para la estabilización y el manejo de las heces fecales. En casi todas las viviendas en las que se optó por esta solución, la solución existente consistía en pozos ciegos o letrinas o se practica defecación al aire libre, por lo que no se prevé una disminución en el tipo de servicio recibido.

**Tabla 4. Proyectos de saneamiento con soluciones individuales**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Municipio | Localidades | Nombre del proyecto | Personas | viviendas habitadas | Número de sanitarios construidos |
| 1 | Machacamarca | Cebada mayu | Construcción de Baños ecológicos secos Cebada Mayu | 233 | 61 | 61 |
| 2 | Tupiza | Torre chica- chocaya | Construcción de Baños ecológicos secos Torre Chica - Chocaya | 261 | 104 | 104 |
| 3 | Tupiza | Oploca | Construcción de Baños ecológicos secos Oploca | 745 | 172 | 172 |
| 4 | S. P. de Buena Vista | Quinamara | Construcción de Baños ecológicos secos Quinamara | 575 | 130 | 130 |

* 1. Costos de los proyectos

Se analizaron los costos de inversión de los proyectos de agua como de saneamiento obteniendo los resultados que aparecen en las siguientes tablas.

**Tabla 5. Análisis de costos de inversión de proyectos de agua potable.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ID | Nombre del proyecto | Características | Personas | viviendas habitadas | Conexiones de AP | Longitud de red de AP (m) | Costo inversión/persona | Costo inversión/vivienda |
| 1 | Construcción Sistema de Agua Potable para las Comunidades de Marquirivi, Cañuma y Suruzaya | Interconexión con la aducción, línea de aducción, dos tanques de almacenamiento y redes principales y de distribución | 4,491 | 1,391 | 1,029 | 33,354 | 271.86 | 877.74 |
| 2 | Adecuación y rediseño de Estudio Técnico. Sistema de Agua Potable Pailón Centro. | Mejoramiento del sistema eléctrico y de control de dos pozos (P3 y P4); integración del tanque elevado al sistema de distribución; dos anillos principales de distribución de las aguas, incluida la sectorización micromedición y equipamiento | 10,213 | 2,102 | 2,102 | 9,500 | 51.79 | 251.65 |
| 3 | Construcción sistema de agua potable de Tomaycuri | Construcción de captación (pozo somero en río), aducción del pozo al cárcamo, construcción de un tanque semienterrado de 40 m3, construcción de una caseta de bombeo, sistema de impulsión, redes de distribución y conexiones domiciliarias (con micromedidor) | 1,076 | 280 | 280 | 5,949 | 215.82 | 829.37 |
| 4 | Construcción Sistema de Agua Potable Villa Serrano | Renovación de redes, construcción de tanques, casetas de cloración y medidores | 6,104 | 1,366 | 1,336 | 18,110 | 457.82 | 2,091.73 |
| 5 | Construcción Sistema de Agua Potable Cebada Mayu | Sistema de agua potable independientes para 5 ranchos (zonas); mediante toma directa a tubería de riego o toma en vertiente, aducción, tanque y red abierta con piletas domiciliaria; soluciones familiares para AP (Cosecha de Agua c/tanque ferrocemento) | 233 | 61 | 61 | 7,509 | 768.44 | 2,935.17 |
| 6 | Construcción Sistema de Agua Potable Torre Chica - Chocaya | Sistema de agua potable para 2 comunidades, obra de toma, aducción, tanques de distribución, redes de distribución y piletas domiciliarias | 261 | 104 | 104 | 9,131 | 1,045.02 | 2,622.59 |
| 7 | Construcción Sistema de Agua Potable Oploca | Rehabilitación obra de toma, mejoramiento de la aducción, renovación de la red de agua potable y soluciones familiares (cosecha de agua) en zona dispersa | 745 | 172 | 172 | 9,778 | 418.02 | 1,810.63 |
| 8 | Construcción de Sistema de Agua Potable Quinamara | Obra de captación, aducción, redes de distribución abierta y piletas domiciliarias con medidor; incluye soluciones familiares para población dispersa | 575 | 130 | 130 | 11,067 | 524.78 | 2,321.14 |
| 9 | Ampliación y Mejoramiento del Sistema Principal de Agua Potable Mallasa-Mecapaca Fase II | Extensión de la red de agua potable | 15,780 | 2,876 | 1,336 | 24,932 | 29.46 | 161.65 |

**Tabla 6. Análisis de costos de inversión de proyectos de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ID | Nombre del proyecto | Características | Conexiones de ALC | Longitud emisario y colectores (m) | PTAR (m3/dia) | Total inversión saneamiento (Bs) | Costo inversión alcantarillado /persona USD | Costo PTAR por persona USD |
| 1 | Construcción colectores principales para Huanuni, colectores secundarios para Sajsani, emisario y PTAR | Colectores secundarios Sajsani, colectores principales Huanuni, emisario y PTAR (Lagunas de estabilización) | 563 | 9,607 | 5,150 | 4,332,049 | 151.88 | 166.16 |
| 2 | Estudio de preinversión para el rediseño del estudio técnico del Sistema de Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de Pailón. | Construcción de redes secundarias, interceptor, 3 estaciones de bombeo y pretratamiento; emisario (línea de impulsión), planta de tratamiento de aguas residuales (Lagunas de estabilización) | 2,102 | 21,340 | 1,600 | 11,041,531 | 549.71 | 289.15 |
| 3 | Construcción del sistema de alcantarillado sanitario en sexta sección- Colquencha, Aroma-La Paz | Colectores secundarios y principales; conexiones domiciliarias;  Emisario y PTAR (Lombrifiltro) | 830 | 25,246 | 1,289 | 9,959,764 | 764.85 | 1,627.62 |
| 4 | Sistema de Alcantarillado y PTAR del Pueblo de Huacullani | Colectores secundarios y principales; conexiones domiciliarias;  Emisario y PTAR (Lombrifiltro) | 400 | 4,790 | 470 | 4,308,968 | 335.39 | 2,106.17 |
| 5 | Mejoramiento y Ampliación Sistema Alcantarillado Sanitario y PTAR Villa Serrano | Red de colectores principales y secundarios, emisario y mejoramiento de PTAR | 1,336 | 23,378 | 1,432 | 10,784,948 | 926.56 | 347.27 |
| 6 | Construcción Sistema de Alcantarillado Sanitario Distrito 2 de Laja | Sistema de alcantarillado sanitario con dos cárcamos de bombeo que conectan a PTAR existente | 2,569 | 18,110 | NA | 19,728,613 | 1,097.07 | NA |
| 7 | Mejoramiento y Ampliación Sistema Alcantarillado Sanitario y PTAR Achacachi | Red de colectores con conexiones sanitarias y construcción de PTAR | 4,126 | 2, 295 | 3,570 | 25,228,622 | 583.61 | 598.78 |

**Tabla 7. Análisis de costos de inversión de proyectos de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ID | Municipio | Localidades | Nombre del proyecto | Soluciones individuales por construir | Total inversión saneamiento (Bs) | Costo inversión solución individual/persona |
| 1 | Machacamarca | Cebada mayu | Construcción de Baños ecológicos secos Cebada Mayu | 61 | 648,843.23 | 1,519.54 |
| 2 | Tupiza | Torre chica- chocaya | Construcción de Baños ecológicos secos Torre Chica - Chocaya | 104 | 1,225,887.33 | 1,683.91 |
| 3 | Tupiza | Oploca | Construcción de Baños ecológicos secos Oploca | 172 | 2,027,429.04 | 1,683.91 |
| 4 | S. P. de Buena Vista | Quinamara | Construcción de Baños ecológicos secos Quinamara | 130 | 1,703,710.90 | 1,872.21 |

De la revisión de las tablas de costos de los proyectos de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales y soluciones individuales de saneamiento, se concluye que éstos son razonables considerando las características de la infraestructura y comparables con los de otros proyectos similares en otros países. Sin embargo, se entiende que estos montos deberán ajustarse durante el diseño final de los proyectos.

1. **Conclusiones sobre la viabilidad técnica**

Del análisis de la muestra se identifica que en los proyectos de agua potable está documentada la realización de los aforos a las fuentes potenciales, se hicieron los análisis de calidad del agua y se hicieron las estimaciones que consideran la viabilidad del cambio climático para asegurar la disponibilidad de agua en la fuente. Están también documentados los análisis de la demanda actual y futura, así como los demás cálculos hidráulicos necesarios para el dimensionamiento de redes de conducción y distribución y tanques de regulación necesarios para asegurar niveles de consumo adecuados. Los materiales propuestos son adecuados para las condiciones locales.

En los proyectos de saneamiento se realizó el análisis de alternativas para la selección de plantas de tratamiento las cuales se documenta que fueron avaladas por la comunidad. Los costos de inversión son razonables considerando las características de las obras y los costos de operación y mantenimiento requeridos por las plantas de tratamiento de la muestra varían de los 5 a los 20 Bs, los cuales se consideran razonables. Asimismo, las soluciones individuales de saneamiento propuestas fueron aceptadas por los beneficiarios y corresponden a niveles de servicio superiores a los que actualmente tienen.

Sin embargo, para la preparación de los diseños finales y la fase de ejecución de los proyectos se emitieron recomendaciones puntuales que permitan asegurar la sostenibilidad de las soluciones técnicas propuestas y que se complementan con las recomendaciones de índole institucional, financiero y social del programa.

Asimismo, del análisis derivaron los criterios de viabilidad técnica a ser considerados para la selección de los demás proyectos a ser financiados por el programa, entre los que destaca la necesidad de hacer intervenciones integrales, es decir, que evalúen la problemática tanto de agua como de saneamiento. En el caso de los proyectos que sean solo agua y que por cuestiones presupuestales no pueda incluir el saneamiento en el mismo proyecto, se deberá considerar como una segunda etapa. Los proyectos de alcantarillado deberán evaluar las condiciones de los sistemas de agua potable y asegurar una mínima cobertura del 80%. Si el estado de la infraestructura de agua potable no la adecuada, deberán realizarse las rehabilitaciones necesarias a los sistemas para proveer el servicio adecuadamente. Asimismo, deberán considerar una solución de tratamiento de aguas residuales o la conexión a una existente. Dichos criterios serán integrados en el Reglamento Operativo del Programa.