

## Tratamiento de agua segura basado en la naturaleza en el chaco, Paraguay. Año 2023

*Nature-based safe water treatment in Chaco, Paraguay. Year 2023*

Karl Giesbrecht<sup>1</sup>, Fulgencio Méndez<sup>1</sup>, Nolberto Valdez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pro Comunidades Indígenas. Filadelfia, Paraguay.

**Recibido:** 30/09/2023

**Aceptado:** 30/11/2023

**Editor responsable:** Marcela Achinelli

### RESUMEN

Este artículo presenta la problemática del acceso al agua en el contexto del Chaco paraguayo y la alternativa que la Organización No Gubernamental (ONG), Pro Comunidades Indígenas (PCI), junto con las comunidades indígenas y campesinas de la zona, ha venido ensayando para buscar solución a la problemática; desde el acceso al agua hasta el desafío de su tratamiento y potabilización para el consumo humano. El enfoque metodológico de esta investigación es cualitativo, empleando la observación-participante y entrevistas semiestructuradas con técnicos, coordinadores de la institución ejecutora del sistema de agua segura basado en la naturaleza y líderes comunitarios. Además, se realizaron consultas bibliográficas y revisión de documentos institucionales de PCI para obtener datos secundarios. Los resultados de este estudio arrojan la descripción de las experiencias y las lecciones aprendidas de PCI sobre un sistema de tratamiento de agua segura basado en la naturaleza, que utiliza los llamados biofiltros, como piedra, grava, arena y carbón. Este artículo parte de los ensayos para la construcción del sistema, la explicación del funcionamiento de este hasta su implementación en las comunidades. El sistema de agua segura basado en la naturaleza resulta efectivo para poblaciones pequeñas y proporciona una solución a una problemática de larga data en el territorio chaqueño. Su construcción es fácil, de corto plazo y mucho menos costoso que el sistema convencional de tratamiento de agua. Así también, la construcción conjunta del sistema con los pobladores, la capacitación técnica a los mismos en su operación y mantenimiento, contribuyen enormemente a la sostenibilidad de este. Este artículo es una contribución a la identificación, aplicación y estudio de sistemas de agua adecuados para zonas de difícil acceso a este líquido vital, como es el caso del Chaco paraguayo. Además, se trata de un sistema innovador y ecológico, es decir, amigable con el medio ambiente.

**PALABRAS CLAVE:** Chaco paraguayo, acceso al agua, tratamiento de agua, biofiltros, sostenibilidad

---

## ABSTRACT

This article presents the issue of water access in the context of the Paraguayan Chaco and the alternative that the Non-Governmental Organization (NGO), Pro Comunidades Indígenas (PCI), along with indigenous and peasant communities in the area, has been experimenting with to address the problem; from water access to the challenge of its treatment and purification for human consumption. The methodological approach of this research is qualitative, employing participant observation and semi-structured interviews with technicians, coordinators of the implementing institution of the nature-based safe water system, and community leaders. Additionally, bibliographic consultations and review of PCI institutional documents were conducted to obtain secondary data. The results of this study provide a description of PCI's experiences and lessons learned about a nature-based safe water treatment system, which utilizes biofilters such as stone, gravel, sand, and charcoal. This article covers the trials for the construction of the system, explains its operation, and discusses its implementation in communities. The nature-based safe water system proves effective for small populations and provides a solution to a long-standing problem in the Chaco territory. Its construction is easy, short-term, and much less costly than conventional water treatment systems. Additionally, the joint construction of the system with the residents, technical training in its operation and maintenance, greatly contributes to its sustainability. This article contributes to the identification, application, and study of suitable water systems for areas with difficult access to this vital liquid, such as the Paraguayan Chaco. Furthermore, it is an innovative and eco-friendly system, meaning it is environmentally friendly.

**KEY WORDS:** Paraguayan Chaco, water access, water treatment, biofilters, sustainability.

**AUTOR CORRESPONDIENTE:** Nolberto Darío Valdez Ayala. Especialista en Ciencias Sociales con Mención en Desarrollo Social e Investigación. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO Py). Asunción, Paraguay. **Email:** [academica@flacso.edu.py](mailto:academica@flacso.edu.py)

**CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:** **KHG:** coordinador de la investigación y participó en el ensayo del sistema de agua segura basado en la naturaleza, toma de datos y revisión del artículo. **FM:** técnico participante principal en el ensayo del sistema de agua segura basado en la naturaleza, seguimiento y toma de datos. **NDVA:** observador participante del ensayo, toma de notas y redacción del informe de investigación.

**FINANCIAMIENTO:** Investigación realizada en el marco de la acción “Comunidades del Chaco Pantanal Resilientes al Cambio Climático”, ejecutado por PCI dentro del proyecto “Voces para la Acción Climática Justa”, implementado por WWF Paraguay y la Fundación Avina.

**CONFLICTO DE INTERÉS:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

---

## INTRODUCCIÓN

En el Chaco paraguayo, acceder a agua potable sigue siendo un gran desafío, especialmente para las comunidades indígenas y campesinas. La falta de infraestructura y servicios adecuados hace que muchas comunidades dependan de fuentes de agua no tratada, como ríos, tajamares y agua de lluvia almacenada en aljibes, para satisfacer sus necesidades diarias de agua (Cabrera y otros, 2021).

Esta situación tiene consecuencias negativas para la salud de las personas que habitan las comunidades indígenas y campesinas del Chaco paraguayo, ya que el agua no tratada contiene patógenos y otros contaminantes que pueden causar graves enfermedades.

La razón por la cual la mayoría de las comunidades del Chaco paraguayo se surten de aguas superficiales y no de pozos, como puede ser en la Región Oriental del Paraguay, es porque la gran parte de esta Región Occidental contiene agua subterránea salobre. Estos acuíferos contienen agua con alto contenido de sal y no son aptos para el consumo humano sin tratamiento previo. Si bien la instalación de sistemas de tratamiento y potabilización tradicionales son una solución efectiva, son costosos tanto en términos de construcción como de mantenimiento. Esto significa que muchas comunidades no tienen acceso a sistemas de tratamiento de agua, y las que sí tienen a menudo enfrentan dificultades para mantenerlos en funcionamiento debido a la falta de suministros y mantenimiento adecuado.

Además, la situación se agrava aún más durante los períodos de sequía, cuando el nivel de agua de los ríos y otras fuentes naturales bajan significativamente o llegan a secarse. Esta situación empeora en comunidades de tierra adentro, donde dependen, principalmente, del agua almacenada de lluvia. Esto hace que el acceso al agua sea aún más difícil y puede tener un impacto significativo en la vida diaria de las personas que dependen del agua para sus necesidades básicas.

Por tanto, la falta de acceso al agua potable limpia y segura es un desafío importante en el Chaco paraguayo que afecta a muchas comunidades indígenas y campesinas. Es importante abordar esta problemática a través de la instalación de sistemas de tratamiento de agua adecuados y otras medidas para garantizar que todas las personas en la región tengan acceso a agua potable segura y de calidad.

El documento desarrolla la problemática del acceso al agua potable en el Chaco paraguayo, el sistema alternativo de tratamiento de agua segura implementado por PCI junto con las comunidades con sus antecedentes y la experiencia de construcción del sistema de tratamiento de agua segura basado en la naturaleza en las comunidades indígenas y campesinas de la zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se ha diseñado para abordar la problemática del acceso al agua en el Chaco paraguayo y evaluar una alternativa propuesta por la PCI en colaboración con comunidades locales. La muestra ha incluido técnicos, coordinadores de la institución ejecutora del sistema de agua segura y líderes comunitarios involucrados en el proyecto de PCI. El muestreo ha sido no

probabilístico por conveniencia, seleccionando participantes clave relacionados con la temática de estudio. Los criterios de inclusión han incluido la participación activa en el proyecto de PCI y la disponibilidad para ser entrevistados. No se han aplicado criterios de exclusión.

Se han utilizado entrevistas semiestructuradas y observación participante como instrumentos principales de recolección de datos. La validez y confiabilidad de los datos se han garantizado mediante la triangulación de fuentes y la revisión constante de la coherencia y consistencia de los hallazgos.

Las entrevistas se han realizado siguiendo una guía predefinida, permitiendo la exploración de temas relevantes. La observación participante se ha llevado a cabo durante la implementación del sistema de agua segura.

Se han considerado estudios y aplicaciones previos de sistemas de tratamiento de agua y prácticas de participación comunitaria para contextualizar los hallazgos y establecer comparaciones. Las decisiones metodológicas se han justificado en base a la idoneidad para abordar los objetivos de investigación y la disponibilidad de recursos. Se ha optado por un enfoque cualitativo debido a su capacidad para explorar las experiencias y perspectivas de los participantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Organización PRO Comunidades Indígenas (PCI) es una organización de la sociedad civil (OSC) paraguaya que trabaja en la Región Occidental del país desde 1995. En este contexto, desde los inicios de las actividades de PCI, siempre se ha considerado el acceso al agua para el consumo y para la seguridad alimentaria como uno de los componentes claves para el desarrollo de las comunidades en el Chaco paraguayo.

La atención o priorización del acceso al agua en las comunidades indígenas y campesinas chaqueñas en el marco de los proyectos ejecutados por PCI, ha llevado a la necesidad de consolidar este foco de trabajo de la institución identificando, junto con las comunidades, los sistemas de agua más apropiados teniendo en cuenta las subregiones chaqueñas.

En este sentido, en las comunidades chaqueñas de tierra adentro, ante la ausencia de ríos o arroyos, se ha optado por la captación y/o excavación de pozo y almacenamiento de agua en aljibes para el consumo y la construcción de tajamares para la producción o seguridad alimentaria.

Por su parte, el trabajo de PCI en las comunidades ribereñas de Alto Paraguay a partir del año 2017 amplió esta perspectiva de trabajo sobre el acceso al agua en las comunidades. Se trata del agua del río, una fuente con abundante agua, pero agua cruda, con variaciones importantes a lo largo del año, según nivel del río, que debía tratarse para su consumo.

Para esta zona ribereña, se ha optado por sistemas de bombeo de agua de río, su tratamiento, su potabilización y su distribución para el mejor aprovechamiento de esta fuente natural, mejorando de esa manera las condiciones materiales para garantizar el acceso al agua.

Esta experiencia motivó a la institución para buscar maneras de asegurar, primeramente, agua para consumo humano y, posteriormente, desarrollar sistemas de irrigación de huertas y de

consumo de animales mayores y menores, trabajando con los pequeños productores en la región. En este contexto de trabajo conjunto en el marco de la iniciativa 'Chaco Integrado', en el 2020, PCI ha sido adjudicada para los "Servicios de consultoría de identificación de comunidades y tecnologías apropiadas de agua y saneamiento en el Chaco", en el marco del proyecto "Construcción de sistemas de agua potable y saneamiento para pequeñas ciudades y comunidades rurales e indígenas del Paraguay", ejecutado por el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA).

En esta consultoría que duró hasta el 2021, PCI ha logrado identificar 50 comunidades indígenas en los 3 departamentos del Chaco y definir mediante consultas con autoridades locales y comunidades los sistemas más adecuados de agua y saneamiento para cada comunidad, direccionando a posteriori los distintos diseños de los sistemas y presentando ante SENASA y sus financiadores.

Básicamente, los sistemas más adecuados definidos y diseñados con amplia participación de la población indígena involucrada son los siguientes:

- a. Sistemas de abastecimiento de agua con captación de agua del río Paraguay y saneamiento individual, siendo beneficiadas 15 comunidades de los distritos de Bahía Negra, Fuerte Olimpo, Carmelo Peralta y Puerto Casado, del departamento de Alto Paraguay.
- b. Sistemas de abastecimiento de agua por cosecha de agua de lluvia, siendo beneficiadas 3 comunidades del distrito de Puerto Casado (tierra adentro), departamento de Alto Paraguay.
- c. Sistemas de abastecimiento de agua por macrocaptación de agua de lluvia, siendo beneficiadas 32 comunidades indígenas del distrito de Mariscal Estigarribia del departamento de Boquerón y del distrito de Puerto Pinasco del Departamento de Presidente Hayes.

Estos tres sistemas definidos responden muy bien a la necesidad de sistemas adecuados para las distintas subregiones del territorio chaqueño: tierra adentro y riberas. Sin embargo, estos diseños traían consigo incorporaciones innovadoras en su mecanismo de tratamiento del agua, nunca implementadas en las comunidades indígenas del Chaco.

Estas nuevas incorporaciones se basan en la aplicación de un proceso de filtrado de agua basado en la naturaleza, utilizando, simplemente, piedra, grava, arena y carbón, sin productos químicos como el sulfato de aluminio como floculante, principalmente, cuyo producto es de difícil acceso y costoso para las comunidades del Chaco paraguayo.

Por otro lado, para las comunidades de tierra adentro, donde es más difícil el acceso al agua, principalmente durante las sequías prolongadas cíclicas, que son anuales, se ha planteado y aprobado un diseño totalmente nuevo para las comunidades indígenas. Se trata del sistema de macrocaptación que ha sido implementado desde hace aproximadamente 12 años por la Cooperativa Chortitzer, en el Chaco Central (PCI, 2022).

El sistema de macrocaptación consiste en primeramente captar agua de lluvia mediante una superficie de varias hectáreas, especialmente preparadas para captar y juntar el agua de lluvia y luego bombear esa agua a un amplio reservorio (75.000 m<sup>3</sup>, por ejemplo). Alrededor del reservorio se construyen canaletas y un pulmón para coleccionar el agua de lluvia por gravedad y

bombearla al reservorio con motobombas durante y después de la lluvia. El reservorio cuenta con una geomembrana de 1.000 micrones para evitar la infiltración del agua al suelo, teniendo ya solamente una pequeña pérdida por la evaporación.

Actualmente, los diseños más adecuados elaborados de acuerdo con la consulta a las 50 comunidades indígenas involucradas ya están en etapa de construcción desde octubre del año 2022. Varias empresas se adjudicaron en los llamados de SENASA para la realización de las distintas obras en las 50 comunidades de los tres departamentos del Chaco paraguayo.

A partir de los antecedentes de PCI desarrollados, se ha optado por la realización de pruebas de tratamiento de agua basado en la naturaleza de manera más institucional e interna desde el año 2021.

En este contexto, el Dr. Carlos Giesbrecht, coordinador de proyecto de PCI, y el técnico consultor y experto empírico, Sr. Fulgencio Méndez, quien ha estado brindando apoyo a PCI en la implementación de proyectos sociales y ambientales en el Alto Paraguay, presentaron y socializaron las ideas iniciales que tenían sobre este tipo de sistema de tratamiento de agua segura y comenzaron a probarlo en la ciudad de Filadelfia, departamento de Boquerón, donde PCI tiene su oficina.

Según Giesbrecht, “nuestras referencias iniciales son el sistema de filtración natural de agua utilizado en Vietnam y la aireación para el mantenimiento del sistema utilizado en Norteamérica, pero luego fuimos modificando y adaptando de acuerdo con la necesidad” (2023).

Por su parte, Méndez relató que venía ya probando el filtrado con arena, grava y carbón en su domicilio, utilizando “agua de la cuneta, de tajarar y de tanque australiano” (2023).

Los materiales iniciales que han adquirido para armar el sistema de filtrado son 2 tambores de plástico de 200 L que se conectarían por medio de mangueras corrugadas de succión/expulsión de 2 pulgadas, además de todos los accesorios necesarios como llaves de paso, abrazaderas y bridas. Para el biofiltrado, adquirieron piedra, grava, arena y carbón.

Una vez juntados los materiales y los insumos, Giesbrecht y Méndez buscaron lugares en la ciudad de Filadelfia para realizar la prueba. Luego de pasar por varios lugares, se les concedió el permiso en el Complejo Boreal, un condominio habitacional relativamente nuevo. Este lugar cuenta con un tanque australiano desde donde pudieron bombear el agua para las pruebas.

“El agua del tanque australiano está mucho más tiempo estancada, porque el reservorio tiene menos aireación, muchos mohos y más bacterias. Estuvimos experimentando allí durante 6 a 8 meses” (Méndez, 2023).

El sistema de filtrado instalado inicialmente en el lugar incluía 3 tambores de 200 L; 2 que cumplían la función de filtrado y uno que colectaba el agua filtrada.

---

<sup>1</sup>La capacidad de la motobomba depende de las condiciones del lugar. Por ejemplo, cuanto mayor sea la distancia entre la captación y la planta de tratamiento, mayor debe ser la capacidad de la motobomba. Otro elemento clave también para definir la capacidad de la motobomba es la superficie del terreno, si es plana o inclinada (bajada o arribada). Aquí implica la gravedad del impulso del agua.

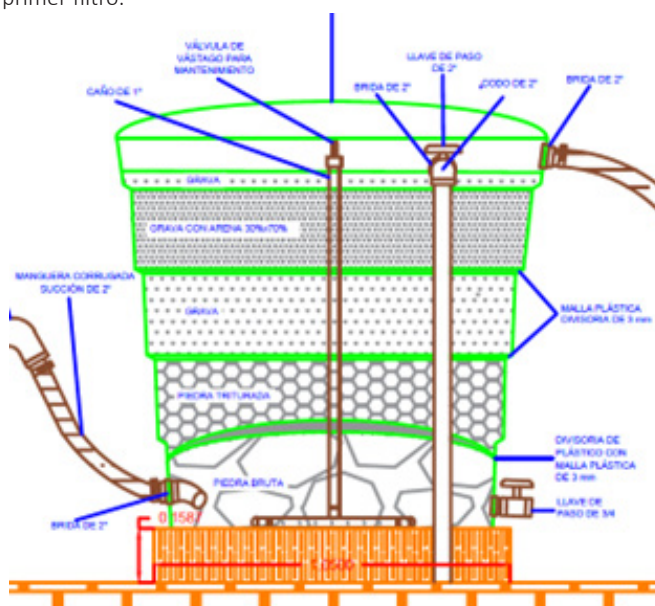
El agua impulsada con una motobomba<sup>1</sup> desde el tanque australiano, entra en el primer tambor por abajo, a 5 cm arriba de la superficie del tambor. En el interior del tambor, el agua entra encorvada hacia un costado del lado izquierdo o derecho de manera que el agua entre de forma circular. Para esto se aplica un caño encorvado de 2 pulgadas de 45° en el interior del tambor donde ingresa el agua.

Al principio, durante la prueba, este espacio donde entra el agua, se dejaba vacío unos 20 cm para la circulación del agua que posteriormente debe ascender por las capas de los filtros de piedra, grava y arena. Actualmente, este espacio se ocupa con piedra bruta que sirve también de soporte para la tapa de este primer espacio del tambor. Además, actualmente se utiliza tanque en vez de tambor.

El agua que entra en circulación por debajo del tanque atraviesa las piedras brutas y de forma horizontal y circular para posteriormente ascender por la tapa difusora/divisoria del primer espacio hacia la primera capa sólida de piedra triturada. Después, el agua atraviesa la siguiente tapa difusora/divisoria hacia arriba donde se encuentra la grava. Esta segunda capa de grava tiene también una tapa difusora/divisoria por donde pasa el agua a la penúltima capa del primer filtro, donde existe una mezcla de grava y arena en 30x70% aproximadamente.

Estas 3 capas de piedra bruta, piedra triturada y arena mezclada con grava pueden tener una altura de 20 cm cada una, dependiendo también del tamaño del tanque utilizado para el filtro. Sin embargo, la penúltima capa ya no tiene tapa difusora/divisoria, sino otra última capa, la más fina, como 3 cm de altura, que se constituye en grava para impedir la perturbación de la arena (con mayor porcentaje) de la penúltima capa con el flujo del agua que sube a la superficie del primer filtro. Finalmente, el agua filtrada en este proceso del primer filtro idealmente debe mantenerse como agua estanca en unos 5 cm de altura antes de ingresar a la salida al siguiente proceso de filtrado natural (figura 1).

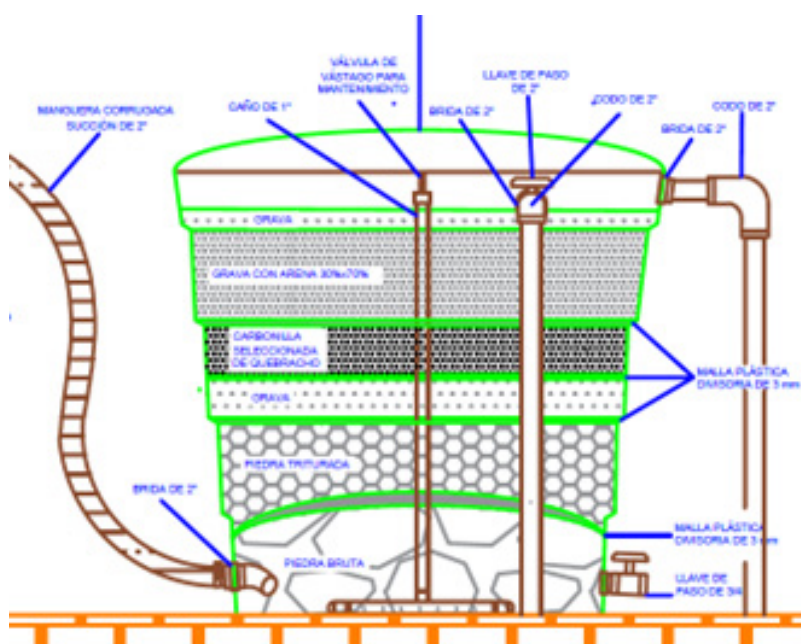
**Figura 1:** Estructura completa del primer filtro.



**Fuente:** Elaboración propia.

Este segundo filtro es del mismo tamaño que el anterior y el agua filtrada del primer filtro ingresa también por debajo del segundo filtro. El interior del segundo filtro se divide - de abajo a arriba -, en un espacio con piedra bruta, capa de piedra triturada, capa de grava, capa de carbón activado, capa de mezcla de grava con arena y capa fina de grava. Como se puede observar en este segundo filtro, las diferencias de las divisiones interiores del primer filtro son la incorporación del carbón activado y la disminución de la altura de la capa de grava que, en el primer filtro, era de 20 cm. En este segundo filtro, la capa que se constituye de solamente grava tiene una altura aproximada de 10 cm, lo mismo que la capa del carbón activado. El agua que pasa por este segundo proceso de filtrado ya puede colectarse en un reservorio para su posterior cloración y distribución para usos de consumo humano y doméstico (figura 2).

**Figura 1:** Estructura completa del segundo filtro



**Fuente:** Elaboración propia.

El sistema de filtrado natural de agua es un método utilizado para purificar agua utilizando solamente elementos naturales. Este proceso se basa en la capacidad de la naturaleza para filtrar y limpiar el agua a través de diversas capas de rocas, arena y carbón, en este caso. A continuación, se describen estos elementos naturales utilizados para construir este sistema de filtrado de agua:

- **Piedra caliza:** La piedra caliza o, en este caso piedra bruta y triturada, se utiliza para aumentar el pH del agua y para eliminar los iones de hierro y manganeso. La piedra bruta o triturada también puede utilizarse para reducir la dureza del agua.
- **Grava:** La grava es otro material utilizado en sistemas de filtración de agua naturales y artificiales. Es capaz de retener partículas más grandes que la arena y se utiliza para filtrar



partículas de 20 a 50 micras. “La grava remueve sedimentos, partículas de materia orgánica y algunos microorganismos” (Aqueosus Solutions, 2016, pág. 3)

- **Arena:** La arena es uno de los materiales más comunes utilizados en sistemas de filtración de agua naturales y artificiales. Es capaz de filtrar partículas de hasta 20 micras, lo que la hace ideal para eliminar sedimentos y partículas en suspensión en el agua. “La arena elimina partículas finas, materia orgánica biodegradable disuelta, y patógenos microbianos” (Aqueosus Solutions, 2016, pág. 3)
- **Carbón activado:** El carbón activado es un material poroso que se utiliza para eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua. El carbón activado se fabrica a partir de materiales naturales como la madera y se activa mediante un proceso de calentamiento en ausencia de oxígeno. En este caso, se usa carbonilla seleccionada de quebracho (árbol nativo del chaco).

Finalmente, en este proceso de filtración con elementos de la naturaleza, se puede utilizar también otros elementos como la arcilla y las plantas acuáticas para mejorar la eficacia del sistema de filtración. El agua se hace pasar a través de estas capas de materiales y las impurezas son eliminadas. En la experiencia de PCI, con piedra, grava, arena, carbón y la cloración final para el tratamiento microbiológico, el resultado es bastante aceptable en cuanto a calidad del agua potable.

Como todo sistema de tratamiento de agua para el consumo humano, este sistema requiere de su mantenimiento, al menos semanal, para el buen funcionamiento y de esa manera lograr su sostenibilidad. Para este propósito, las pruebas de los trabajadores de PCI concluyeron en la instalación, al interior de los dos filtros, un sistema de aireación.

Este sistema consiste en la incorporación de un caño de PVC de ½ pulgada en el medio mismo del interior de cada filtro. Este caño atraviesa todas las capas naturales de filtración desde la base hasta pasar la capa del agua estancada filtrada. En la punta de arriba de este año, se incorpora una válvula de vástago para la introducción del aire con un compresor o inflador (figura 3).

**Figura 3:** Sistema de aireación para mantenimiento



**Fuente:** Elaboración propia.

En la base del filtro, este caño de  $\frac{1}{2}$  pulgada, se une con unas conexiones de forma cuadrada, en posición horizontal, fabricada también de caños de la misma medida. A esta base cuadrada de caños se le aplica agujeros pequeños tipo poros por donde entra el aire. Cuando entra el aire hasta esta parte, se produce una turbación del agua y puede remover las impurezas que quedaron durante el proceso de filtrado del agua.

Estas impurezas llevadas con la turbación del agua producida con la inyección del aire suben hasta arriba donde está normalmente el agua filtrada estancada. Para desechar estas impurezas, se cuenta con otra salida, diferente a la salida del agua filtrada. Para realizar este proceso, se debe cerrar la llave de paso de la salida del agua filtrada y abrir la llave de paso de la otra salida del agua con las impurezas.

Si bien las experiencias de PCI en el acompañamiento y construcción conjunta de sistemas de tratamiento de agua segura en y con las comunidades son de larga data, con las pruebas en estos últimos años de un sistema basado en la naturaleza, ha ido consolidando un prototipo que se ha construido, como tal, en tres comunidades indígenas y en una comunidad campesina.

Como una experiencia en este tipo de sistema y con una orientación de ISA – empresa local, con quien se venía colaborando en la definición de sistemas alternativos-, a fines de 2020, se puede contar la construcción del sistema en la comunidad indígena, Puerto María Elena, del pueblo indígena tshir Tomaraho, del distrito de Fuerte Olimpo, departamento de Alto Paraguay. Esta comunidad se encuentra en la ribera del río Paraguay y la captación de agua se realiza desde el río, bombeando el agua que pasa por los 2 filtros al sistema de cloración y al reservorio, lista para la distribución a unas 80 familias de la comunidad (PCI, 2020).

En el 2021, la segunda experiencia en construcción de este tipo de sistema se encuentra en la Colonia campesina María Auxiliadora, del distrito de Fuerte Olimpo, departamento de Alto Paraguay. Como esta comunidad se encuentra en tierra adentro, el bombeo de agua se realiza desde un tajamar de 10.000 m<sup>3</sup>. El sistema beneficia a cerca de 100 familias de la colonia. A mediados del año 2021, se construyó un sistema de tratamiento de agua basado en la naturaleza en la comunidad indígena del pueblo Ayoreo, Cucaani, del distrito de Carmelo Peralta, departamento de Alto Paraguay, beneficiando a 10 familias (PCI, 2022). Esta construcción por primera vez contemplaba todos los avances en la investigación propia que se venía realizando sobre sistemas de tratamiento de agua basados en naturaleza.

A finales del 2022, PCI, con apoyo comunitario local, ha construido otro sistema en la comunidad Guida Ichai, en el mismo complejo comunitario Ayoreo, beneficiando también a más de 20 familias (PCI, 2021). Estas dos últimas experiencias en la construcción de este tipo de sistema de agua son las más significativas en la trayectoria de PCI. Son sistemas con ajustes mejorados y con gran empoderamiento de la población. Para lograr esto, técnicos de PCI acompañaron fuertemente a los pobladores desde la consulta comunitaria hasta la finalización de la obra en la comunidad.

En palabras del líder de la comunidad Cucaani: “El sistema es automático y lo que usamos es solamente cloro para que sea agua potable. Este sistema es para nosotros algo logrado con la gente de PCI y nosotros que ponemos también como contrapartida nuestro esfuerzo” (Cutamuraja, 2022).

Además del fácil manejo de este tipo de sistemas de agua basados en la naturaleza, es su reducido costo de mantenimiento en cuanto a insumos. Pero sí debe haber un compromiso firme de mantenimiento por parte de la comunidad para garantizar el buen funcionamiento. Para este propósito, una vez terminadas las obras en las comunidades y con capacidades locales instaladas, PCI realiza la entrega de kit de herramientas de plomería para el mantenimiento, quedando como tareas de los pobladores los trabajos de operación, mantenimiento y la compra de cloro para el tratamiento microbiológico final.

Los pobladores tanto de Cucaani como de Guida Ichai, se involucraron durante toda la construcción de la obra, posteriormente reciben capacitación técnica para la operación y el mantenimiento de los sistemas. Este proceso ha facilitado para que estos sistemas se mantengan hasta la actualidad funcionando y que las familias puedan tener suficiente agua potable que llega a su propia casa.

“El involucramiento de mujeres y jóvenes era fundamental para la sostenibilidad, porque ellos son los que se quedan más en la comunidad. Cuando hay apoyo de las mujeres, participan más y se apropian mejor del sistema” (Martínez, 2022), recalca la coordinadora en terreno de PCI. Respecto a los beneficios en la salud de los pobladores, una pobladora de Cucaani expresó: “A veces le daba diarrea a mi hijo el agua del río, agua contaminada. Ahora ya está mejor nuestra comunidad, ya no hay diarrea como antes, cuando todo era más difícil, porque el agua contaminada es peligrosa” (Dosapei, 2022).

El líder de Cucaani, de igual forma manifestó que antes del sistema de agua, las niñas y los niños de la comunidad andaban con machas en el rostro, sin embargo, después de la instalación de este sistema de agua y tomar agua potable esas manchas desaparecieron (Cutamuraja, 2022).

## CONCLUSIONES

El sistema de tratamiento de agua segura implementado por PCI en las comunidades indígenas y campesinas del Chaco paraguayo resulta efectivo para poblaciones pequeñas y proporciona una solución a una problemática de larga data en el territorio chaqueño. El sistema es de rápida y fácil construcción y mucho menos costoso que el sistema convencional de tratamiento de agua. Por su parte, el empoderamiento de los pobladores en la gestión comunitaria del agua es fundamental para asegurar la sostenibilidad del sistema de agua. Por este motivo, el enfoque de trabajo de PCI siempre ha sido el involucramiento de los pobladores en los proyectos ejecutados en las comunidades desde el inicio.

En ese sentido, en cada intervención de PCI en las comunidades sobre la temática del agua, se realiza actividades de fortalecimiento organizativo y capacitaciones a miembros de las Comisiones,

Juntas de Saneamiento o Consejos Comunitarios. Si se plantea la construcción de sistemas de agua en alguna de las comunidades, se trata siempre de involucrar a los pobladores interesados durante toda la obra desde su diseño para generar ese sentido de propiedad.

Todo esto no quiere decir que ya se han resuelto todos los desafíos en torno a la problemática del agua en estas comunidades donde se implementaron estos sistemas basados en la naturaleza. El uso racional del agua por parte de los pobladores, la asimilación de la necesidad de implementar mecanismos de control del uso como la instalación de micromedidores, son algunos de los desafíos que se necesitan todavía profundizar en estas comunidades.

Respecto a este mismo sistema de tratamiento de agua segura basado en la naturaleza implementado por PCI, existen también desafíos para ir mejorando y profundizando en cuanto a efectividad y calidad se refiere. Si bien las comunidades pasaron de tomar agua cruda del río o del tajarar a tomar agua filtrada y clorada, PCI se encuentra aún en la gestión de establecer alianzas con científicos investigadores en la materia para realizar los estudios correspondientes o el análisis de la calidad del agua resultante de estos sistemas. Esto quiere decir, que el aprendizaje sigue.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aqueous Solutions. (2016). Sistema de tratamiento de agua, para 300 litros por día. EE.UU./ Tailandia: Aqueous Solutions.
- Cabrera, A., Harder, W., Bareiro, D., Servín, E., & Basabe, V. (2021). Sistemas de captación y almacenamiento de agua en el Chaco Central. Tte. 1º Manuel Irala Fernández: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
- Cutamuraja, B. (14 de Setiembre de 2022). Entrevista semi-estructurada sobre sistema de agua basado en la naturaleza en Cucaani. (A. Saldívar, Entrevistador)
- Cutamuraja, B. (14 de Setiembre de 2022). Entrevista semi-estructurada sobre sistema de agua basado en la naturaleza en Cucaani. (A. Saldívar, Entrevistador) <https://www.facebook.com/watch/?v=395891899189064>
- Dosapei, S. (14 de Setiembre de 2022). Entrevista semi-estructurada sobre sistema de tratamiento de agua segura basado en la naturaleza de Cucaani. (A. Saldívar, Entrevistador) <https://www.facebook.com/watch/?v=395891899189064>
- Giesbrecht, K. (17 de Abril de 2023). Conversación informal sobre sistema de agua basado en la naturaleza. (N. Valdez, Entrevistador)
- Martínez, C. (14 de Setiembre de 2022). Entrevista semi-estructurada sobre sistema de tratamiento de agua segura basado en la naturaleza. (A. Saldívar, Entrevistador) <https://www.facebook.com/watch/?v=395891899189064>
- Méndez, F. (12 de Abril de 2023). Entrevista semi-estructurada sobre sistema de agua basado en la naturaleza. (N. Valdez, Entrevistador)

- 
- PCI. (8 de Setiembre de 2020). Pro Comunidades Indígenas. Facebook: <https://www.facebook.com/PCI.Chaco/posts/pfbid02uQ4EhrQhL7ASZDhrxZs9VclYjPe1JLnrtscD6BBU4sWz-qw4f3j9dWb9Jt1QeY5vl>
- PCI. (1 de Noviembre de 2021). Pro Comunidades Indígenas. Facebook: <https://www.facebook.com/PCI.Chaco/posts/pfbid0h3RNDAjkoTGvPHwXfy9ZP2a3A1pvH1UMa8hhq5onxAMLE-gA4D2dKWu1nhmLXr2Ssl>
- PCI. (29 de Junio de 2022). Nosotros. PCI - Pro Comunidades Indígenas: <https://pci.org.py/nosotros/>
- PCI. (14 de Setiembre de 2022). Pro Comunidades Indígenas. Facebook: <https://www.facebook.com/watch/?v=395891899189064>
- PCI. (12 de Abril de 2022). YouTube. YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=dU5lp3rUTi0>