



SISTEMA DE DESINFECCIÓN DEL AGUA Y ALIMENTOS A NIVEL DOMICILIARIO

Ricardo Rojas, Luis Valencia, José Luis Huamán, Sixto Guevara, Luis Pérez-Albela

Personal profesional de la Unidad de Apoyo Técnico al Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR) del CEPIS/OPS.

1. Introducción

Las familias de localidades sin sistemas de abastecimiento de agua, o con sistemas precarios, almacenan el agua para alimentación, aseo, etc. sin preocuparse excesivamente por protegerlo de la contaminación.

La intervención más eficaz para proporcionar agua segura a esas poblaciones es, indudablemente, la instalación de sistemas públicos de abastecimiento, pero no es realista esperar que eso se realice en un futuro cercano.

En este contexto, los sistemas de desinfección del agua y alimentos a nivel domiciliario constituyen una solución eficaz para estas poblaciones. Dichos sistemas podrían proporcionar a los hogares de esas poblaciones un suministro seguro de agua para beber, cocinar, lavar platos y para la higiene personal, además de facilidades para desinfectar los alimentos de consumo crudo, e impedir de esta manera la diseminación de enfermedades de origen hídrico, especialmente gastrointestinales y diarreicas.

2. Descripción de la tecnología

El sistema de desinfección del agua y alimentos al nivel domiciliario es una tecnología diseñada con enfoque sistémico: considera elementos técnicos, educativos y de gestión comunitaria, relacionados entre sí, para mejorar *in situ* la calidad del agua y la conducta sanitaria de la población y que llegan a configurar un sistema de abastecimiento de agua segura, aunque sin tuberías.

El éxito de este sistema radica en la acción conjunta de todos sus componentes, por lo que la ausencia de alguno de ellos pone en riesgo su eficacia. Los componentes se describen a continuación:

Fuente de abastecimiento: lugar de donde la población se abastece habitualmente del agua que utiliza para su consumo doméstico.

Conducción del agua: proceso de transporte del agua desde la fuente hasta el domicilio.

Producción local del desinfectante: medio por el cual la comunidad organizada obtiene el desinfectante utilizando los equipos de producción instalados en la propia localidad o adquiriéndolo a una comunidad vecina que lo produce.

Distribución del desinfectante: proceso que permite la entrega del desinfectante a cada familia.

Almacenamiento y desinfección del agua: la acción consiste en depositar y desinfectar el agua de bebida en un recipiente adecuado, que facilite la colocación del desinfectante y proteja su contenido de la manipulación inadecuada. En algunas localidades, por las características del agua de abastecimiento y las dificultades para producir o adquirir el desinfectante, puede resultar necesario que el almacenamiento y la desinfección del agua se hagan empleando filtros de mesa.

Consumo del agua desinfectada: empleo del agua desinfectada de los recipientes –o del agua de los filtros–, en bebida, higiene bucal y lavado de vajilla.

Desinfección de alimentos de consumo crudo: utilización del desinfectante y del agua desinfectada en el lavado de alimentos de consumo crudo, principalmente verduras.

Prácticas adecuadas de higiene: aplicación de procedimientos adecuados de higiene, en los que se incluyen los hábitos de protección y uso adecuado del agua desinfectada, y los hábitos para la seguridad en la ingesta de alimentos de consumo crudo.



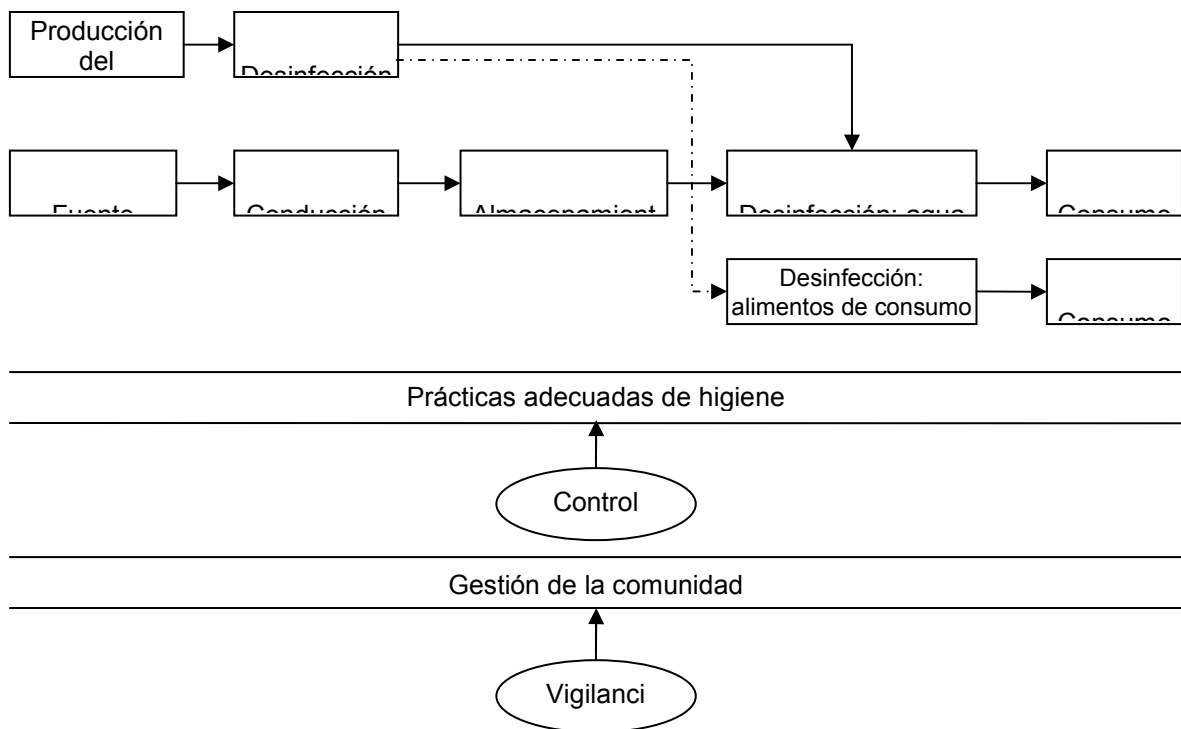
Gestión comunitaria del sistema de desinfección: acción dirigida a asegurar la autosustentabilidad del sistema de desinfección. Esto requiere del soporte de la comunidad organizada a través de la designación de un Comité o Junta responsable de la gestión.

Control: monitoreo continuo de todos los componentes y aspectos que conforman el sistema.

Vigilancia: acción de un agente externo que supervisa las labores de control y la prevalencia de diarreas en niños menores de cinco años, a fin de determinar la efectividad del programa.

En la *figura 1* se muestra el esquema de funcionamiento del sistema. En ella se puede ver que hay dos flujos básicos de operaciones: uno se refiere a la producción del desinfectante y el otro al aprovisionamiento y almacenamiento del agua; ambos se juntan en la desinfección del agua y de los alimentos de consumo crudo.

Figura 1. Esquema de funcionamiento del sistema



El funcionamiento del sistema descansa en dos bases que tienen que ser muy sólidas: por un lado la adopción de prácticas de higiene adecuadas y, por otro lado, la organización de la comunidad para la gestión del sistema.

Adicionalmente, está el control que la comunidad organizada ejerce en todo el funcionamiento del sistema y la vigilancia externa por parte de las autoridades de salud sobre su funcionamiento y su impacto en la salud de las personas.

3. Objetivo del sistema

Contribuir a la disminución de los riesgos de contraer enfermedades entéricas originadas en el consumo de agua y de alimentos crudos, en localidades carentes de agua segura, a través del mejoramiento de la calidad del agua.

4. Ventajas

- Constituye una alternativa inmediata y de bajo costo para que las poblaciones de las zonas más desprotegidas mejoren la calidad del agua y de los alimentos crudos que consumen.



- ↪ Los equipos empleados para la producción local de desinfectante son de buena calidad técnica, fáciles de operar y mantener, y utilizan insumos locales (sal de cocina y vinagre) asequibles en todas las localidades del país.
- ↪ Los recipientes utilizados (bidones y frascos) son de bajo costo y de fácil obtención en el mercado local por la mayoría de familias, aun las más pobres.
- ↪ Tiene componente de educación sanitaria para mejorar las prácticas de higiene de las familias.
- ↪ Contribuye a controlar de modo eficaz la diseminación de enfermedades de origen hídrico, sobre todo gastrointestinales y diarreicas.
- ↪ Fortalece la organización y el sentido de responsabilidad de la comunidad, ya que la población participa desde el inicio del proyecto y asume la gestión del sistema.
- ↪ Estimula la creación de capacidad de gestión ambiental en el nivel local.

5. Restricciones

- ↪ La mayor limitación del sistema son los cuidados que deben adoptarse para asegurar su sostenibilidad; por lo general, ésta es buena al inicio, pero puede decaer a lo largo del tiempo si no existe alguna institución que provea un mínimo de supervisión y apoyo.
- ↪ Existe incertidumbre sobre la disposición de pago por parte de la población; normalmente está dispuesta a pagar por el desinfectante, por la operación y el mantenimiento de los equipos, mas no por su reposición al término de su vida útil.
- ↪ El proceso de mejoramiento de los hábitos sanitarios de la población demanda un tiempo prolongado, durante el cual se deben desarrollar acciones continuas de promoción, educación y monitoreo, para asegurar que los pobladores sigan aplicando los conocimientos adquiridos.

6. Criterios de intervención

Se debe hacer una selección previa de las localidades o comunidades en que sería más necesaria la instalación de los sistemas de desinfección de agua y alimentos a nivel domiciliario. Para ello se tendrán en cuenta criterios como los siguientes:

- ↪ Alta incidencia de EDA, incluyendo el cólera.
- ↪ Carencia de sistemas de abastecimiento de agua potable, o sistemas no confiables.
- ↪ Demanda de agua segura por parte de la comunidad.
- ↪ Disposición de la población a asumir el costo de funcionamiento de los sistemas.
- ↪ Existencia de puesto de salud o posta sanitaria en la localidad o alrededores.
- ↪ Existencia de organizaciones comunales que puedan asumir la autogestión del sistema.
- ↪ Existencia de instituciones públicas y privadas con capacidad instalada y permanencia asegurada en el área, dispuestas a colaborar en la implementación de los sistemas locales.

7. Criterios de participación comunitaria

La implementación de un sistema de desinfección del agua y alimentos a nivel domiciliario debe ser tratada con el mismo cuidado que un sistema convencional; es decir que, en cada caso, debe elaborarse un proyecto que confirme la demanda de la población por ese servicio, su viabilidad financiera y demás elementos que aseguren su sostenibilidad.

Por eso, el proyecto tiene que ser preparado con la participación de la comunidad y con ella han de analizarse todos los aspectos del sistema. Para el efecto, se debe aprovechar la organización comunal existente y, si no la hubiera, crear una.

Esta organización es el aspecto más importante del sistema porque, aparte de que será el foro más adecuado para discutir, formular e implementar el proyecto, se hará cargo de su gestión y se convertirá en factor decisivo de la sostenibilidad de la solución implementada.

Es indispensable el conocimiento previo de la comunidad, de su cultura, de sus grupos constituidos y de las potencialidades de estos grupos para asumir la tarea mencionada, de sus conflictos y, en general, de



su realidad socio-económica. El proyecto que se formule respetará esa realidad social y aprovechará sus potencialidades.

Por otro lado, esta organización, a través de la educación sanitaria, gradualmente irá adquiriendo capacidad para identificar y controlar los factores ambientales de riesgo para la salud de la comunidad, ya sea con sus propios recursos o con la cooperación que pueda obtener de otras instancias o asociándose con otras comunidades.

Éste es seguramente uno de los productos más valiosos de la instalación de los sistemas de desinfección del agua y alimentos a nivel domiciliario: la creación de capacidad de gestión ambiental en el nivel local.

8. Criterios de diseño

Para la implementación de sistemas de desinfección del agua y alimentos a nivel domiciliario, se dispone de dos métodos básicos: a) producción del desinfectante *in situ* por electrólisis de la sal común; b) uso de filtros de mesa.

La elección del método se realiza en función de la calidad del agua de la que habitualmente se abastece la comunidad, de la disponibilidad de energía eléctrica y del número de personas que serán beneficiadas.

En el *cuadro 1* se presenta una matriz que resume las características que han de tener presentes en la elección del método más adecuado para cada realidad.

Cuadro 1. Matriz de selección de tecnologías

CALIDAD DEL AGUA		MÉTODO DE DESINFECCIÓN		TAMAÑO POBLACIONAL ⁽¹⁾
Bacteriológica	Turbiedad	Proceso	Energía	
Baja o alta carga (<100 a >1000)/100 ml	Cristalina (< 5 UNT)	Electrólisis de la sal	Eléctrica	500 a 2,000
			Solar	100 a 500
Baja carga (<100)/100ml	Ligeramente turbia (< 50 UNT)	Microfiltración ⁽²⁾	No	<100 ⁽³⁾
	Altamente turbia (> 50 UNT)	Microfiltración + prefiltro de arena		<100 ⁽³⁾
Alta carga (>1000)/100ml	Altamente turbia ⁽⁴⁾ (> 50 UNT)	Filtro de arena + electrólisis de la sal	Eléctrica	500 a 2,000

⁽¹⁾ Familias.

⁽²⁾ Filtros de mesa equipados con elementos filtrantes cerámicos.

⁽³⁾ Valor referencial, pero puede ser aplicado sin ninguna limitación superior.

⁽⁴⁾ Para aguas con alta turbiedad se recomienda sedimentar el agua por seis horas.

9. Etapas del proceso de implementación

El proceso de implementación de los sistemas de desinfección del agua y alimentos al nivel domiciliario comprende las siguientes etapas: mercadeo social, diagnóstico situacional, diseño del sistema, capacitación, entrega de equipos y recipientes a la población beneficiaria, puesta en marcha del sistema y gestión a cargo de la comunidad organizada.



Mercadeo social: actividades de promoción del sistema a fin de generar la demanda en las localidades que reúnan los criterios de elegibilidad; evaluación preliminar de todas ellas; sensibilización de la población, de las autoridades y de las entidades locales dispuestas a apoyar la implementación de los sistemas; por último, formalización, por parte de las organizaciones comunales, del compromiso de participar en el proyecto y de asumir la gestión de los sistemas.

Diagnóstico situacional: realizado a las comunidades que tomaron la decisión de participar en el Proyecto, con un enfoque participativo, considerando a la comunidad no sólo como fuente de información, sino también como sujeto activo del conocimiento o reconocimiento de su realidad, para posibilitar el planteamiento de soluciones acordes con sus necesidades, aspiraciones y características culturales y socioeconómicas.

Diseño del sistema: dimensionamiento del equipo con base en los resultados del diagnóstico y con los criterios explicados en el punto 8.

Capacitación: proceso de transferencia de tecnologías y conocimientos a la comunidad beneficiaria, para que ésta pueda asumir la autogestión del sistema y la creación de hábitos de higiene y saneamiento.

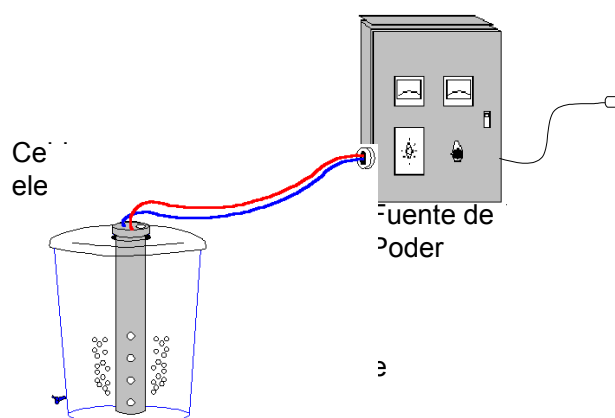
Entrega de equipos y recipientes: entrega a la comunidad, en calidad de cesión en uso, de equipos de desinfección del agua, recipientes, herramientas e insumos, junto con la suscripción del convenio respectivo.

Puesta en marcha del sistema: elaboración del plan operativo a nivel comunal, en el que se consignan las acciones que han de ser ejecutadas en conjunto y por cada uno de los miembros de la Unidad de Gestión. La aprobación de este plan, conjuntamente con la instalación de los equipos de producción de desinfectante y la distribución de los recipientes para almacenamiento del agua a la población beneficiaria, constituyen la actividad final de la etapa de implementación y marcan el inicio de la puesta en marcha del sistema de desinfección del agua y alimentos.

10. Criterios de operación y mantenimiento

El método de electrólisis de la sal común requiere de energía eléctrica. Por eso es indispensable que las localidades beneficiarias cuenten con algún tipo de suministro eléctrico, ya sea de la red pública o de alguna otra fuente de energía eléctrica no convencional.

El equipo para electrólisis consta de una fuente de poder, una celda electrolítica y un tanque para la electrólisis.

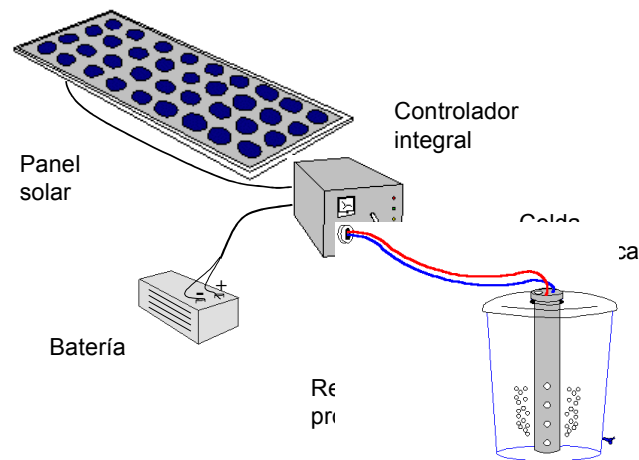


Sistema de producción con energía eléctrica

Se plantea el aprovechamiento de la energía solar a través de paneles solares, como fuente alternativa de energía en localidades que carecen de suministro público de electricidad o éste es restringido por horas.



En los equipos de electrólisis para estas comunidades, la fuente de poder se reemplaza por un conjunto conformado por un panel solar, un controlador de carga y un acumulador (batería).



Sistema de producción con energía solar

La electrólisis se realiza a través de la celda electrolítica, que tiene que estar sumergida verticalmente en el tanque de electrólisis, que debe ser de material plástico para evitar su deterioro por corrosión. En el tanque se coloca una solución de sal común (cloruro de sodio) en una proporción de 30 gramos por litro de agua, a partir de la cual se obtiene el desinfectante (hipoclorito de sodio) con una concentración de 5 gramos por litro (0,5 %).

Terminada la producción del desinfectante, se efectúa la limpieza del equipo, en especial de la celda electrolítica, para librarla de las incrustaciones de sales provenientes del proceso de electrólisis. Para este fin se lava con una solución de agua y vinagre, hasta que quede libre de cualquier incrustación; se deja secar y se guarda en un lugar protegido para evitar que se ensucie.

En cada domicilio, las familias deben conservar limpio y bien instalado el bidón para el almacenamiento del agua, y manipularlo adecuadamente, de forma que no se contamine el agua desinfectada. Se deben sustituir los grifos de los bidones cuando se deterioren. De forma similar, los frascos para el desinfectante deben conservarse limpios y manipularse de manera adecuada.

Los filtros de mesa han de instalarse en lugares adecuados, y realizarse las tareas de limpieza de las velas y/o de la arena cada vez que el flujo del agua se reduzca notoriamente.

11. Criterios para la gestión comunitaria

Si la comunidad está adecuadamente informada tanto de los alcances y beneficios del sistema de desinfección del agua y alimentos al nivel domiciliario como de la responsabilidad que debe asumir para su autogestión, cualquier propuesta de organización para la gestión del sistema que surja de su propia experiencia puede considerarse válida; al efecto, suelen considerarse las siguientes opciones:

Organizaciones territoriales: representan a toda la comunidad; su objetivo es enfrentar de manera conjunta y organizada los problemas y necesidades comunitarios, así como administrar sus propios recursos.

Organizaciones funcionales: representan a un segmento de la población; por lo general se forman por iniciativa externa o de un grupo con la finalidad de resolver una necesidad concreta.

Mini-empresa o cooperativa: ante la debilidad o falta de una organización territorial u organizaciones funcionales que puedan garantizar la autosustentabilidad del sistema, se puede optar por esta modalidad de gestión, en la que personas naturales de la comunidad asumen esta responsabilidad.



Entre los factores que contribuyen a una gestión autosustentable, se pueden señalar los siguientes:

- ↪ Capacidad de liderazgo, convocatoria y gestión de la organización comunitaria.
- ↪ Estimación real de los recursos necesarios para mantener el sistema.
- ↪ Experiencia de la organización comunitaria en la administración de sus recursos.
- ↪ Participación de la mujer en la gestión del sistema.
- ↪ Percepción de los beneficios que tiene el mejoramiento de la calidad del agua mediante la desinfección sobre la salud y el bienestar de la comunidad.

12. Criterios para el monitoreo y evaluación

El monitoreo debe entenderse como un mecanismo que permite obtener y analizar información de forma permanente en la etapa post-implementación de los sistemas de desinfección del agua y alimentos al nivel domiciliario, a fin de verificar si las actividades de la Unidad de Gestión y de la población beneficiaria se ajustan a lo previsto al inicio del proyecto.

El acompañamiento y la observación permanente del proceso por parte de todos los actores sociales permiten asegurar que el desenvolvimiento del proyecto se ajuste a lo planeado y programado, a través de la identificación oportuna de las omisiones, excesos y errores, así como la implementación de las medidas correctivas adecuadas.

Permite asimismo identificar los factores que favorecen el funcionamiento correcto del sistema y el fortalecimiento de la capacidad de gestión ambiental en el nivel local. Entre los factores (indicadores) más importantes se pueden mencionar:

- ↪ la calidad del desinfectante.
- ↪ la calidad del agua de consumo humano.
- ↪ el estado de los recipientes donde se almacena el agua desinfectada.
- ↪ las prácticas de higiene de la población.
- ↪ la gestión comunitaria.
- ↪ la sustentabilidad del sistema.
- ↪ la prevalencia de diarreas.
- ↪ el impacto en la salud.

13. Aplicaciones del sistema de desinfección

13.1 Proyecto demostrativo en comunidades rurales y urbano marginales (OPS/OMS-GTZ)

El proyecto formó parte del Programa de Capacitación y Movilización Social para la Prevención del Cólera en Latinoamérica y el Caribe, promovido por la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) y la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ).

Fue ejecutado en el año 1995 por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS), con la participación de la Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales (ADRA-Perú) y del Ministerio de Salud (MINSA).

El proyecto se implementó en cinco localidades rurales y urbano-marginales representativas de las tres regiones naturales del Perú, para una población total de 3850 habitantes.

Se implementaron sistemas de desinfección mediante el empleo de hipoclorito de sodio obtenido por electrólisis de la sal común. En la localidad de Santo Toribio de Mogrovejo se instaló un equipo accionado con energía eléctrica, mientras que en las restantes localidades se utilizaron paneles solares.



13.2 Estudio de Desinfección de Agua y Alimentos al Nivel Domiciliario (OPS/OMS-MINSA)

Este Estudio es un componente del Programa de Fortalecimiento de los Servicios de Salud, desarrollado por el Ministerio de Salud del Perú (MINSA), con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la cooperación técnica de la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS).

Fue ejecutado en los años 1997 y 1998 por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS), con la participación del Ministerio de Salud (MINSA) y de la Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales (ADRA-Perú).

El proyecto se implementó en cinco ámbitos regionales del Perú que comprendían un total de 488 localidades rurales y urbano-marginales. Se instalaron 163 sistemas de desinfección del agua y alimentos, beneficiándose a 244.330 habitantes de las zonas económicamente más deprimidas del Perú, conforme se detalla a continuación:

Ámbito Lima Norte Ciudad: distritos de Comas, Carabaylo e Independencia, ciudad de Lima, 244 localidades urbano-marginales de la costa, con una población atendida de 83.200 habitantes.

Ámbito Lima Norte Provincias: provincias de Huaura, Barranca y Cajatambo, departamento de Lima, 48 localidades rurales de la costa y de la sierra, con una población atendida de 32.185 habitantes.

Ámbito Huánuco: distritos de Amarilis, Santa María del Valle, Huánuco, Ambo, Tomayquichua, Cayrán, Conchamarca, Huácar, San Rafael, La Unión y Ripán, del departamento de Huánuco, 68 localidades rurales y urbano- marginales de la sierra, con una población atendida de 43.500 habitantes.

Ámbito Pucallpa: distritos de Callería y Yarinacocha de la ciudad de Pucallpa, provincia Coronel Portillo, departamento de Ucayali, 92 localidades rurales y urbano-marginales de la selva, con una población atendida de 62.335 habitantes.

Ámbito Andahuaylas: distritos de San Jerónimo, Chicmo, Pacucha, Talavera, Andarapa y Huancaray provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, 36 localidades rurales de la sierra más pobre del Perú, con una población atendida de 23.110 habitantes.

Cuadro 2. Detalle de los sistemas instalados por ámbitos

Ámbitos	Electrólisis de la sal común				Filtros cerámicos	Mezcla de oxidantes ⁽¹⁾
	Energía eléctrica	Energía solar	Energía eléctrica y pre-filtro de arena	Energía solar y pre-filtro de arena		
Lima Ciudad	38		1			
Lima Provincias	2	10	3	11	11	1
Huánuco	18	4			4	1
Pucallpa	25	4			3	
Andahuaylas	5	13			9	
Total	88	31	4	11	27	2

⁽¹⁾ Electrólisis de sal peletizada



14. Costos

Los sistemas de desinfección implementados en el marco del Estudio llevado a cabo por OPS/OMS-MINSA, tuvieron los siguientes costos:

Implementación: el promedio ponderado general considerando los costos directos y el monitoreo de los sistemas, fue de US \$ 27,99 por familia y US \$ 4,77 por habitante beneficiado.

Funcionamiento: el costo de producción, operación, mantenimiento y comercialización del desinfectante, fluctuó entre US \$ 0,11 y 0,21 por frasco de 200 ml para tres semanas de uso.

15. Bibliografía

- ↪ CEPIS/OPS; Estudio de desinfección de agua y alimentos a nivel domiciliario, Informe Final Definitivo, (1998).
- ↪ Reiff, F. y Witt, V.; Guía para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe, Documento OPS/OMS, Serie Técnica No. 30 (1995).
- ↪ Rojas, R. y Huamán J.; Sistematización del Monitoreo de los sistemas de desinfección de agua y alimentos a nivel domiciliario, Publicación CEPIS/COSUDE (2002).
- ↪ Rojas, R. y Guevara, S.; Celdas electrolíticas para producción in situ de hipoclorito de sodio, Publicación CEPIS/COSUDE (1999).
- ↪ Rojas, R. y Guevara, S.; Estabilidad de la solución de hipoclorito de sodio producido in situ. Publicación CEPIS/COSUDE (2000).
- ↪ Rojas, R. y Guevara, S.; Filtros de mesa, Publicación CEPIS/COSUDE (2000).