

Estimación de la Rentabilidad Social de Incrementar la Cobertura de Agua Potable y Propuesta de Solución Técnica No Convencional para su Implementación en Lima Metropolitana

2024

Introducción

En los últimos 20 años, Perú ha mejorado el desempeño de sus indicadores económicos y sociales. El PBI total se ha multiplicado por 2.5 veces entre 1999 y 2019, gracias a una tasa de crecimiento anual promedio de 4.61% (INEI, 2021). La solidez de sus políticas macroeconómicas aportó la suficiente resiliencia para enfrentar desafíos como la crisis financiera mundial de 2008 y el evento El Niño de 2017. Según datos del FMI, Perú tuvo la segunda tasa de inflación más baja de la región en 2017. Este desarrollo económico ha permitido una excepcional reducción de la pobreza monetaria y extrema del 58.7% al 20.2% y 16.8% al 2.9%, respectivamente, entre los años 2004 y 2019. Asimismo, la población peruana gozó de mayores y mejores gastos en educación, salud e infraestructura (Huamaní, 2017).

El 30 de marzo del 2017, el objetivo del Gobierno de incrementar la cobertura de agua se plasmó en la Política Nacional de Saneamiento, aprobada mediante Decreto Supremo N° 007-2017-Vivienda, la cual es de cumplimiento obligatorio para los tres niveles de Gobierno y las Empresas Prestadoras de los Servicios de Saneamiento (EPS), y que tiene como objetivo el alcanzar el acceso universal, sostenible y de calidad a los servicios de saneamiento. En ese sentido, se estructura en 6 ejes de política, en donde una de ellas es: “Acceso de la población a los servicios de saneamiento: priorizando a la población de escasos recursos, logrando el acceso al 100 % en el 2021 para el área urbana y en el 2030 para el ámbito rural”.

Asimismo, el 28 de diciembre del 2016 se crea el Fondo de Inversión de Agua Segura, aprobado mediante Decreto Legislativo N° 1284, con la finalidad de financiar programas, proyectos y/o actividades orientados a cerrar brechas de cobertura de agua, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a nivel nacional, contribuyendo a la eficiencia económica y operativa de los prestadores de los servicios de saneamiento y a la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento.

Sin embargo, el cumplimiento del objetivo de incrementar la cobertura de agua potable por parte del Estado puede encontrar dificultades en el actual modelo de gestión de

Propuesta de Política Pública

El contenido puede ser total o parcialmente reproducido, si se cita la fuente, y no refleja necesariamente la posición institucional del CIUP.

La siguiente propuesta de política pública tiene como objetivo presentar: (i) un análisis de las alternativas en relación a las soluciones no convencionales para abastecimiento de agua y saneamiento en zonas peri-urbanas. (ii) un análisis costo-beneficio de las alternativas aplicadas a Lima Metropolitana, y (iii) ofrecer elementos de política pública para su aplicación en las zonas peri-urbanas de la ciudad. Esta propuesta fue realizada por José Luis Bonifaz y Julio Aguirre, investigadores del Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP).

las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) que no ha permitido garantizar una solvencia óptima ni acelerar las inversiones en el sector para incrementar significativamente la cobertura del servicio de agua potable.

Lo mencionado ha traído como consecuencia que alrededor de 50% de los hogares en el Perú no cuentan con el servicio de agua potable de manera segura y dicho dato asciende a 57% en las zonas rurales. A pesar de las grandes inversiones en infraestructura, que han permitido progresar en el cierre de brechas a nivel nacional, aún queda mucho por hacer. Las brechas geográficas y socioeconómicas del país son muy marcadas. Por ejemplo, en el área rural, en el quintil más pobre, las mejoras son todavía reducidas; y, en el contexto urbano, la población pobre también es afectada, ya que alrededor de 1.2 millones de personas carecen de un servicio de agua potable adecuado.¹

En el contexto descrito, en donde existe voluntad política para incrementar significativamente las inversiones en el sector saneamiento pero los recursos del Estado son escasos, la presente investigación considera que si el Estado ejecutara proyectos de ampliación de redes de agua potable y alcantarillado sanitario para incrementar el acceso mediante tecnología no convencionales al agua potable por parte de los hogares que actualmente no cuentan con el servicio de

1 Dato del 2019 presentado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Los avances del 2019 se refieren a las personas que no están conectadas a una red de agua potable.

SEDAPAL en Lima Metropolitana, se generarán beneficios sociales que cubren los costos incurridos.

Análisis de alternativas

En el Perú, el D.S. N° 016-2021-VIVIENDA – Decreto Supremo que aprueba el Texto Único Ordenado del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1280 (Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento), en su artículo 4 y su Cuarta Disposición Complementaria Transitoria define las tecnologías no convencionales².

Así, se pueden definir a las tecnologías no convencionales como “Tecnologías innovadoras o alternativas, con ciertas restricciones para su uso, que permiten ampliar la cobertura orientada al acceso universal los servicios de saneamiento de forma segura y sostenible a nivel familiar o de una comunidad, con un sustento técnico, socioeconómico, financiero, institucional, ambiental y que cuente con una aceptación de los beneficiarios.

Estas tecnologías utilizan procesos de filtración con membranas, térmicos, oxidación avanzada o carbón activado para el aprovechamiento y reutilización de recursos entre las que se destacan: la desalación de agua de mar, reutilización de aguas residuales (grises o negras) y escorrentía de agua de lluvias”. Entre ellas destacan:

El **sistema condominial** de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, surgió en Brasil en los años 80, el cual se presentó como una solución eficaz y de bajo costo para atender las necesidades de acceso a los servicios de saneamiento de las poblaciones urbanas con bajos recursos económicos. El término "condominial" deriva de su similitud con los sistemas de edificios de departamentos, donde las tuberías y conexiones pasan entre o cerca de los lotes, pero en una disposición horizontal, y se abastecen o descargan a conexiones únicas brindadas por el prestador de servicios.

La captura de niebla para producir agua limpia ha despertado un creciente interés tanto en la comunidad científica como en las comunidades locales en los últimos años. Lo que hace que esta estrategia sea especialmente emocionante es su potencial para transformar el acceso al agua en áreas que históricamente han enfrentado problemas de escasez hídrica. La simplicidad

de este enfoque y su capacidad para aprovechar un recurso naturalmente disponible, como la niebla, son elementos que destacan.

En lugares con condiciones áridas y semiáridas, como las zonas costeras de nuestro país, la falta de agua es un problema constante. Las fuentes tradicionales, como ríos y acuíferos, a menudo resultan insuficientes para cubrir la creciente demanda de agua dulce. Aquí es donde la recolección de niebla emerge como una prometedora alternativa. Mediante la utilización de métodos sencillos y de bajo costo, como los colectores de niebla, las comunidades pueden aprovechar la humedad presente en el aire para obtener agua potable y limpia.

La versatilidad de esta técnica es sorprendente. Los dispositivos de captura de niebla pueden ser colocados estratégicamente en diversas ubicaciones, como colinas o áreas elevadas, donde la niebla es más densa y frecuente. Al pasar a través de las estructuras de captura, las diminutas partículas de agua se condensan y forman gotas que se acumulan en recipientes. Todo este proceso puede llevarse a cabo de manera pasiva, sin necesidad de un consumo significativo de energía ni de mantenimiento constante.

La recolección de niebla no solo constituye una solución práctica, sino que también responde a los desafíos actuales relacionados con el medio ambiente y el clima. En un mundo donde el cambio climático está exacerbando la sequía y afectando los patrones de precipitación, esta técnica proporciona un enfoque resiliente para abordar la escasez de agua. Además, al no depender de fuentes de agua convencionales, se disminuye la presión sobre los delicados ecosistemas acuáticos y se contribuye a la preservación del agua dulce.

La implementación de una tecnología adecuada para la recolección de agua de lluvia puede desencadenar la utilización de este recurso hídrico, el cual adquiere un valor inestimable y en muchos casos se torna indispensable. Si bien es una solución tecnológica antigua, está cobrando una relevancia fundamental debido a las variaciones temporales y espaciales de las precipitaciones. Esta técnica se torna esencial en regiones con precipitaciones considerables, pero sin sistemas centralizados y convencionales de abastecimiento

2 “Artículo 4.- Definiciones

23. Opciones tecnológicas no convencionales: Tecnologías que permiten brindar los servicios de saneamiento de forma segura y continua a nivel familiar o multifamiliar y cuya selección depende de una evaluación técnica previa de las condiciones técnicas del lugar donde se ubica la vivienda, así como una evaluación cultural y socioeconómica de los beneficiarios.

(...)

Cuarta.- Aplicación de tecnologías no convencionales

Los prestadores de servicios de saneamiento se encuentran facultados para emplear las opciones tecnológicas no convencionales aprobadas por el Ente Rector. En ausencia de la normativa técnica emitida por el Ente Rector, se aplican las tecnologías contempladas en normas internacionales. Para su aplicación, esta debe ser debidamente sustentada por el formulador del proyecto en cuanto a los beneficios de su uso, la sostenibilidad técnica, financiera y ambiental que incluya los costos de profesionales especializados y la operación y mantenimiento de la opción tecnológica.”

de agua, así como en áreas donde escasea el agua superficial o subterránea de calidad adecuada.

La desalinización constituye un procedimiento de separación empleado con el propósito de reducir el contenido de sal disuelta presente en el agua salina a un nivel utilizable. En todos los procedimientos de desalinización, se tratan tres flujos líquidos distintos: el agua de alimentación salina (sea agua de mar o agua salobre), el agua de producto de baja salinidad y el concentrado altamente salino (llamado salmuera o agua de rechazo).

El agua de alimentación salina es extraída de fuentes subterráneas u oceánicas y, a través del proceso de desalinización, se divide en dos flujos de salida: el agua de producto con una baja concentración de sal y los flujos de concentrado altamente salino. El empleo de la desalinización resuelve la contradicción que enfrentan muchas comunidades costeras: disponen de acceso a una fuente virtualmente inagotable de agua salina, pero carecen de medios para aprovecharla. Aunque ciertas sustancias disueltas en el agua, como el carbonato de calcio, pueden eliminarse mediante procesos químicos, otros componentes habituales, como el cloruro de sodio, exigen métodos técnicamente más complejos, colectivamente conocidos como técnicas de desalinización.

Un sistema de infraestructura autónomo de abastecimiento de agua es uno en el que una comunidad dispone de redes de distribución y un tanque de almacenamiento, pero el tanque no está directamente conectado a una fuente activa de producción de agua. En lugar de recibir agua de una fuente de suministro continua, el tanque almacena agua para su posterior distribución a través de las redes existentes. Este tipo de sistema es común en áreas donde el suministro de agua es intermitente o cuando la fuente de producción no puede suministrar agua constantemente. El tanque de almacenamiento actúa como un amortiguador para asegurar que la comunidad tenga acceso al agua, incluso cuando la producción es irregular.

Es importante destacar que esta práctica suele ser una solución temporal y no ideal, ya que no proporciona un acceso continuo y seguro al agua potable. Las comunidades a menudo buscan establecer sistemas de abastecimiento de agua más sostenibles, intentado conectar el reservorio a un suministro continuo de una fuente confiable de agua apta para consumo.

La dependencia de camiones cisterna puede ser costosa y poco confiable, lo que hace que el acceso al agua sea vulnerable a factores como la disponibilidad de vehículos y recursos económicos. Por lo tanto, los esfuerzos suelen centrarse en mejorar la infraestructura y la gestión del agua

para proporcionar un suministro más constante y seguro.

Resultados: Análisis costo-beneficio

Para la aplicación del análisis costo-beneficio se consideraron 2 alternativas:

- i. Sistema no convencional denominado “Sistema de abastecimiento autónomo”, el cual contempla la construcción de un reservorio y redes de abastecimiento de agua para abastecer al sector 311 ubicado en Villa María del Triunfo.

| ETAPA | COSTO TOTAL |
|---------------------------|---|
| EJECUCIÓN | S/ 16,428,325.20 |
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | S/1,080,627.00 ⁽¹⁾ S/ 4,581,720.00 ⁽²⁾ |

(1) Costo anual incluyendo subsidio

(2) Costo anual sin incluir subsidio

- ii. Solución el sistema no convencional denominado “Atrapanieblas”, debido a la producción diaria, se estimó que esta tecnología debe ser instalada para cada hogar.

| PRODUCCIÓN | ETAPA | COSTO TOTAL |
|------------|---------------------------|---------------------|
| 3 l/m2/día | EJECUCIÓN | S/ 11,944,965.08 |
| | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | S/ 2,943,602.70 (1) |
| 9 l/m2/día | EJECUCIÓN | S/ 6,439,029.51 |
| | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | S/ 5,239,144.34 (1) |

(1) Costo anual incluyendo subsidio

Para la estimación de los beneficios se utilizan dos encuestas del año 2021: la Encuesta sobre servicios de agua y saneamiento realizada por Helvetas, y la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES). Se estimaron los beneficios sociales a nivel de hogares y se obtuvo un total de S/ 1,191 por hogar.

Por su parte, cuando los costos de las alternativas de solución se expresan de la misma manera, se obtiene que la ejecución o inversión inicial de los CP1, CP2-3l/m2/día y CP2-9l/m2/día son equivalentes a S/ 1,758.71, S/ 1,278.75 y S/ 689.32, respectivamente. Asimismo, los montos anuales de operación y mantenimiento para cada alternativa son S/ 490.49, S/ 315.12 y S/ 560.87, respectivamente. Así, luego de usar la Tasa Social de Descuento (TSD) de 8%, el valor actual neto (VAN) a 10 años reporta que los tres VAN son positivos para las tres alternativas, siendo el mayor de ellos, el de la solución CP2-3l/m2/día.

Por su parte, el análisis Costo-Efectividad realizado indica que la alternativa 2-9 en inversión es la más efectiva, pero en Operación y Mantenimiento es la alternativa 2-3 es la de mejor Costo – Efectividad. Se concluye que la solución técnica más rentable y efectiva para conectar a los hogares en Lima Metropolitana sin acceso al servicio de agua es la de “atrapanieblas” de 3 litros por m2 de malla por día.

Propuesta de Política Pública

- Se deben implementar soluciones no convencionales para cerrar la brecha de agua y saneamiento en Lima Metropolitana.
- Cada población tiene sus particularidades y estas deben ser estudiadas. Así, cada solución no convencional puede aplicarse dependiendo de esas características.
- La captura de niebla para producir agua limpia ha despertado un creciente interés tanto en la comunidad científica como en las comunidades locales en los últimos años. La simplicidad de este enfoque y su capacidad para aprovechar un recurso naturalmente disponible, como la niebla, son elementos que destacan y deben ser estudiadas a profundidad como alternativa de abastecimiento de agua en zonas peri-urbanas de Lima Metropolitana.
- Otra alternativa no convencional que debe estudiarse es el sistema de infraestructura autónomo de abastecimiento de agua. En este caso, el tanque almacena agua para su posterior distribución a través de las redes existentes. Este tipo de sistema es común en áreas donde el suministro de agua es intermitente o cuando la fuente de producción no puede suministrar agua constantemente.
- Los beneficios de tener estos sistemas no convencionales en las zonas peri-urbanas de Lima Metropolitana superan ampliamente a los costos de proveerla, por lo que se requiere con urgencia su implementación.

Bibliografía

- Hugues, Ronnie Torres. (2019). La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40(2), 125-139. Recuperado en 13 de agosto de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000200125&lng=es&tlng=es.
- Huamaní, S. (2017). Estimación de la rentabilidad social de incrementar la cobertura de agua potable en Lima Metropolitana. [Tesis de maestría, Universidad del Pacífico].
- Hutton, G., Haller, L., & Bartram, J. (2007). Global cost-benefit analysis of water supply and sanitation interventions. *Journal of Water and Health*, 5(4), 481–502. doi:10.2166/wh.2007.009
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). Acceso a los servicios básicos en el Perú 2021. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1863/libro.pdf
- SEDAPAL. (2019) Sistemas condominiales instalados en el ámbito de SEDAPAL EVALUACIÓN DE CAMPO Resumen Ejecutivo. Lima – Perú.